



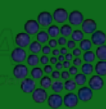
Los Sistemas Agroforestales de México:

Avances, experiencias, acciones y temas emergentes

Ana Isabel Moreno Calles, ENES Morelia, UNAM
María Lorena Soto Pinto, ECOSUR
Martha Micheline Cariño Olvera, UABCS
José Manuel Palma García, UC
Sergio Moctezuma Pérez, UAEM
Jesús Juan Rosales Adame, CUC SUR
Patricia Irene Montañez Escalante, UADY
Vinicio de Jesús Sosa Fernández, INECOL
María del Rocío Ruenes Morales, UADY
Wilfrido López Martínez, ENES Morelia, UNAM



ESCUELA
NACIONAL
de ESTUDIOS
SUPERIORES
UNAM
UNIDAD MORELIA



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Los Sistemas Agroforestales de México:

Avances, experiencias, acciones
y temas emergentes

Red Temática de Sistemas
Agroforestales de México
(Red SAM)

Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el apoyo otorgado a través del Proyecto 280127 y 293348 titulado "Red Temática de Sistemas Agroforestales de México (RedSAM)", y a la Universidad Autónoma Nacional de México (UNAM) por el soporte académico, técnico y por los apoyos DGAPA PAPIIT IN200417 y el DGAPA PAPIIME PE209517

Contacto: red_sam@enesmorelia.unam.mx

Página: [http:// red-sam.org](http://red-sam.org)

Coordinadores

Dra. Ana Isabel Moreno Calles, ENES Morelia, UNAM

Dra. María Lorena Soto Pinto, ECOSUR

Dra. Martha Micheline Cariño Olvera, UABCS

Dr. José Manuel Palma García, UC

Dr. Sergio Moctezuma Pérez, UAEM

Dr. Jesús Juan Rosales Adame, CU Costa Sur, U de G

Dra. Patricia Irene Montañez Escalante, UADY

Dr. Vinicio de Jesús Sosa Fernández, INECOL

M.C. María del Rocío Ruenes Morales, UADY

Lic. Wilfrido López Martínez, ENES Morelia, UNAM

Red Temática de Sistemas Agroforestales de México (Red SAM)

Comité Técnico Académico

Dra. Ana Isabel Moreno Calles, ENES Morelia, UNAM
Dra. María Lorena Soto Pinto, ECOSUR
Dra. Martha Micheline Cariño Olvera, UABCS
Dr. José Manuel Palma García, UC
Dr. Sergio Moctezuma Pérez, UAEM
Dr. Jesús Juan Rosales Adame, CU Costa Sur, U de G
Dra. Patricia Irene Montañez Escalante, UADY
Dr. Vinicio de Jesús Sosa Fernández, INECOL

CONTENIDO

Introducción. Los Sistemas Agroforestales de México:	11
I. Territorios, paisajes, sistemas agroforestales y beneficios socioambientales	
Coordinadora: Lorena Soto Pinto (El Colegio de la Frontera Sur)	
1.1 Manejo de sistemas agroforestales con dendroenergía en la sierra de Zongolica, Veracruz	
Citlalli López-Binnquist, Patricia Gerez-Fernández, Miguel Ángel Vega Ortega, César Martínez Barrientos y Carlos Roberto Cerdán	31
1.2 Reconversión ganadera bajo un contexto diversificado del uso del suelo a nivel de paisaje	
Carlos González-Rebeles Islas, Tania Gómez-Fuentes Galindo, Atenas Miranda Martínez y Nahiel Noemí Zyanya Silva Cassani	51
1.3 Separación o integración para la conservación de biodiversidad y producción en el paisaje cafetalero mexicano	
Mario Javier Gómez-Martínez, Jairo Ricardo Mora-Delgado y Carlos Roberto Cerdán	75
1.4 Los sistemas agroforestales para el mejoramiento de paisajes y generación de cobeneficios en Chiapas	
Elsa Esquivel Bazán, Helena Raquel Barona Grajales y Rubén Trujillo Sánchez	91
1.5 Al que a buen árbol se arrima buena sombra le cobija. Importancia de la sombra en cafetales	
Lorena Soto Pinto	111
1.6 Etnoagroforestería y cacao en la región del Soconusco en el pasado y el presente	
Janine Gasco	127
II. Diversidad biocultural, historia ambiental y etnoagroforestería	
Coordinadoras: Martha Micheline Cariño Olvera (Universidad Autónoma de Baja California Sur) y Ana Isabel Moreno Calles (Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, UNAM)	
2.1 Sistemas agroforestales prehispánicos: el caso de Roaguía, Oaxaca, México	
Fabio Flores Granados	149
2.2 Los archivos históricos: fuentes de estudio para el pasado agroforestal de Michoacán	
Yaminel Bernal Astorga	175
2.3 Territorio, políticas públicas y sistemas agroforestales en la costa de Michoacán, México	
David Figueroa Serrano y Dídac Santos-Fita	193

2.4 Mujer, huerta familiar zapoteca y seguridad alimentaria en San Andrés Paxtlán, Sierra Sur de Oaxaca, México Guilbaldo Gabriel Zurita-Vásquez, Gladys Isabel Manzanero-Medina, Marco Antonio Vásquez-Dávila y Hermes Lustre-Sánchez	209
2.5 Sistemas agroforestales como herramienta de restauración socio-ecológica del paisaje: el caso de la organización indígena Xuajin Me'Phaa de La Montaña, Guerrero, México Eliane Ceccon	225
2.6 Estrategias adaptativas y aprovechamiento de la flora silvestre por la cultura ranchera sudcaliforniana Alicia Tenza Peral, Martha Micheline Cariño-Olvera, Aurora Margarita Breceda Solís-Cámara y Lorella Guadalupe Castorena Davis	251
2.7 El control del agua en las terrazas agrícolas del Altiplano Central mexicano José Manuel Pérez Sánchez y Alba González Jácome	275
2.8 El cacao (<i>Theobroma cacao</i> L., Malvaceae) como sistema agroforestal de diversificación productiva, conservación biológica, cultural y alternativa a la economía para el bienestar de pequeños productores en el sureste de México: proyecto mazateca, un estudio de caso Nisao Ogata Aguilar	291
2.9 Las majadas del altiplano potosino: geografía, organización social y variabilidad climática Gerardo Hernández Cendejas y Enedely Vargas Muñoz	307
2.10 Agrobosques mexicanos Roberto Alexander Fisher-Ortiz, Ana Isabel Moreno-Calles, Jesús Juan Rosales-Adame, Alexis Daniela Rivero-Romero y Luis Fernando Alvarado-Ramos	337
III. Seguridad y soberanía alimentaria, satisfacción de necesidades globales y generación de ingresos de los sistemas agroforestales	
Coordinadores: Patricia Irene Montañez Escalante (Universidad Autónoma de Yucatán) y Sergio Moctezuma Pérez (Universidad Autónoma del Estado de México)	
3.1 Frutales cultivados en los huertos familiares yucatecos y su aporte para la seguridad alimentaria Patricia Irene Montañez Escalante, María del Rocío Ruenes-Morales Héctor Estrada Medina	389
3.2 ¿Quién acude a los mercados y tianguis? Procesos de racionalidad de consumidores en Toluca Sergio Moctezuma-Pérez y Angélica Espinoza Ortega	403
3.3 Agroecosistemas y alimentación de grupos domésticos cafetaleros en una comunidad de la Sierra Madre de Chiapas Sandra Escobar-Colmenares, Lorena Soto-Pinto, Erin Ingrid Jane Estrada-Lugo y Mario Ishiki-Ishihara	423

IV. Mitigación y adaptación al cambio climático a través del manejo agroforestal	
Coordinadores: Vinicio Sosa Fernández (Instituto de Ecología A.C.) y José Manuel Palma García (Universidad de Colima)	
4.1 Avances y retos de la adaptación y mitigación al cambio climático mediante la agroforestería pecuaria en México	
José Manuel Palma-García, José Nahed-Toral y José Antonio Torres-Rivera	447
4.2 El sector cafetalero ante el cambio climático: impacto, mitigación y adaptación	
Vinicio de Jesús Sosa Fernández y Robert Hunter Manson	467
4.3 Servicios ambientales en sistemas de café bajo sombra. El caso del carbono en biomasa aérea en la Sierra Madre de Chiapas	
Marisela Guadalupe Salgado-Mora, Carmen Ruíz Bello, José Luis Moreno Martínez y José González Ávalos	485
4.4 Selección de variedades híbridas F1 de café arábica para los sistemas agroforestales mexicanos	
Luc Villain, Jean-Christophe Breitler, Benoît Bertrand, Hervé Etienne, Frédéric Georget, Claudine Campa, Lucile Toniutti y Melanie Bordeaux	501
4.5 Silvopastoreo y cambio climático: avances y barreras en mitigación y adaptación en el sureste de México	
Guillermo Jiménez-Ferrer, Lorena Soto-Pinto, Ángel Piñeiro-Vázquez, Sara Valencia-Salazar, Esaú Pérez-Luna, Armando Alayón-Gamboa, Ángel Jiménez-Santiago, Gilberto Villanueva-López y Juan Carlos Kú-Vera	515
V. Docencia, capacitación y formación de recursos humanos en sistemas agroforestales	
Coordinadora: María del Rocío Ruenes Morales (Universidad Autónoma de Yucatán)	
5.1 Agroforestería: docencia, capacitación y formación de recursos humanos en la península de Yucatán	
María del Rocío Ruenes Morales, Patricia Irene Montañez Escalante, Miriam Monserrat Ferrer Ortega y Andrea Mercedes Flores Flores	535
5.2 La importancia de la agroforestería en los planes de estudio de las carreras agropecuarias de las instituciones de educación superior en México	
Jesús Daniel Grande Cano, José Nahed-Toral y José Manuel Palma-García	555
5.3 Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria en México. Origen, avances, retos y perspectivas	
José Antonio Torres-Rivera y José Manuel Palma-García	571
VI. Vinculación y difusión en sistemas agroforestales	
Coordinador: José Manuel Palma García (Universidad de Colima)	
6.1 Difusión de la agroforestería en Yucatán	
Rita Elena del Castillo Arriaga y Juan José Jiménez-Osornio	597

VII. Incidencia en la Política Pública y la Gobernanza de los Territorios, Regiones y Sistemas Agroforestales de México	
Coordinador: Jesús Juan Rosales Adame (Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara)	
7.1 La transdisciplina en sistemas agroforestales: el punto de vista de Café In Red	
Armando Contreras Hernández	619
7.2 Agencias de Desarrollo Humano Local en Yucatán (ADHL)	
Juan José Jiménez-Osornio, Ángel Lendechy Grajales, Margarita Zarco Salgado y Rodolfo Canto Sáenz	635
7.3 Sistemas (etno)agroforestales y problemas ambientales en México: los contextos, las éticas y las políticas	
Ana Isabel Moreno-Calles, Paola Guadalupe Maldonado Canel, Jesús Juan Rosales-Adame y Fernando Antonio Rosete Vergés	661
7.4 Redes de investigación: formas de organización y claves para su valoración	
Norma Georgina Gutiérrez Serrano	697



Introducción

Los sistemas agroforestales de México

Los sistemas agroforestales integran la deliberada retención o introducción de la diversidad silvestre o forestal en coexistencia con cultivos y animales domésticos en formas de manejo de la tierra predominantemente agrícolas con el objetivo de obtener beneficios ecológicos, económicos y sociales (Nair y Garrity, 2012).

En México, esta forma de manejo tiene una larga historia y se expresa en paisajes y sistemas agroforestales como terrazas, campos elevados y milpas agroforestales donde se conservan la mayoría de la riqueza de los maíces, frijoles, calabazas y quelites nativos así como de especies de frutales locales; huertos familiares para la autosuficiencia alimentaria; agrobosques donde se realiza la producción de café, canela, vainilla, piña y cacao para la obtención de ingresos a través de los mercados locales, regionales y globales; y sistemas agrosilvopastoriles de origen colonial y recientes (Moreno-Calles et al., 2016 a y 2016 b).

El manejo agroforestal integra estrategias de uso múltiple de la diversidad biológica y biocultural que proveen de beneficios ambientales a los seres humanos a escala

local, regional y global. Con éstas se atenúan los efectos de las heladas y la erosión aportando sombra y protección, se suministra de hábitat a especies útiles, se mantiene o incrementa la fertilidad del suelo, se disminuye el efecto de los huracanes en los cultivos, se participa en el control de las quemadas, se proporcionan servicios hidrológicos, por lo que se constituyen en alternativas importantes para la mitigación y adaptación al cambio climático (Jose, 2009; Montagnini et al. 2015). Además, esta forma de manejo integra aspectos culturales, sociales y políticos, como son: las cosmovisiones, los conocimientos, las prácticas y las formas de gobernanza de las unidades sociales que los manejan (Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

En el año 2012 se inició un proyecto apoyado a través de la Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Estos esfuerzos se materializaron en un proyecto con financiamiento de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que tuvo como objetivo caracterizar a los principales sistemas agroforestales de los pueblos de México: la diversidad biocultural que mantienen, sus potenciales, y las amenazas a las que se enfrentan para proponer estrategias que permitan apoyar los procesos locales y regionales que conservan y aprovechan estas formas de manejo.

Para lograr dicha caracterización –la cual sigue en proceso–, se han consultado catálogos y bases de datos en línea sobre los temas mencionados; se han realizado recorridos exploratorios en distintas regiones de México, se ha efectuado investigación detallada de estudios de caso y reuniones con los manejadores de los sistemas. Esto ha permitido la creación de bases de datos, seminarios permanentes, cursos de licenciatura y posgrado, la creación de la Licenciatura en Ciencias Agroforestales de la UNAM, tesis de licenciatura y posgrado, publicaciones en revistas indizadas y varios capítulos arbitrados. A esta caracterización se le ha dado continuidad a través de proyectos con financiamiento de la UNAM.

En relación a lo anterior, en el año 2016 se publicó el libro *Etnoagroforestería en México*, donde participaron más de 25 investigadores mexicanos y extranjeros, que presentaron experiencias de diferentes estados del país: Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Colima, Jalisco, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tlaxcala y Yucatán. La presentación de este libro se hizo en el marco de la “Primera Reunión Nacional de Manejo Etnoagroforestal”, en la que participaron más de 200 personas. En esa reunión se discutió la necesidad de implementar una red que se centrara en la investigación, la docencia, la vinculación y la incidencia política en los sistemas agroforestales. Así nació la idea de crear la Red de Sistemas Agroforestales de México (RedSAM), la cual aborda los sistemas agroforestales desde cinco dimensiones notorias: la nacional, la de grupos, la de sistemas agroforestales, la disciplinaria y la actoral.

El sistema agroforestal es un concepto integrador de disciplinas, regiones, diversidad de sistemas y actores sociales. Lo anterior ha permitido la interacción en los dos primeros años de la RedSAM en tres redes o grupos que funcionaban aisladamente previo a su

conformación. Estos tres grupos son el grupo de Estudios Etnoagroforestales (constituido por etnobiólogos, científicos ambientales, historiadores, antropólogos, geógrafos y sociólogos tradicionalmente interesados en sistemas agroforestales nacionales y locales, quienes se han centrado en el estudio de los huertos familiares, los sistemas en zonas áridas y semiáridas, la agroforestería de descanso largo y de humedales y de agroforestería de zonas tropicales y templadas poco conocida en la literatura global, pero abundante en la nacional, comúnmente ligados a manejadores agroforestales, grupos de pueblos originarios y Organizaciones de la Sociedad Civil [OSC]). Otro grupo lo constituye el Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria (quienes han estudiado e incidido en los sistemas agrosilvopastoriles, donde las ciencias agronómicas y veterinarias y la agroforestería pecuaria toman relevancia, ligados a grupos de productores y ganaderos y con interacciones relevantes con instancias gubernamentales). El tercer grupo lo constituye Café in Red (cuyo énfasis en los sistemas agroforestales se encuentra en la relación del café con las formas de manejo agroforestal, y proviene de disciplinas como la ecología, la economía y la agroforestería. Por la relevancia de este cultivo a nivel mundial, sus miembros tienen importantes interacciones con actores sociales internacionales y nacionales y con grupos de productores de café). A estos grupos de trabajo se han agregado otros, sobre todo a partir de la “Primera Reunión Nacional de la Red de Sistemas Agroforestales de México”, que se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Baja California Sur en noviembre del 2017.

¿Por qué constituirnos en Red Nacional?

1. Desde los años setenta del siglo XX los sistemas agrícolas y agroforestales tradicionales, indígenas y de pequeña escala, han sido el tema de estudio de las ciencias biológicas, agronómicas, de las ciencias sociales y las humanidades en México, que han trabajado de manera separada en su abordaje desde entonces. El estudio de los sistemas agroforestales es aún fragmentado e insuficiente debido al escaso abordaje, conocimiento y colaboración del trabajo entre los colegas. Así también, debido a la preferencia por el estudio disciplinar y su expresión en los distintos tipos de preguntas, el estado de la investigación entre los diferentes tipos de sistemas agroforestales y de las regiones donde se desarrollan, así como los enfoques de investigación y las diferentes metodologías, se dificulta el desarrollo de una ciencia integradora y comprensiva de la problemática y del estado de la investigación y la formación de recursos humanos pertinente para estas formas de manejo. Los estudios comprensivos y comparativos entre localidades, regiones y sistemas agroforestales permitirán incidir de manera más pertinente a escalas locales y regionales, hasta llegar a nivel nacional. La construcción de un marco conceptual común como un ejercicio reflexivo que provea colectivamente bases conceptuales, enfoques, metodologías, perspectivas éticas, métodos, temas emergentes y relevantes de inves-

tigación es un esfuerzo que amerita el soporte de una red nacional en la temática y del financiamiento que esto requería.

2. El estudio de los sistemas agroforestales no tiene más de 35 años en el planeta. Sin embargo, estas formas de manejo se reconocen tan antiguas como la agricultura. Tales experiencias, conocimientos y prácticas de los sistemas agroforestales son requeridas para enriquecer y situar de mejor manera las preguntas de investigación científica, los proyectos y los programas gubernamentales que inciden en los sistemas agroforestales y la vida de sus manejadores. La creación de un espacio de diálogo a través de la Red de Sistemas Agroforestales podría ser importante para la participación de estos actores sociales.

3. En México se reconocen problemas relevantes como la pérdida y cambios en la biodiversidad, incluyendo a los paisajes, sistemas, especies y variedades silvestres y domesticadas; la degradación de los socioecosistemas; la inequidad socioeconómica y la inseguridad alimentaria que afecta principalmente a los campesinos, indígenas y pobres urbanos; los conflictos y la competencia de la agricultura por el agua y el espacio con otras formas de uso del suelo; la migración de la población rural; las políticas inadecuadas para los contextos y necesidades actuales; y los cambios en los patrones climáticos que agravan las situaciones mencionadas. Los sistemas agroforestales se han reconocido como formas de manejo pertinentes para abonar en la solución de tales problemáticas. No obstante lo anterior, se requiere de un esfuerzo centrado en problemas con la inclusión de varias disciplinas de distintos campos de conocimiento, con participación intersectorial y a distintas escalas de incidencia de estas formas de manejo, que es algo incipiente, pero que puede ser desarrollado de manera más efectiva a través de la integración interdisciplinaria e interactoral que puede promover la RedSAM.

4. Los proyectos de ejecución y la incidencia en política pública e instituciones locales pueden tener mayor repercusión a través del trabajo coordinado y participativo de grupos de la sociedad civil y gobierno que ya tienen experiencia con los sistemas agroforestales de México. Este esfuerzo solo puede ser desarrollado a partir de la participación intersectorial, lo cual requiere de un ejercicio a nivel de red y no de un solo sector de la sociedad aislado, como el académico, el gubernamental o el de la sociedad civil.

La Red Temática de Sistemas Agroforestales de México (RedSAM)

En el 2017 fue aprobado el proyecto de Red Temática de Sistemas Agroforestales de México (RedSAM), por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). La RedSAM integra a investigadores, estudiantes, organizaciones de la sociedad civil y representantes gubernamentales que suman 212 miembros pertenecientes a 18 estados en el país y de otros países como Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos, España y Francia. En la actualidad existe representación de 36 instituciones o centros de investigación o educativos

nacionales, 8 instituciones de gobierno y 35 organizaciones de la sociedad civil. Las disciplinas de los integrantes de la Red son variadas, e incluyen ciencias de la sociedad, de la naturaleza, exactas y las humanidades. Asimismo, se encuentran proyectos en el orden local, regional y nacional.

La RedSAM <<http://red-sam.org/>> en su segundo año, tiene como objetivo general “Promover la integración de los grupos de académicos y estudiantes, de la sociedad civil e instituciones gubernamentales interesados en los sistemas agroforestales de México y su contribución a la solución de problemas ambientales y sociales complejos”.

Los objetivos particulares durante el 2017 fueron: i) identificar a los grupos de académicos, estudiantes, de la sociedad civil e instancias gubernamentales, expertos e interesados, nacionales y extranjeros, en la integración de la Red de Sistemas Agroforestales de México; ii) analizar las bases de datos, las experiencias previas, y tanto las necesidades como los vacíos de información en el estudio y la educación de los sistemas agroforestales de México; iii) construir un marco conceptual común a través de un proceso participativo e interactoral que aborde el estado del arte en investigación, educación, vinculación e incidencia en la gobernanza de los sistemas agroforestales de México; y iv) difundir los avances, las acciones y las perspectivas en la investigación, la educación, la vinculación y la incidencia de los sistemas agroforestales de México.

En este contexto, se propuso como actividad relevante para el primer objetivo la ejecución de la “Primera Reunión Nacional de Sistemas Agroforestales de México” la cual se organizó en la Universidad Autónoma de Baja California Sur del 29 de octubre al 1 de noviembre del 2017. La estructura de la reunión se estableció a partir de las temáticas y situaciones consideradas más relevantes en nuestro país en relación con estas formas de manejo y su estudio, a la diversidad de actores sociales que inciden en ellas, que incluyen a la academia y sus redes, las instituciones gubernamentales, las organizaciones sociales y los manejadores agroforestales. La reunión se organizó en siete paneles de ponencias y carteles de los estudiantes, los que se organizaron con la integración de la diversidad de actores sociales en torno a temáticas o situaciones socioambientales consideradas relevantes, estas incluyen: 1. Territorios, paisajes, sistemas agroforestales y beneficios socioambientales; 2. Diversidad biocultural, historia ambiental y etnoagroforestería; 3. Seguridad y soberanía alimentaria, satisfacción de necesidades globales y generación de ingresos de los sistemas agroforestales; 4. Diseño de sistemas agroforestales; 5. Docencia, capacitación y formación de recursos humanos en sistemas agroforestales; 6. Mitigación y adaptación al cambio climático a través del manejo agroforestal; 7. Vinculación y difusión en sistemas agroforestales.

Se organizaron tres mesas de acuerdo con la diversidad de actores sociales representativos en la RedSAM. Estas mesas fueron: 1. Experiencias de redes y asociaciones agroforestales; 2. Política pública y gobernanza en sistemas agroforestales de México; 3. Organizaciones de la sociedad civil y manejadores agroforestales.

En el 2018, la RedSAM continuó con financiamiento Conacyt. En ese segundo año se actualizaron los objetivos particulares: i) Fortalecer la participación, colaboración y equidad entre los académicos que integran la RedSAM; ii) incrementar la colaboración de la RedSAM con actores sociales no académicos (campesinos, productores, ganaderos, organizaciones no gubernamentales, instancias gubernamentales) con experiencia en sistemas agroforestales en el abordaje de problemas ambientales y sociales en México; iii) analizar el estado del conocimiento, las experiencias y las acciones con respecto a las especies, prácticas agroforestales y sistemas agroforestales en el país; iv) proponer estrategias educativas para la formación en sistemas agroforestales con enfoque transdisciplinario; v) analizar el estado de la política pública y las instituciones y su incidencia en los sistemas agroforestales para el abordaje de problemas ambientales y sociales en México; y vi) fomentar la colaboración con redes y experiencias internacionales en sistemas agroforestales.

La presente obra *Los sistemas agroforestales de México: avances, experiencias, acciones y temas emergentes* es el producto de la convocatoria que se lanzó a mediados del año 2017 para recibir los manuscritos en extenso. Como resultado se integran 32 capítulos organizados de acuerdo con las temáticas y los objetivos planteados por la RedSAM en los años 2017 y 2018.

En esta obra participaron 81 autores de 29 Instituciones, que son: Alianza Mexicana para la Conservación de la Vida Silvestre, A. C.; Asociación Etnobiológica Mexicana, A. C.; California State University Dominguez Hills; Cafetalera Nicafrance, S. A.; Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CI-RAD); Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); Cooperativa Ambio, A. C.; Instituto Tecnológico de Conkal (ITC), Mérida; Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN, Oaxaca); Centro Regional Universitario de Oriente (CRUO); Universidad Autónoma Chapingo; Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario (CUIDA) Universidad de Colima; Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente de El Colegio de la Frontera Sur, Herbario de El Colegio de la Frontera Sur; Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSur) Universidad de Guadalajara; Centro Peninsular en Humanidades y en Ciencias Sociales, (Cephcis); Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM); Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia (ENES-Morelia); Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Autónoma de México; Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Chiapas; Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAP); Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR) de la Universidad Autónoma del Estado de México; División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; Institut de Recherche pour le Développement (IRD); Instituto de Ecología A. C.; Instituto Manantlán de Ecología

y Conservación de la Biodiversidad (IMECB); Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO); Observatorio de la Cafecultura Veracruzana; Universidad de la Sierra Sur (UNSI); Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO); Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (IBEA); Facultad de Ciencias Agrícolas (FCA), Universidad Veracruzana; Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias; Centro de Investigaciones Regionales Unidad Biomédicas, Unidad de Proyectos Sociales, Facultad de Economía, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, todas de la Universidad Autónoma de Yucatán; Facultad de Ingeniería Agronómica, Grupo de Investigación en Sistemas Agroforestales Pecuarios, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad del Tolima (Colombia); Red Ambiente y Sustentabilidad; Red Agroforestal de Universidades de Colombia; Red de Sistemas Agroforestales de México (que incluyen 14 universidades y centros de estudios mexicanos y dos extranjeras, tres redes de investigación, de las cuales cinco son extranjeras, cuatro asociaciones y una dependencia de gobierno).

La primera parte del libro, “Territorios, paisajes, sistemas agroforestales y beneficios socioambientales”, señala que los sistemas agroforestales han sido reconocidos por sus múltiples funciones económicas, sociales, culturales y ambientales. Estas funciones pueden ocurrir en distintos niveles, como parcela, paisaje y territorios. Sus características están dadas por la combinación de especies con distintas morfologías y funciones. Las especies leñosas –que pueden ser cactáceas, palmas, bambú, árboles o arbustos– como el elemento distintivo y común de los sistemas agroforestales son clave en estos procedimientos. Las especies leñosas con diferentes estructuras pueden compartir el espacio aéreo y subterráneo aprovechando mejor los monocultivos o sistemas simplificados, los recursos como el agua, el suelo, la luz y la microflora y fauna asociadas de acuerdo con la teoría de nichos separados. Estos complejos de distintas especies y morfología ofrecen al mismo tiempo funciones distintas, lo que aporta multifuncionalidad a los sistemas, paisajes y territorios. Aunado a esta multiplicidad de estructuras y funciones, la cultura ofrece una dimensión más a la complejidad porque, a través de ella, los habitantes dan forma a los paisajes y territorios, a través de su trabajo, prácticas y saberes cotidianos.

Esta sección, coordinada por Lorena Soto Pinto (Ecosur) cuenta con seis capítulos. El contenido se articula a través del paisaje como una construcción social en donde prácticas como las silvopastoriles, los sistemas de café con sombra, el cacao y otros sistemas de cultivos perennes con árboles con prácticas agroecológicas contribuyen a producir alimentos y otros bienes y servicios, al mismo tiempo sustentan la reproducción de familias campesinas quienes a través de sus cuidados conservan los acervos naturales, las semillas, los acervos genéticos y los saberes, entre otros elementos de la cultura. La contradicción entre la conservación y la transformación del bosque puede resolverse, al menos parcialmente, a través del planteamiento de estrategias de manejo silvopastoril mejoradas. En particular, el enriquecimiento de potreros con especies nativas de alta

calidad nutritiva que permita una ganadería extensiva, pero con un manejo más integrado, es identificado como una estrategia promisoría. También se presenta la importancia de los sistemas agroforestales y sus impactos positivos en distintas escalas: local, regional y global, con énfasis en la satisfacción de necesidades locales, la conservación de los recursos naturales y los beneficios ambientales, así como en la mitigación y adaptación al cambio climático. Los sistemas agroforestales juegan un papel importante en localidades con superficies pequeñas y con alta atomización de tierras donde se hace más eficiente el uso del espacio, y pueden ser muy funcionales en contextos de reserva, pues coadyuvan a evitar la deforestación al formar un cinturón en las áreas de amortización como también deteniendo la deforestación al producir productos forestales maderables y no maderables fuera del bosque.

Se discuten, asimismo, las contradicciones al implementar estos sistemas a nivel parcela, la distribución de productos en los mercados locales, regionales y globales, y el papel de los productores, las políticas públicas y las cadenas agroalimentarias globales en la práctica de estos sistemas. También se aborda la necesidad de coherencia en la política para fortalecer la producción de alimentos, fibras y otros productos de las familias de pequeños productores y la necesidad de reconocimiento del papel que juega la cultura y los saberes y prácticas locales en la sustentabilidad de los territorios.

El capítulo “Manejo de sistemas agroforestales con dendroenergía en la sierra de Zongolica, Veracruz” está a cargo de Citlalli López-Binnquist y colaboradores. Los autores realizaron su estudio en esta región montañosa en la que la población, en su mayoría de origen nahua, ha desarrollado sistemas de manejo diversificado con el cual pueden aprovechar las condiciones accidentadas del terreno y el tamaño reducido de sus parcelas. En este trabajo se presentan elementos del manejo tradicional diversificado de las parcelas y las especies, además de que se describen las redes locales para la producción y distribución del carbón.

En el capítulo “Reconversión ganadera bajo un contexto diversificado del uso del suelo a nivel de paisaje” Carlos González-Rebeles y colaboradores apuntan que la ganadería es una actividad productiva de gran importancia pero que puede no ser ambientalmente sostenible considerando la gran cantidad de agua que consume, la variedad de insumos externos que requiere y los desechos resultantes que se concentran localmente, en particular bajo estabulación. Asimismo, impacta en la cubierta vegetal nativa con el cultivo de forrajes y granos utilizados en su alimentación.

Mario Javier Gómez-Martínez y colaboradores presentan el capítulo “Separación o integración para la conservación de biodiversidad y producción en el paisaje cafetalero mexicano” que tiene como objetivo analizar los enfoques *land sharing* o *land sparing* para resolver cuál de ellos sería el más adecuado para el diseño de sistemas agroforestales de café bajo las condiciones actuales de la cafecultura mexicana, lo que permite aumentar rendimientos mientras se conserva la biodiversidad en los diversos paisajes agrícolas.

El capítulo “Los sistemas agroforestales para el mejoramiento de paisajes y generación de cobeneficios en Chiapas” de Elsa Esquivel Bazán y colaboradores presenta un análisis del impacto que generó el establecimiento de cinco sistemas agroforestales en cuatro regiones del estado de Chiapas. Dicho establecimiento se realizó bajo los intereses y necesidades de los productores, por lo cual fue aleatorio. A la vez, éste se impulsó con la posibilidad de la venta del servicio ambiental por captura de carbono en el mercado voluntario.

Lorena Soto Pinto contribuye con el capítulo “Al que a buen árbol se arrima buena sombra le cobija. Importancia de la sombra en cafetales”. En él analiza la multifuncionalidad, definida como la capacidad para producir bienes y servicios socioambientales en el largo plazo. El café de policultivo tradicional con sombra diversa, donde se aplican prácticas agroecológicas, está bien posicionado para proporcionar múltiples funciones socioambientales de aprovisionamiento, regulación, soporte y cultura, que asegurarían una mejor producción y calidad del café que el de cafetales sin sombra y mayores beneficios para la vida de familias de la zona cafetalera.

Esta sección cierra con el capítulo “Etnoagroforestería y cacao en la región del Soconusco en el pasado y el presente” que presenta Janine Gasco y tiene como objetivo revisar lo que se conoce sobre la agroforestería tradicional en un estudio regional de larga duración, el cual se desarrolla en el Soconusco de Chiapas, México, desde la era precolumbina hasta hoy, con un enfoque en el cacao.

La segunda sección “Diversidad biocultural, historia ambiental y etnoagroforestería” está coordinada por Micheline Cariño Olvera (UABCS) y Ana Isabel Moreno Calles (ENES-Morelia, UNAM), y la conforman diez capítulos que abordan los sistemas agroforestales desde las fuentes arqueológicas hasta las históricas en las que se puede encontrar información para historiar dichos sistemas. Las variadas temáticas se rigen por las cosmovisiones locales, que van desde el núcleo duro de la cultura prehispánica hasta las nuevas formas de organización de las sociedades indígenas contemporáneas, o bien, los grupos de rancheros sudcalifornianos.

El primer capítulo de esta sección “Sistemas agroforestales prehispánicos: El caso de Roaguía, Oaxaca, México” es una contribución de Fabio Flores Granados. Este documento propone que los antiguos agricultores tanto de los altiplanos como de las tierras bajas, antes de optar por zonas amplias y llanas propicias para cultivos extensivos (una idea generalizada), más bien habrían seleccionado una amplia variedad de nichos favorecidos por sus características ecológicas intrínsecas. Con base en información arqueobotánica y ecológica junto a datos etnográficos, el autor presenta un modelo de aprovechamiento del ambiente a partir de la implementación de una variedad de prácticas agrícolas y agroforestales, así como de muy diversas estrategias de subsistencia basadas fundamentalmente en la explotación alternada o simultánea de los diferentes nichos ecológicos cercanos al asentamiento prehispánico de Roaguía en las estribaciones surorientales de la Sierra Madre del Sur, en Oaxaca.

El trabajo de Yaminel Bernal Astorga de la Escuela Nacional de Estudios Superiores de la Unidad Morelia-UNAM, titulado “Los archivos históricos: fuentes de estudio para el pasado agroforestal de Michoacán” enriquece la visión interdisciplinaria en el abordaje de los sistemas agroforestales desde una perspectiva histórica, empleando como fuente los archivos de la *Gaceta Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de Michoacán* a finales del siglo XIX, y la revista *El Maestro Rural* de mediados del siglo XX. Ambas ofrecen discursos sobre el manejo de la tierra, los cultivos y sus actores. El objetivo de este trabajo es entrelazar parte del pasado agroforestal en México a partir del documento archivístico, y con ello reconocer actores y acciones aplicadas tanto al uso y manejo de suelos como al esfuerzo de vinculación social del estado.

David Figueroa Serrano y Dídac Santos-Fita, en el texto “Territorio, políticas públicas y sistemas agroforestales en la costa de Michoacán, México”, explican las transformaciones productivas y sociales que las comunidades nahuas de Pómaro, Coire y Ostula han enfrentado en las últimas décadas. Parten de un estudio detallado de los procesos de valoración y construcción del territorio para analizar los procesos de continuidad y desfase de los sistemas agroforestales tradicionales y las políticas públicas ligadas a la conservación y el desarrollo. Los autores discuten cómo el ejercicio de estas políticas ha repercutido en la región serrana y costera en la que habitan y producen su sustento esas comunidades, y cómo ha afectado su acceso a los recursos comunales, su organización productiva y su percepción territorial.

Gabriel Zurita y colaboradores en el capítulo “Mujer, huerta familiar zapoteca y seguridad alimentaria en San Andrés Paxtlán, Sierra Sur de Oaxaca, México” explican cómo y por qué las mujeres desempeñan un papel muy importante en el cuidado y manejo de las huertas familiares, aprovechando las plantas de diversas maneras. De esta manera, ellas contribuyen a la conservación y permanencia de conocimientos tradicionales. En las huertas familiares de San Andrés Paxtlán se usan y manejan 90 especies de plantas comestibles (65 géneros y 32 familias) que son la base de la alimentación familiar y representan una importante fuente de nutrientes. Tal situación además de contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria local, enfatiza el papel de las mujeres en la economía familiar y la cultura regional, en tanto que actrices fundamentales en la construcción de la sustentabilidad.

Eliane Ceccon, en su contribución “Sistemas agroforestales como herramienta de restauración socioecológica del paisaje: el caso de la comunidad indígena Xuajin Me’ Phaa de La Montaña, Guerrero, México” analiza el impacto de prácticas agroforestales en tres tipos de estudio: la restauración productiva, el cultivo en callejones y la producción en traspatios. Se trata de una investigación compleja abocada a la reducción de la pobreza y a la restauración forestal, que llevó a cabo el grupo de investigación del CRIM-UNAM y la organización indígena Xuajin Me’ Phaa, en la Montaña de Guerrero. Primero explica el desarrollo de un diagnóstico participativo para evaluar la sustentabilidad del cultivo

agroforestal orgánico de *Hibiscus sadariffa* (jamaica). En segunda instancia, explica los experimentos agroforestales que mediante la investigación participativa se realizaron para mejorar el rendimiento de ese cultivo. Por último, se estudian las motivaciones comunitarias para la restauración de los traspatios empleando una diversidad de especies con diferentes usos, entre los que prevalece el alimenticio. Los hallazgos y recomendaciones que plantea esta investigación muestran los múltiples beneficios que en términos de sustentabilidad alimentaria y ecológica puede aportar la agroforestería, enfrentando el deterioro ambiental y la pobreza.

Alicia Tenza Peral y colaboradores presentan el capítulo “Estrategias adaptativas y aprovechamiento de la flora silvestre por la cultura ranchera sudcaliforniana”. Las autoras proponen la unión de dos culturas gestadas en la aridez: la mediterránea y la indígena bajacaliforniana. De esa manera se explica la elevada capacidad adaptativa característica de la sociedad ranchera, que tiene por base la austeridad, la autosuficiencia y el aprovechamiento integral de la flora del matorral del desierto sonorense. Ante la amenaza de la pérdida del conocimiento ecológico tradicional de los hombres y mujeres de los ranchos sudcalifornianos, en este trabajo se caracterizan las principales estrategias adaptativas de la cultura ranchera frente a la variación de recursos naturales y a perturbaciones climáticas, donde el manejo de la diversidad silvestre y agroforestal tiene pertinencia. Las autoras concluyen que la cultura ranchera es ejemplo de adaptación a la irregularidad y escasez de los recursos, ha perdurado por siglos, caracteriza la historia sudcaliforniana y puede contribuir a la sustentabilidad local.

José Manuel Pérez Sánchez y Alba González Jácome, contribuyen con el capítulo “El control del agua en las terrazas agrícolas del altiplano central mexicano”. Las terrazas son sistemas agroforestales antiguos; construidas artificialmente para modelar los suelos con inclinaciones naturales y para controlar los procesos erosivos. Los autores presentan aspectos relacionados con la tecnología para el control del agua de lluvia en dos paisajes de terrazas agroforestales: el valle de Toluca y el Bloque Tlaxcala.

Nisao Ogata presenta el capítulo “El cacao (*Theobroma cacao* L., Malvaceae) como sistema agroforestal de diversificación productiva, conservación biológica, cultural y alternativa a la economía para el bienestar de pequeños productores en el sureste de México: Proyecto mazateca, un estudio de caso”. Esta contribución propone que el conocimiento tradicional aplicado al manejo de las selvas lluviosas en el establecimiento de sistemas agroforestales diversificados de cacao –diseñados desde épocas prehispánicas–, puede contribuir a la solución de problemas ambientales complejos en comparación con los actuales sistemas cacaoteros de alto rendimiento establecidos como monocultivos depredadores de la diversidad biológica para abastecer a la industria chocolatera, y se describen los riesgos de adoptar este tipo de sistemas en áreas de alta diversidad biológica y cultural como el sureste de México. Incluye en este capítulo un estudio de caso, se propone una alternativa a la economía para la búsqueda de bienestar de una comunidad

mazateca en el estado de Oaxaca, México, a través de la solidaridad, la autonomía, la autosuficiencia, la sustentabilidad regional y la diversificación productiva como conceptos de organización y de trabajo.

El capítulo de Gerardo Hernández y Enedely Vargas “Las majadas del altiplano potosino: geografía, organización social y variabilidad climática” aborda las majadas como un sistema de producción agrosilvopastoril en el altiplano potosino. Para ello, dividen el capítulo en dos partes. En la primera desarrollan el contexto geográfico de la región de estudio, visto desde la relación que hay entre el relieve y los patrones de asentamiento, los usos del suelo y vegetación, el clima y la caracterización de las sociedades ganaderas (a partir de lo cual se explica la distribución y ubicación de las majadas). En la segunda parte se presentan tres estudios de caso en los que se desarrolló el trabajo de campo y se hizo una etnografía sobre la alimentación y su relación con el territorio.

Roberto Alexander Fisher y colaboradores presentan el capítulo “Agrobosques mexicanos” que es una revisión bibliográfica de los trabajos sobre agrobosques en México. Los autores analizan datos de biodiversidad y los usos que se le dan, la distribución y los grupos culturales que los manejan. A través de esa revisión, identifican la distribución en las vertientes del Pacífico y el Atlántico, así como parte del centro de México y la península de Yucatán.

La tercera parte del libro se titula “Seguridad y soberanía alimentaria, satisfacción de necesidades globales y generación de ingresos de los sistemas agroforestales”, coordinada por Patricia Irene Montañez Escalante de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), y por Sergio Moctezuma Pérez de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM); y está conformada por tres capítulos. En México, muchos de los sistemas de producción tradicional son de tipo agroforestal y su gestión se ha visto afectada por los cambios en los hábitos y costumbres de las diversas sociedades, lo que tiene un impacto directo sobre los procesos productivos, la cultura alimentaria, la salud y la economía, entre otros. Dentro de la RedSAM estos temas se consideran dentro de la dimensión temática y transescalar de seguridad y soberanía alimentaria, satisfacción de necesidades locales y globales y generación de ingresos de los sistemas agroforestales.

En el capítulo de Patricia Montañez-Escalante y colaboradores “Frutales cultivados en los huertos familiares yucatecos y su aporte para la seguridad alimentaria”, los autores señalan los cambios en la alimentación, sobre todo entre los jóvenes, ya que ahora se prefieren alimentos empaquetados, fáciles de transportar y que pueden ser adquiridos en las tiendas. Esto ocasiona que los huertos cambien en su estructura y composición, así como la cultura alimentaria. Por ello, se enfatiza la urgencia de diseñar estrategias para revalorar y diversificar la producción del huerto familiar y así potenciar su impacto en la seguridad alimentaria de las familias. Entre esas estrategias se encuentra la necesidad de rescatar y difundir las recetas tradicionales, promover entre las nuevas generaciones su consumo por el aporte nutricional que tienen, así como revalorar el papel que tienen dentro de su cultura y territorio.

Lo anterior está muy relacionado con lo que se presenta en el capítulo de Sergio Motezuma Pérez y Angélica Espinoza Ortega “¿Quién acude a los mercados y tianguis? Procesos de racionalidad de consumidores en Toluca”. Para responder a la pregunta, los autores combinan herramientas y teorías sobre ecología cultural y antropología de la alimentación para explicar la pervivencia de los mercados y tianguis, considerados como uno de los principales escenarios que incluye los procesos de producción, distribución y comercialización de los productos alimenticios de los seres humanos. Presentan un análisis sobre la penetración de las diversas cadenas de supermercados y los cambios que han propiciado en el proceso de distribución y comercialización de productos para el consumo humano. Lo anterior permite discutir los procesos de racionalidad de los individuos y su papel como consumidores conscientes –o no– de las implicaciones de sus elecciones.

En ese mismo tenor se presenta el capítulo de Sandra Escobar Colmenares y colaboradores “Agroecosistemas y alimentación de grupos domésticos cafetaleros en una comunidad de la Sierra Madre de Chiapas” en el que los autores señalan que el cultivo de café en México se integró a los sistemas tradicionales campesinos que ya existían antes de la introducción de dicho cultivo y que con el paso del tiempo se convirtió en un sistema agroforestal de gran importancia económica y socioambiental. El objetivo de este trabajo fue identificar los alimentos, las plantas alimenticias y los espacios de obtención de estas plantas en los hogares y agroecosistemas cafetaleros en el ejido de La Rinconada, que se encuentra en la Sierra Madre de Chiapas.

La cuarta parte, coordinada por Vinicio Sosa Fernández del Instituto de Ecología A. C. (Inecol) y José Manuel Palma García de la Universidad de Colima (UC), lleva por título “Mitigación y adaptación al cambio climático a través del manejo agroforestal”, comprende cinco capítulos. En el primero, “Avances y retos de la adaptación y mitigación al cambio climático mediante la agroforestería pecuaria en México” de José Manuel Palma y colaboradores, los autores proponen que gracias a la gran riqueza de especies arbóreas de México, los sistemas silvopastoriles (SSP) son una opción viable y de gran potencial para la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos. Además de brindar diversos beneficios económicos, sociales y ambientales, los SSP son una fuente de recursos alimenticios en periodos de sequías prolongadas. Cuando se incorporan los árboles en los sistemas ganaderos se reduce la escorrentía superficial, se incrementa la biodiversidad y se logra un mayor secuestro de carbono que en pasturas sin árboles. Además, la presencia de los árboles contribuye al mejoramiento de la fertilidad del suelo por medio del reciclaje de nutrientes.

En el capítulo “El sector cafetalero ante el cambio climático: impacto, mitigación y adaptación” Vinicio Sosa Fernández y Robert H. Hunter señalan los escenarios futuros para los sistemas agroforestales de café, basados en afectaciones por aptitud climática, incremento en temperatura y reducción de la precipitación pluvial. Ante estos escenarios, los autores proponen una serie de estrategias tanto de adaptación como

de mitigación desde la cafecultura, aunque algunas de ellas compiten a las actividades agropecuarias en lo general. Se plantea la necesidad de política pública acorde al momento, y en particular que la producción de café se reconozca como un sistema agroforestal, asimismo se propone el planteamiento del trabajo colectivo.

Marisela Salgado-Mora y colaboradores presentan el trabajo “Servicios ambientales en sistemas de café bajo sombra. El caso del carbono en biomasa aérea en la Sierra Madre de Chiapas”, investigación que tuvo como objetivo conocer el potencial de captura de carbono para servicios ambientales. Como resultado de los estudios se determinó la biomasa aérea y se analizaron las estructuras arbóreas en dos sistemas agroforestales con café bajo sombra. El primero de ellos bajo sombra de Cortés Amarillo (*Terminalia amazonia*) y otro sistema con sombra del género *Inga* y algunos ejemplares de aguacate (*Nectandra membranacea*).

El capítulo de Luc Villain y colaboradores “Selección de variedades híbridas F1 de café arábica para los sistemas agroforestales mexicanos” muestra cómo a través de un nuevo esquema de mejoramiento varietal entre cultivares y accesiones silvestres de *Coffea arabica* de alta calidad organoléptica y adaptadas al cultivo bajo sombra, se trata de contribuir al implemento de sistemas productivos sostenibles y competitivos de café bajo agroforestería. Esto con el fin de incrementar el bienestar de los pequeños productores y, a través de la conservación de los cafetales bajo sombra, seguir proveyendo a la sociedad mexicana los múltiples servicios ambientales que éstos aportan.

Finalmente, en el capítulo “Silvopastoreo y cambio climático: avances y barreras en mitigación y adaptación en el sureste de México”, escrito por Guillermo Jiménez Ferrer y colaboradores, se discute la importancia de incorporar árboles y buenas prácticas ganaderas en los sistemas silvopastoriles para reducir hasta en un 40% las emisiones de gases con efecto invernadero, así como las barreras y contradicciones socioambientales a diferentes escalas, que hay que superar para la implementación de los sistemas silvopastoriles con componente forestal complejo.

La quinta sección, “Docencia, capacitación y formación de recursos humanos en sistemas agroforestales”, coordinada por María del Rocío Ruenes Morales (UADY), consta de tres capítulos. El primero “Agroforestería: docencia, capacitación y formación de recursos humanos en la península de Yucatán”, de María del Rocío Ruenes Morales y colaboradoras, analiza desde una perspectiva histórica las diferentes instituciones que poseen un programa de licenciatura con perfil de egreso en manejo de recursos. Asimismo, señalan la importancia de formar profesionales y capacitar a los productores en el manejo de sistemas agroforestales que permitan combinar agricultura, ganadería y silvicultura para disminuir el impacto en los sistemas naturales, es decir sin intervención humana. De manera particular atienden al caso de la península de Yucatán. Existe formación de recursos humanos a nivel de licenciatura y posgrado en el manejo de sistemas agroforestales, sin embargo, no existe una caracterización formal que refleje toda la diversidad de sistemas

agroforestales que hay a nivel península. La necesidad de formar recursos humanos en esta área, acorde a cada región, permanece pendiente.

“La importancia de la agroforestería en los planes de estudio de las carreras agropecuarias de las instituciones de educación superior en México” de Daniel Grande y colaboradores señala que a pesar de que en México la agroforestería es importante y se practica en diversas regiones del país, la inclusión de asignaturas agroforestales en las carreras agropecuarias a nivel licenciatura es limitada, y lo mismo sucede en muchas escuelas y universidades latinoamericanas. El objetivo de este capítulo es conocer la situación actual de la agroforestería en los planes de estudio de las carreras agropecuarias de nivel licenciatura, impartidas en universidades y otras instituciones de educación superior públicas y privadas en México.

José Antonio Torres y José Manuel Palma presentan “Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria en México. Origen, avances, retos y perspectivas” donde se hace una reseña de dicho Colegio, sus orígenes, avances y retos. La creación de sociedades del conocimiento a través de la agroforestería como estrategia de producción sostenible como una necesidad y reto en México que permita socializar las experiencias adquiridas en estos 16 años. Además, que el fomento, divulgación y fortalecimiento de los Sistemas Agro y Silvo-Pastoriles (SAySP) a través de la investigación y la política pública, son primordiales para incidir en la conservación del suelo, aire y agua y prácticas culturales y la seguridad alimentaria.

La sexta sección del libro, “Vinculación y difusión de los sistemas agroforestales”, coordinada por José Manuel Palma, se compone de un capítulo: “Difusión de la agroforestería en Yucatán” de Rita del Castillo y Juan José Jiménez Osornio. El texto destaca la importancia de los sistemas agroforestales tradicionales, que han sido base de la cultura maya yucateca, entre ellos la milpa, el solar y el manejo de la vegetación secundaria como Sistemas Agroforestales (SAF) sostenibles. Por otro lado, señala la historia reciente de la investigación y formación de recursos de diferentes instituciones en Yucatán con enfoque de SAF y la necesidad de trabajar en la difusión de los sistemas, discute las características de la difusión, de los agentes de cambio y las acciones recomendadas para lograr una mejor difusión. Asimismo, enfatiza que existen limitantes en este proceso en el país, aunque solo señala el problema sin aportar datos específicos de este fenómeno.

La última sección del libro, la séptima, se titula “Incidencia de la política pública y la gobernanza de los territorios, regiones y sistemas agroforestales de México”, coordinada por Jesús Juan Rosales Adame del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara (CUC-Sur U de G), está conformado por cuatro capítulos. El primero, “La transdisciplina en sistemas agroforestales: el punto de vista de Café In Red” de Armando Contreras Hernández da muestra del trabajo de investigación-acción en red para sistemas de producción de café de sombra. Café In Red es un esfuerzo colectivo entre académicos, organizaciones productivas, empresas y municipios para abordar temas de investigación

en café con un enfoque de reflexión colectiva y métodos participativos en las unidades de producción generalmente indígenas y campesinas. A través del diseño de reglas de gobernanza se realizaron 300 eventos con la participación de casi 7 000 personas. Este trabajo colectivo ha permitido contar con información de calidad en la toma de decisiones y la posibilidad de participar en programas de gobierno como el Pago por Servicios Ambientales (PSA), la venta de café de especialidad, así como el fortalecimiento de los canales de comunicación popular para visibilizar la participación de los campesinos y campesinas, el mejoramiento de las capacidades locales y de la vida institucional regional.

El capítulo “Agencias de desarrollo humano local en Yucatán (ADHL)” de Juan Jiménez-Osornio y colaboradores, es un trabajo en el que los autores documentan la vinculación entre la academia, en este caso la Universidad Autónoma de Yucatán y la Secretaría de Desarrollo Social del Gobierno del Estado de Yucatán (Sedesol). La finalidad de esta colaboración fue evaluar y dar seguimiento al programa de producción social familiar de traspaso a través de la conformación de tres Agencias de Desarrollo Humano Local (ADHL) en los 20 municipios más pobres del estado. Por medio de diagnósticos agroecológicos, de nutrición y económicos se determinaron problemas como baja producción y productividad en sistemas de solar y milpa, escasez de agua, plagas, mal uso de agroquímicos, entre otros. Se encontró que un porcentaje importante de familias presentan algún grado de inseguridad alimentaria, obesidad y sobrepeso por la modificación de la dieta hacia la alta ingesta calórica; los ingresos familiares son de carácter informal y la desorganización productiva dificulta la comercialización a precios justos. La escasa articulación institucional y cambios de estructura generaron el rompimiento de la vinculación en el proyecto con la Sedesol. Sin embargo, la UADY mantuvo en colaboración con la Fundación W. K. Kellogg el trabajo con las ADHL de la región.

El capítulo “Sistemas (etno)agroforestales y problemas ambientales en México: los contextos, las éticas y las políticas”, realizado por Ana Isabel Moreno-Calles y colaboradores, señala que el papel de las políticas públicas y las instituciones locales, así como las éticas que las norman y su relación con el estado actual de la agroforestería están creciendo en interés en México y a nivel global. El objetivo de este trabajo es integrar una síntesis comprensiva de carácter heurístico sobre las relaciones entre las políticas públicas, las formas de gobernanza de bienes comunes, las redes académicas y sociales relacionadas con la agroforestería en el país y su capacidad de incidencia en los problemas ambientales y sociales que se viven en México.

Finalmente el capítulo de Georgina Gutiérrez “Redes de investigación: formas de organización y claves para su valoración”, revisa las formas de organización de redes de investigación, a partir de las cuales se desprenden algunas claves para la valoración de la dinámica de trabajo, las cuales también pueden servir como guías, criterios o pautas de estimación sobre sus procesos, alcances, logros y producciones de conocimiento, tomando como modelo a la RedSAM.

Agradecemos el interés en esta obra y aspiramos a que sea el inicio de la discusión sobre los sistemas agroforestales de México y contribuir para resolver los problemas sociales y ambientales de nuestro país.

Bibliografía

- Cipav (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, Cali, Colombia).
- Jiménez, F. G., Soto, L., Pérez, E. Kú-Vera, J. C., Ayala, A., Villanueva, G., y Alayon, A. (2015). Ganadería y cambio climático: Avances y retos de la mitigación y la adaptación en la frontera sur de México. *Sociedades Rurales Producción y Medio Ambiente*, 15(30), 51-70.
- Jose, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry Systems*, 76(1), 1-10.
- Laurenceau, M., y Soto-Pinto, L. (2015). Sistemas agroforestales para la adaptación al cambio climático en el área protegida La Frailesca, Chiapas, México. *Sociedades Rurales Producción y Medio Ambiente*, 15(30), 19-49.
- Manson, R., Hernández, V., Gallina, S., y Mehlreter, K., (eds.) (2008). *Agroecosistemas Cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad, Manejo y Conservación*. México: Instituto de Ecología / Instituto Nacional de Ecología.
- Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., y Eibl, B. (2015). *Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales*. Turrialba / Cali: CIPAV / CATIE.
- Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Rivero-Romero, A. D., Romero, Y., Fisher Ortiz, R. A., Alvarado, F., Vallejo, M., y Santos-Fita, D. (2016a). Ethnoagroforestry: Integration of biocultural diversity for sovereignty (food) in Mexico". *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12(54), 2-21.
- Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Toledo, V. M., y Vallejo-Ramo, M. (comps.). (2016b). *Etnoagroforestería en México*. Morelia: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moreno-Calles, A. I., Galicia Luna, V., Casas, A., Toledo, M. V., Vallejo, M., Santos Fita, D. y Camou, A. (2014). La Etnoagroforestería: El estudio de los sistemas agroforestales tradicionales de México. *Revista Etnobiología*, 12(3), 1-16.
- Moreno-Calles, A. I., Toledo, V. M., y Casas, A. (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: Una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4), 375-398.
- Nair, P. K. R., y Garrity, D. (eds.) (2012). *Agroforestry The Future of Global Land Use*. Springer Netherlands, 9(22), 542.
- Ruiz de Oña-Plaza, C., y Soto-Pinto, L. (2015). Agroforestería social para la captura de carbono en Chiapas. Más allá del incentivo económico. *Revista Internacional de Ciencias Sociales Interdisciplinarias*, 4(2), 249-263.
- Soto-Pinto, L., Castillo Santiago, M. A., y Jiménez Ferrer, G. (2012a). Agroforestry systems and local institutional development for preventing deforestation in Chiapas, Mexico. En P. Moutinho. *Deforestation Around the World* (pp. 333-350). Londres: InTech Open Access.
- Soto-Pinto, L., Rubio, L., Anzueto, M., y Reyes-García, V. (2012b). Innovación agroforestal mediante un proceso socioambiental en Chiapas, México. En B. E. Bello, E. J. Naranjo y R. Vandame. *La otra innovación para el ambiente y la sociedad en la frontera sur de México* (pp. 106-118). San Cristóbal de las Casas: El Colegio de la Frontera Sur.
- Toledo, V. M. y Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona: Icaria editorial.



Sección I

Territorios, paisajes, sistemas agroforestales y beneficios socioambientales

Lorena Soto Pinto
El Colegio de la Frontera Sur
Coordinadora

1.1 Manejo de sistemas agroforestales con dendroenergía en la sierra de Zongolica, Veracruz

Citlalli López-Binnqüist¹

Patricia Gerez-Fernández²

Miguel Ángel Vega Ortega²

César Martínez Barrientos³

Carlos Roberto Cerdán³

Correo de correspondencia: citlalli_il@yahoo.com

Resumen

La sierra de Zongolica, ubicada en el centro de Veracruz, es una región montañosa donde sus habitantes, de origen nahua, han desarrollado sistemas de manejo diversificado para aprovechar las condiciones accidentadas del terreno y el tamaño reducido de sus parcelas. En estos sistemas agroforestales tradicionales los árboles de encino (*Quercus* spp.) son parte importante y son manejados de forma intensiva para producir carbón y leña. Al igual que en otras regiones de México y del mundo, la demanda y consumo de carbón vegetal está aumentando en las ciudades, principalmente para su uso en restaurantes. Hay un creciente interés a nivel internacional por determinar el efecto del uso de combustibles de origen vegetal y de promover plantaciones forestales, como parte de las políticas para mitigar las emisiones de carbono. Pocos trabajos están documentando la dinámica productiva local en torno a la elaboración de este producto forestal.

En este trabajo presentamos elementos del manejo tradicional diversificado de las parcelas y las especies, y describimos las redes locales para la producción y distribución del carbón. La información proviene de un trabajo cualitativo realizado mediante entrevistas, recorridos en campo y revisión documental, utilizando el enfoque de sistemas socio ecológicos.

1 Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana.

2 Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana.

3 Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana.

Los resultados obtenidos hasta ahora contribuyen a la discusión sobre la importancia de los sistemas agroforestales en territorios indígenas, las necesidades energéticas locales y los cambios en las dinámicas locales de manejo impuestas por mercados externos.

Palabras clave: carbón vegetal, Zongolica, conocimiento tradicional, manejo dendroenergético, diversificación productiva

Abstract

The Sierra de Zongolica, located in the center of the state of Veracruz is a mountainous region where the indigenous Nahua inhabitants have developed diversified management systems adapted to the rugged terrain conditions and to the small size of their plots. In their traditional agroforestry systems, oak trees (Quercus spp.) are an important component and are managed intensively to produce charcoal and firewood. As in other regions of Mexico and the world, the demand and consumption of charcoal is increasing in cities, mainly in restaurants. At international level there is a growing interest to clarify the effect of the use of fuels of vegetable origin, and to sponsor plantation forests as part of the policies designed to mitigate carbon emissions. Few studies are documenting the local dynamics around the production of this forest product. In this paper we describe elements of the diverse traditional management of plots and species, and the local distribution and production networks of charcoal. This study is based on qualitative methods that included interviews, field survey, and bibliographic review using a socioecological approach. The results obtained so far contribute to the discussion concerning the importance of agroforestry systems in indigenous territories, local energy needs, and the changes in management dynamics imposed by external markets.

Keywords: charcoal, Zongolica, traditional knowledge, wood energy management, productive diversification

Introducción

La necesidad de leña como fuente energética ha sido una constante y ha constituido uno de los principales usos de los bosques en México, donde las especies de encino son las de mayor uso desde la época prehispánica (Lesbre, 2007; Adriano-Morán y De Tapia, 2008). Se infiere por los trabajos arqueológicos y paleobotánicos que desde la época prehispánica se llevaba a cabo un aprovechamiento múltiple de especies forestales para leña, madera, fibras y resinas, tal como sucede en la actualidad (López, Chanfón Küng y Segura Warnholtz, 2005). Se ha observado también que históricamente, desde tiempos coloniales, los centros urbanos han dependido de la producción de carbón realizada por un gran número de familias rurales.

Actualmente, a nivel mundial, cerca del 50% de la madera se utiliza para producir

energía, principalmente para cocinar y calentar; y 17% de esta madera es transformada en carbón vegetal (FAO, 2016). Cabe señalar que el principal consumidor del carbón vegetal es la población urbana, tanto para el consumo en hogares como para restaurantes y venta de comida en la calle. A nivel nacional, el consumo urbano absorbe 70% de esta producción y se espera que en las siguientes décadas se incremente paulatinamente (Masera et al. 2004; Argueta-Spínola, 2006; Masera et al. 2010; González-López, 2013; Mwampamba et al. 2013). Entre los estados con mayor producción están Sonora, Tamaulipas, Durango y Chiapas, con casi 75% de la producción nacional (Semarnat, 2016). El estado de Veracruz produce 5 225 metros cúbicos de carbón, alrededor del 1.2% del total nacional, donde la sierra de Zongolica constituye la primera región de mayor producción de carbón a nivel estatal (Semarnat, 2016).

La producción de carbón se ha identificado como una de las causas de degradación forestal, puesto que puede reducir la biomasa arbórea, modificar la composición de especies y la estructura de los bosques, afectar las condiciones de los suelos reduciendo la retención de los mismos y la infiltración del agua, entre otros efectos (Argueta-Spínola, 2006; Fernández-Montes de Oca, 2012). Sin embargo, también se reconoce a la dendroenergía como una alternativa frente a la crisis energética y ambiental generada por el uso desmedido de hidrocarburos (Patiño-Díez y Smith-Quintero, 2008). Cuando la producción de carbón se hace en sistemas manejados de forma sostenible se pueden mitigar los efectos del cambio climático y proporcionar, a la vez, oportunidades de ingresos a los productores locales.

La madera como combustible es una alternativa de energías limpias, dado que proviene de una fuente renovable, no incrementa la emisión de gases con efecto invernadero (GEI), pues el CO₂ que se libera a la atmósfera al quemar la madera fue previamente fijado durante el crecimiento de los árboles (Masera et al. 2004; García et al. 2015). Por ello, su uso como combustible puede contribuir a la estabilización del carbono en la atmósfera al sustituir el uso de los combustibles fósiles no renovables, además de brindar otros servicios ambientales (Guyat-Dupuy et al. 2004; Laird, 2008).

Los bosques sujetos a un buen manejo forestal incrementan la masa boscosa, recuperan áreas degradadas, capturan una gran cantidad de carbono y protegen los suelos de la erosión (Patiño-Díez y Smith-Quintero, 2008). En este sentido, la producción de carbón vegetal podría ser una alternativa para mantener la cobertura arbolada en las zonas montañosas, lo que ya ocurre en algunos ejidos con programas de manejo forestal y con esquemas de certificación de producción, como el promovido por el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible en el municipio de Amanalco, Estado de México (L. Madrid).⁴

En la sierra de Zongolica los bosques han sido parte fundamental de la vida de sus pobladores: proveen recursos alimenticios, medicinales, materias primas para la elaboración de artesanías, materiales de construcción, combustibles, entre otros. A partir de un

4 Comunicación personal, 2016

manejo diversificado desarrollado por la población nahua desde la época prehispánica, el uso de recursos forestales ha constituido base de su vida material y espiritual. El paisaje de esta sierra está conformado por un mosaico heterogéneo de espacios destinados a diferentes usos en los que se combina una variedad de especies agrícolas y forestales bajo distintas intensidades de manejo.

Este trabajo tiene como objetivo describir el manejo diversificado de las parcelas donde se combinan distintos usos agrícolas con el uso de encinos para la producción de leña y elaboración de carbón. Asimismo, analizamos las relaciones que se establecen entre los dueños de los encinos y los campesinos productores de carbón, conocidos como “maestros carboneros”. Se exploran los posibles factores que condicionan la continuidad del manejo de encino y elaboración de carbón en un contexto actual donde las políticas públicas y los mercados influyen en la permanencia o aparición de ciertas formas de producción a partir de la demanda de tipos específicos de productos, cantidades y calidades.

En la primera parte se describen las principales características biofísicas y socioeconómicas de la sierra de Zongolica. En la segunda parte se aborda el manejo de dos parcelas agroforestales, contrastantes en su ubicación altitudinal, en las que predomina el componente de árboles de encino para dendroenergía, y se evidencian las adaptaciones que los dueños han desarrollado frente a la diversidad de condiciones biofísicas de sus terrenos. En la tercera parte se presentan antecedentes de la producción de carbón y se describen las cadenas productivas que se han identificado en función del tipo de participación de diversos actores sociales: dueños de árboles de encino, productores de carbón, compradores, acaparadores al interior y fuera de la región. Por último, como reflexión final, se presentan algunos temas como sugerencias para futuros estudios.

Marco interdisciplinario

Para comprender los factores que influyen en el manejo forestal y agroforestal e identificar la dinámica actual en las formas de acceso, uso de los recursos y prácticas productivas, se requiere analizar de manera integral su contexto histórico, social, cultural y ambiental. Es necesario también caracterizar los vínculos que se establecen con los mercados, las relaciones entre los diversos actores involucrados en ello, y los problemas que enfrentan para llevar a cabo su actividad. Estamos frente a sistemas socioecológicos donde la intervención humana sobre los ecosistemas ha generado un conocimiento local, al mismo tiempo que ha ejercido una profunda transformación sobre un sistema natural, modificándolo y adaptándose a través de ciertas prácticas (Ortega Uribe et al. 2014). Por ello en este tipo de análisis se incorpora un enfoque interdisciplinario que ayuda a comprender tanto las interacciones actuales entre naturaleza y sociedad, como la significación del conocimiento ecológico tradicional en la dinámica socioproductiva (Alcorn, 1983; Berkes et al. 2000).

Para este estudio se realizó trabajo de campo entre febrero y septiembre del 2017,

consistiendo de observaciones directas, acompañamiento a dueños de bosque y carboneros, y aplicación de entrevistas a informantes clave involucrados en la actividad carbonera. Se diseñaron dos entrevistas, una abierta y otra semiestructurada, para generar información cualitativa. Estas se dirigieron a: i) productores y vendedores de carbón vegetal, y ii) dueños de bosque, sobre las prácticas agroforestales en sus parcelas. Se realizaron entrevistas a 14 personas, de las cuales ocho se dedican a la elaboración de carbón y venta; cuatro son intermediarios; y dos son maestros carboneros. Posterior a las entrevistas, se hicieron varias visitas a seis parcelas donde se aplicó parcialmente la metodología de diagnóstico y diseño agroforestal (Raintree, 1987); estas modificaciones consistieron en realizar el diagnóstico biofísico, agroforestal y social (Somarriba, 1998).

Zona de estudio

La sierra de Zongolica se ubica en la llamada región de las Altas Montañas de Veracruz. Limita al norte con el valle de Acultzingo, al noroeste con Orizaba, al sur con el estado de Oaxaca, al este con el valle de Tezonapa y al oeste con el estado de Puebla (Figura 1). Se caracteriza por un sustrato geológico de rocas calizas, predominantemente kárstico, con presencia de numerosos sótanos, con topografía abrupta y valles estrechos, y pocos ríos superficiales, lo que le imprime condiciones agroproductivas difíciles (Fotografía 1).

La sierra está conformada por 14 municipios con una alta densidad de población, 178.21 hab/km², donde 81 % de su población total es hablante del náhuatl (INEGI, 2011). La propiedad de la tierra es predominantemente de pequeñas propiedades minifundistas, 77% son pequeñas propiedades, 22% son ejidos, y 1% es propiedad comunal. El tamaño promedio de las propiedades se estima en 3 ha, muy por debajo del promedio estatal correspondiente a 9.9 ha (INEGI, 2007). Estas condiciones de propiedad minifundista de la tierra, aunado a las características biofísicas del terreno y el uso diversificado de las parcelas han generado un paisaje muy heterogéneo generado por la presencia humana.

Entre los 14 municipios que conforman la sierra, ocho se reconocen históricamente como productores de carbón vegetal; sin embargo, actualmente sólo en cuatro se mantiene la producción comercial de este producto (Figura 1, Fotografía 1). Este trabajo se realizó en Tequila, Atlahuilco y Xoxocotla, los cuales abarcan un rango altitudinal de 1 700 a 2 700 msnm, con clima frío-húmedo, abundantes lluvias en verano, y una temperatura media anual entre 14° y 22° C. El tipo de vegetación es bosque mixto de pino-encino, dominado por *Pinus patula*, *P. oocarpa*, *P. strobus* var. *chiapensis*, *P. pseudostrobus*, asociadas con especies de *Quercus rugosa*, *Q. crassifolia*, *Q. oleoides*, *Quercus* spp., *Alnus acuminata* y *Arbutus* sp. (Ellis y Martínez-Bello, 2010) (Fotografía 1).

El manejo diversificado de parcelas agroforestales con producción de carbón y de leña

Las parcelas de los productores de esta región son sistemas agroforestales, por definición, dado el arreglo e interacción que presentan entre los componentes arbóreos y agrícolas en el espacio, y por sus interacciones cronológicas (Sinclair, 1999). En el estudio se caracterizaron seis parcelas ubicadas en tres municipios; sin embargo, en este capítulo se presentan dos parcelas agroforestales, seleccionadas por ubicarse en diferentes altitudes y mostrar la diversidad en cuanto a usos y prácticas de manejo. La parcela 1 presenta una producción diversificada en cuanto al uso del terreno y los productos obtenidos; mientras que en la parcela 2 predomina la actividad forestal (Cuadro 1).

Parcela 1: Producción agroforestal diversificada

La parcela 1 tiene una extensión de 1.9 hectáreas; presenta una orientación noreste (NE) y se ubica en la parte alta de la cabecera municipal de Tequila. El dueño de esta parcela, de 73 años, es “mayordomo” en la mayoría de las actividades religiosas de la Iglesia católica; es también uno de los pocos “maestros carboneros” que de manera continua produce carbón en su parcela y en las de otras personas. Su unidad doméstica está conformada por cuatro familias ligadas por relaciones de parentesco (casas de hijos y nietos dentro de la parcela). La mayoría de las mujeres se dedican a las labores del hogar; los jóvenes, mujeres y hombres, han tenido acceso al sistema educativo, por ejemplo, la esposa de uno de los nietos se graduó de ingeniería forestal en el Instituto Tecnológico Superior de Zongolica. En las actividades agrícolas colaboran todos los miembros de la unidad doméstica, principalmente en el manejo de la milpa, frutales y cultivos de flores; mientras que en las actividades relacionadas con la producción de carbón únicamente el dueño las realiza. A todos los miembros de esta unidad doméstica les interesa continuar con la actividad del carbón a largo plazo pues consideran que obtienen buenos rendimientos. Sin embargo, identifican dos limitantes para el futuro de esta actividad: los precios bajos y la escasez de mano de obra para su elaboración.

En esta parcela se identificaron tres fracciones diferentes que representan una ubicación distinta en la misma, y presentan condiciones biofísicas, de manejo y productiva específicas (Cuadro 2, Figura 2).

La primera fracción ubicada cerca de la casa-habitación, cubre alrededor de 30% del total de la parcela (menos de 6 000 m²), presenta una pendiente promedio de 30%, con afloramientos rocosos que cubren un tercio de esta fracción (Cuadro 2). Su topografía se puede describir como una pequeña cañada, por lo que recibe poca radiación directa pero mucha humedad. Está destinada a los usos de autoconsumo, en orden de dominancia

se mantienen plantas de café (*Coffea arabica*) y plátano (*Musa paradisiaca*), intercalados con nopales (*Opuntia ficus-indica*), alcatraces (*Zantedeschia aethiopica*) –utilizados para arreglos religiosos– acuyo (*Piper auritum*) en las áreas más húmedas, guías de chayote (*Sechium edule*), tres árboles de durazno (*Prunus persica*) y uno de aguacate (*Persea americana*). La especie más abundante es la limonaria (*Murraya paniculata*), sembrada en hileras transversales a las pendientes, a manera de bordos para retención de suelo. Esta especie se vende para la confección de arreglos florales. Tanto por sus componentes como por sus interacciones, esta fracción podría considerarse como un sistema agroforestal “huerto casero” (Sinclair, 1999).

En la segunda fracción se realiza un manejo destinado a la producción de leña y carbón de encino. Este fragmento abarca 40% del total de la parcela (aproximadamente 7 500 m²). La pendiente es pronunciada y presenta afloramientos de roca kárstica (Cuadro 2). En esta fracción dominan los encinos (*Quercus* spp.), cuya especie *Q. rugosa* convive con dos árboles de madroño (*Arbutus* sp.), cinco individuos de ilite (*Alnus acuminata*) y dos de laurel (*Litsea glaucescens*); las tres últimas especies se destinan al autoconsumo de leña y madera para construcción, mientras que el encino se maneja únicamente para la elaboración y venta de carbón vegetal.

El método de manejo silvícola que llevan a cabo se conoce como “monte bajo” con el cual permiten que crezcan los rebrotes de encino, para después aprovecharlos en un ciclo de corte entre 10 y 15 años. Una vez que cortan los encinos, elaboran el carbón y extraen la leña; en el periodo, mientras los rebrotes crecen y su altura lo permite, los dueños siembran milpa intercalada durante tres ciclos, hasta que el crecimiento del encino reduce la radiación e impide el desarrollo de la milpa. Se siembra maíz, calabaza y frijol (*Zea mays*, *Cucurbita maxima* y *Phaseolus vulgaris*); además de mantener varias limonarias (*M. paniculata*). De esta manera se organizan ciclos temporales de uso forestal con un uso agrícola. Esta combinación favorece la reducción de la erosión pues debido a la fuerte pendiente, el encino retiene el suelo cuando la milpa esta intercalada. Por sus interacciones, esta práctica de manejo podría corresponder a un sistema agroforestal secuencial a lo que Sinclair (1999) llama “cultivo en callejones”.

La última fracción de la parcela mide aproximadamente 6 000 m²; está destinada al uso forestal con plantaciones de pino. La pendiente media es 35%, con un 40% de afloraciones rocosas (Cuadro 2). La única especie arbórea es ocote (*Pinus patula*) sembrada con la finalidad de vender a futuro tablones de madera. De acuerdo a Sinclair (1999), esta práctica corresponde a un sistema agroforestal similar al de “barbecho mejorado”.

Parcela 2: Producción de madera y carbón

Esta parcela correspondería a una de las más grandes incluidas en el estudio, se localiza en el municipio de Xoxocotla. Tiene una extensión de 6 ha y presenta una orientación general al Este, por lo que recibe buena radiación solar.

El dueño de esta parcela, de aproximadamente 40 años, vive con su esposa y sus dos hijos (6 y 5 años). Su parcela está alejada de su casa, razón por la que se destina al aprovechamiento de carbón y madera, dado que las actividades agrícolas le requieren mayor atención. Considera que la producción forestal es rentable y que la elaboración de carbón le permite un ingreso extra, a pesar que debe esperar varios años para el corte. Tiene interés por mantener esta combinación de actividades porque conoce bien los ciclos de aprovechamiento de la madera de pino y de los árboles de encino, y porque cuenta con el equipo necesario, motosierra y otras herramientas para procesar la madera que vende.

En esta parcela se identificaron cuatro diferentes fracciones con distintos tipos de manejo y aprovechamiento forestal (Cuadro 3, Figura 3). La primera fracción, de aproximadamente 2 ha, se ubica en pendientes de 20% y tiene pocos afloramientos rocosos (aproximadamente 15% de su superficie), los suelos presentan una buena cantidad de materia orgánica. Esta fracción se dedica a la plantación de pino (*P. patula*) para venta de tablones que el mismo dueño asierra.

La segunda fracción es la más extensa, abarca 3 ha, su pendiente es abrupta (70%), y las afloraciones rocosas kársticas cubren 35% (Cuadro 3). El suelo presenta buena cantidad de materia orgánica, debido a la hojarasca de encinos y pino (respectivamente 70% y 30% del arbolado). Se destina a la plantación de pinos para venta de madera en tablones, y encinos para la producción exclusiva de carbón vegetal. La tercera fracción presenta una pendiente abrupta (60%) y 30% de afloraciones rocosas, cubierta exclusivamente con encinos para carbón vegetal (Cuadro 3). La cuarta fracción es la más pequeña, aproximadamente 6 000 m², y plana con 10% de pendiente, destinada a la milpa (Cuadro 3). En las fracciones 2 y 3 (donde se produce carbón), el propietario permite que los vecinos siembren maíz durante dos o tres ciclos, hasta que los encinos vuelven a crecer, como parte del manejo que realizan tradicionalmente. Estas dos fracciones corresponderían por sus interacciones a lo que Sinclair (1999) cataloga como un sistema agroforestal secuencial de “cultivo en callejones”.

La producción de carbón y cadenas productivas en la sierra de Zongolica

El mantenimiento de los sistemas agroforestales con producción de carbón y leña depende en gran medida de la demanda. Se puede afirmar que el tipo de manejo e intensidad sobre los sistemas forestales y agroforestales están directamente ligados a la demanda local y a la demanda de los mercados regionales y nacionales. Por lo anterior, presentamos la conformación de las cadenas productivas de carbón activas en esta región.

Históricamente el carbón ha sido utilizado para la preparación de platillos especiales, para proveer de calor durante el invierno y, desde la Colonia, ha sido un producto con

demanda fuera de la sierra de Zongolica (Boege, 2008; Morales-Carbajal, 2009). Actualmente, su comercio está controlado por intermediarios locales y externos que compran a los productores a pie de camino (cerca del lugar de elaboración), o bien acopian la producción local en ciertos lugares. Los carboneros venden su producto en costales de 20 a 25 kg; los acopiadores locales lo empaquetan en bolsas de 2 kg para venta a los intermediarios externos, quienes lo llevan al comprador final. El carbón producido en la sierra se destina a mercados cercanos como Orizaba y Córdoba, así como a plazas de mercados distantes, entre las cuales se identificó Tehuacán, Tepeaca, la ciudad de Puebla, Tlaxcala, e incluso Cuernavaca (Figura 4).

Las cadenas productivas del carbón están conformadas por al menos cinco tipos de agentes involucrados (Figura 5): propietarios de bosque (P), carboneros (C), acopiadores (A), comerciantes (M) y usuarios finales (U). Cada tipo de agente puede tener diferentes características, algunos de los cuales pueden ser la misma persona. A partir de las entrevistas realizadas elaboramos una caracterización de los diferentes agentes de acuerdo a su grado de participación en el proceso productivo del carbón o al ámbito donde se ubica su trabajo.

Respecto a los propietarios del bosque (P en la Figura 5) identificamos cinco tipos. Hay quienes elaboran directamente el carbón (es decir son propietarios y carboneros) para vender a los acopiadores o a comerciantes de diversa índole. Otros dueños contratan carboneros para elaborar el producto y vender; en algunos casos establecen acuerdos con el carbonero para dividir por mitad las ganancias del producto. Algunos dueños venden sus árboles a los carboneros para que éstos corten y elaboren el carbón. Una variante es la renta al carbonero, de la fracción con bosque, quien después de elaborar y extraer el producto utiliza la tierra para sembrar maíz durante tres ciclos agrícolas, hasta que los rebrotes de los encinos impiden el crecimiento de los cultivos; esto, como se mencionó, correspondería al sistema agroforestal temporal de cultivo en callejones.

Entre los carboneros (C en la Figura 5) se han identificado varias características dependiendo de cuánto tiempo le dedican al año, si son dueños de los árboles o si se contratan para esta actividad. En la actualidad quedan pocas personas que sepan elaborar un carbón de calidad. Por su parte, la compra-venta del carbón la realizan los acopiadores o intermediarios, y los comerciantes.

Encontramos tres tipos de acopiadores (A en la Figura 5): los carboneros que acopian; los intermediarios locales que tienen a sus proveedores ya conocidos durante largo tiempo; y los intermediarios regionales que circulan en las localidades acopiando la producción regional.

Entre los comerciantes identificamos tres diferentes tipos (M en la Figura 5), los comerciantes que venden localmente en pequeñas tiendas; las personas locales que compran a los acopiadores y venden al mayoreo; y los comerciantes externos que compran en la sierra de Zongolica pero que llevan el producto a las ciudades donde se consume. Finalmente, se han identificado tres clases de usuarios del carbón (U en la Figura 5), local-

mente están los consumidores domésticos; los consumidores comerciales; así como los usuarios de centros urbanos regionales y lejanos, hacia dónde se dirige el mayor volumen de carbón producido en la sierra.

Los vínculos desarrollados entre estos agentes representan diversos tipos de cadenas productivas, algunas amplias, otras concentradas en pocas personas; de esta manera se identificaron cuatro tipos de cadenas de comercialización del carbón (Figura 6).

Reflexiones finales

Este estudio de caso nos permite describir las condiciones en las cuales se mantiene un sistema agroforestal relacionado con la producción de carbón y leña en la sierra de Zongolica, y mostrar cómo se vincula con cambios en los mercados dominados por demandas esencialmente urbanas que influyen en su permanencia a futuro. Este caso también muestra la dificultad de utilizar la definición de agroforestería a partir de las interacciones entre los componentes agrícolas y forestales, ya que los límites de dichas interacciones son difíciles de acotar.

El conocimiento detallado que los habitantes de la sierra de Zongolica han desarrollado sobre las condiciones ambientales y el potencial de sus parcelas se manifiesta en la combinación productiva a largo plazo, agrícola y forestal, representada por diferentes usos de su espacio productivo y de las prácticas de manejo. Cada uso del suelo está ubicado en áreas específicas dentro de la parcela, que consiste de diferentes secuencias temporales y espaciales, para generar diversos tipos de productos, algunos de autoconsumo y otros para venta (López-Binnqüist et al. 2017).

La producción de carbón y leña se conserva como parte de un manejo diversificado; se trata de una actividad que genera ingresos y abastece una necesidad cotidiana de energéticos para la preparación de alimentos, dentro y fuera de la región. Sin embargo, como sucede con otros productos rurales y tradicionales, actualmente la demanda principal proviene de regiones fuera de los sitios originales de producción y uso. Hecht et al. (2012) han observado que el manejo de ciertos recursos forestales se inserta en nuevas dinámicas de mercados, cada vez más frecuentes y complejas, entre los ámbitos urbanos y rurales. Actualmente la presión de los mercados emergentes urbanos obliga a poner atención en los cambios que ocurren en la relación campo-ciudad y la forma en que éstos influyen en el manejo de ciertos recursos, por su repercusión en la configuración de los paisajes productivos. Una creciente demanda de los mercados urbanos, como sucede con el carbón en la sierra de Zongolica, ejercería una presión mayor sobre los sistemas productivos locales, haciéndolos vulnerables y, probablemente, afectando su resiliencia.

Por otro lado, a pesar que la producción de carbón es una actividad que se ha realizado desde la antigüedad –siglos, sin exagerar– dentro de sistemas agroforestales intensivos que combinan el manejo de los encinos y la milpa, las políticas públicas no consideran

a esta actividad como una práctica legal. Los diferentes actores locales involucrados en esta actividad han generado reglas internas locales que les permiten cosechar y transformar los árboles en carbón vegetal, las cuales respetan los ciclos productivos de las especies y establecen acuerdos para el acceso a los árboles con los dueños de las parcelas. Actualmente, en su relación comercial con los mercados externos a la región, esta actividad se practica sin permisos institucionales y por tanto al margen de las regulaciones legales. Por ello, quienes se dedican a ella están sujetos a bajos precios y expuestos al acaparamiento por quienes surten la demanda de los mercados extrarregionales. Es importante reconocer que esta actividad mantiene la diversidad agroproductiva de estos ecosistemas de montaña, y que proveen de productos y servicios ambientales a las regiones aledañas. Por lo tanto, se necesita visualizar estas prácticas para promover condiciones que reduzcan la marginalidad en la que se desarrolla.

Otro de los factores que puede poner en riesgo la continuidad de esta actividad y, por lo tanto, la permanencia de estos sistemas es la pérdida de interés entre los jóvenes para aprender el proceso de elaboración de carbón, el cual involucra desde el manejo de los encinos, la construcción del horno y elaboración del carbón, embalaje y transporte. Como se ha identificado en otros estudios sobre la sierra de Zongolica (Martínez-Canales, 2013), la transmisión del conocimiento local se encuentra en riesgo pues los jóvenes no se interesan por aprender las actividades tradicionales, entre las que se encuentran la siembra de la milpa y la elaboración de artesanías. Es necesaria la revalorización de estas prácticas dentro y fuera de las regiones de producción, dado que forman parte de una cultura milenaria, contiene un profundo conocimiento ambiental sobre el potencial productivo de sus tierras, mantiene relaciones sociales, y conserva ecosistemas de montaña.

En el ámbito nacional e internacional, la producción de carbón vegetal y de leña está adquiriendo mayor importancia en el contexto de la reducción de gases con efecto invernadero y la mitigación de los efectos del cambio climático. Se trata de una alternativa sustentable para la generación de energía a nivel local que permite mantener una cubierta forestal a través de sistemas de manejo, y que incorpora, a su vez, un conocimiento tradicional y fomenta actividades productivas en tierras marginales. Por ello, es necesario impulsar estudios técnicos que generen información respecto a la captura de carbono en el manejo de los sistemas agroforestales y las emisiones generadas en su producción.

En este contexto, se requiere de nuevos acercamientos y formas de concebir y regular la producción de carbón y de leña, reconociendo un manejo tradicional que ha permitido el aprovechamiento constante de especies útiles de importancia económica, social y cultural, como los encinos. Es necesario realizar estos estudios en diferentes regiones con el fin de contar con información detallada sobre el manejo y los beneficios ambientales que estos sistemas agroforestales están generando. Entre los aspectos que requieren estudios para comprender con más profundidad estos sistemas agroforestales están: los efectos ecológicos a mediano y largo plazo sobre las condiciones de los bosques; la via-

bilidad de las poblaciones de especies arbóreas sujetas a este tipo de manejo intensivo; la productividad de estos sistemas y sus ciclos de producción; la relación entre los gases de efecto invernadero emitidos frente al CO₂ capturado; el papel en la economía familiar; la dinámica de las redes de comercialización relacionadas con esta actividad; y los cambios recientes en la demanda urbana de estos productos y su posible efecto sobre el manejo de los encinares. Información de este tipo permitirá generar estudios que incidan en las políticas públicas con impacto en el uso y acceso de recursos forestales que conforman parte de los territorios de comunidades y pueblos originarios.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los productores de carbón y dueños de parcelas con manejo de encinos por su tiempo y atención durante las visitas de campo; a la Lic. Fortunata Panzo Panzo por su invaluable apoyo en campo. Este trabajo se llevó a cabo con recursos de la Universidad Veracruzana, a través del premio 2017 “Investigación interdisciplinaria en torno a problemas relacionados con temas transversales”.

Bibliografía

- Adriano-Morán, C. C., y De Tapia, E. M. (2008). Trees and shrubs: the use of wood in prehispanic Teotihuacan. *Journal of Archaeological Science*, 35(11), 2927-2936.
- Alcorn, J. (1983). El Te'lom huasteco: presente, pasado y futuro de un sistema de silvicultura indígena. *Biotica*, 8(3), 315-331.
- Argueta-Spínola, C. (2006). *Descripción y análisis de dos métodos de producción de carbón vegetal en el estado de Tamaulipas*. Tesis profesional en ingeniería agrónomo. Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco, México.
- Berkes, F., Folke, C., y Colding, J. (eds.). (2000). *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Boege, E. (2008). *El patrimonio biocultural de pueblos indígenas de México: Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia / Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Ellis, E. A., y Martínez-Bello, M. (2010). Vegetación y Uso de Suelo de Veracruz. En E. Florescano y J. Ortiz (eds.). *Atlas del Patrimonio Natural, Histórico y Cultural del Estado de Veracruz, Tomo 1, Patrimonio Natural* (pp. 203-226). Xalapa, Veracruz: Comisión para la Conmemoración del Bicentenario de la Independencia Nacional y del Centenario de la Revolución Mexicana / Gobierno del Estado de Veracruz.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). (2016). *Anuario FAO 2014 de productos forestales*. (Colección FAO Forestal # 49, Colección FAO Estadística # 205). Recuperado de: <http://www.fao.org/forestry/statistics/80570/en/>
- Fernández-Montes de Oca, A. (2012). *Impactos de la producción clandestina de carbón vegetal sobre los patrones espaciales de degradación forestal en la cuenca de Cuitzeo, Michoacán*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia.
- García, C. A., Riegelhaupt, E., Ghilardi, A., Skutsch, M., Islas, J., Manzini, F., y Masera, O. (2015). Sustainable bioenergy options for Mexico: GHG mitigation and costs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (43), 545-552.
- González-López, J. (2013). *Modelado espacial de la dinámica de los bosques de Quercus manejados para carbón vegetal en la cuenca del lago de Cuitzeo, Michoacán*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Guyat-Dupuy, M. A., Mercadet, A., y Padrón-Pérez, R. (2004). La dendroenergía: Consideraciones generales. *Revista Forestal Baracoa*, (23), 129-136.
- Hecht, S., Kandel, S., Morales, A., y Cuéllar, N. (2012). Introduction. Migration and Natural Resources: Comparative Case Studies in Politics, Localities and Ruralities. En S. Hecht S. Kandel y A. Morales (eds.). *Migration, livelihoods and natural resources* (pp. 15-32). El Salvador: PRISMA Foundation / International Development Research Centre / Ford Foundation.
- INEGI (Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática). (2007). *VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Tabulados básicos*. [En línea] <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/default.aspx?c=17177&s=est> Consultado mayo y junio 2017.
- INEGI (Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática). (2011). *Censo de Población y Vivienda 2010: Tabulados del Cuestionario Básico*. [En línea] <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>. Consultado 12 de junio, 2017.
- Laird, D. A. (2008). The Charcoal Vision: A Win-Win Scenario for Simultaneously Producing Bioenergy, Permanently Sequestering Carbon, while Improving Soil and Water Quality. *Agronomy Journal*, 100(1), 178-181.
- Lesbre, P. (2007). Los fuegos del Palacio real de Tetzcoco (Mapa Quinatzin): ¿Una alusión a la realeza sagrada? *Estudios de cultura náhuatl*, (38), 101-127.
- López, C., Chanfón Küng, S., y Segura Warnholtz, G. (2005). *La riqueza de los bosques mexicanos: más allá de la madera. Experiencias de comunidades rurales*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales / Comisión Nacional Forestal / Center for International Forestry Research.
- López-Binnqüist, C., Hidalgo-Ledesma, R., y Panzo-Panzo, F. (2017). "Keeping our milpa": maize production and management of trees by Nahuas of the Sierra de Zongolica, Mexico.

- En: P. Sillitoe (ed.) *Indigenous knowledge: Enhancing its contribution to natural resources management* (pp. 40-51). Reino Unido, Centre for Agriculture and Biosciences International Publishers
- Martínez-Canales, L. A. (2013). Cultura y economía para la sobrevivencia: procesos y relatos desde el etnoterritorio nahua de Tehuipango, en la sierra de Zongolica, Veracruz. *Anales de Antropología*, 47(1), 73-108.
- Masera, O. R., Arias, T., Ghilardi, A., Guerrero G., y Patiño P. (2010). *Estudio sobre la evolución nacional del consumo de leña y carbón vegetal en México 1990-2024*. (Tercer informe: Estimación de los consumos nacionales de leña y carbón vegetal para el periodo 2009-2024. Documento para la Secretaría de Energía).
- Masera, O. R., Guerrero, G., Ghilardi, A., Velázquez, A., Mas, J. F., Ordóñez, M. J., Drigo, R., y Trossero, M. A. (2004). *Fuelwood "hot spots" in Mexico: a case study using wisdom-woodfuel integrated supply-demand overview mapping*. Roma: Universidad Nacional Autónoma de México / Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación / Wood Energy Programme.
- Morales-Carbajal, C. (2009). *Las voces de la montaña: dialogo a través del ritual entre los nahuas de Zongolica, Veracruz*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mwampamba, T. H., Ghilardi, A., Sander, K., y Chaix, K. J. (2013). Dispelling common misconceptions to improve attitudes and policy outlook on charcoal in developing countries. *Energy for Sustainable Development*, 17(2), 75-85.
- Ortega Uribe, T., Mastrangelo, M. E., Villarreal Torrez, D., y Piaz, D. (2014). Estudios transdisciplinarios en socioecosistemas: reflexiones teóricas y su aplicación en contextos latinoamericanos. *Investigación Ambiental, Ciencia y Política Pública*, 6(2), 151-164.
- Patiño-Díez, J. F., y Smith-Quintero, R. (2008). Consideraciones sobre la dendroenergía bajo un enfoque sistémico. *Revista Energética*, (39), 19-34.
- Raintree, J. B. (1987). The state of the art of agroforestry diagnosis and design. *Agroforestry Systems*, (5), 219-250.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2016). *Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2015*. [En línea] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/181383/ANUARIO_FORESTAL_2015.pdf
- Sinclair, F. (1999). A general classification of agroforestry practice. *Agroforestry Systems* 46(2), 161-180.
- Somarriba, E. (1998). Diagnóstico y diseño agroforestal. *Agroforestería en las Américas* 5(17/18), 68-72.



Fotografía 1. Paisaje de la zona alta de la sierra de Zongolica, producción de milpa y parches con árboles de pino y encino utilizados para dendroenergía. Fotografía M. A. Vega Ortega.

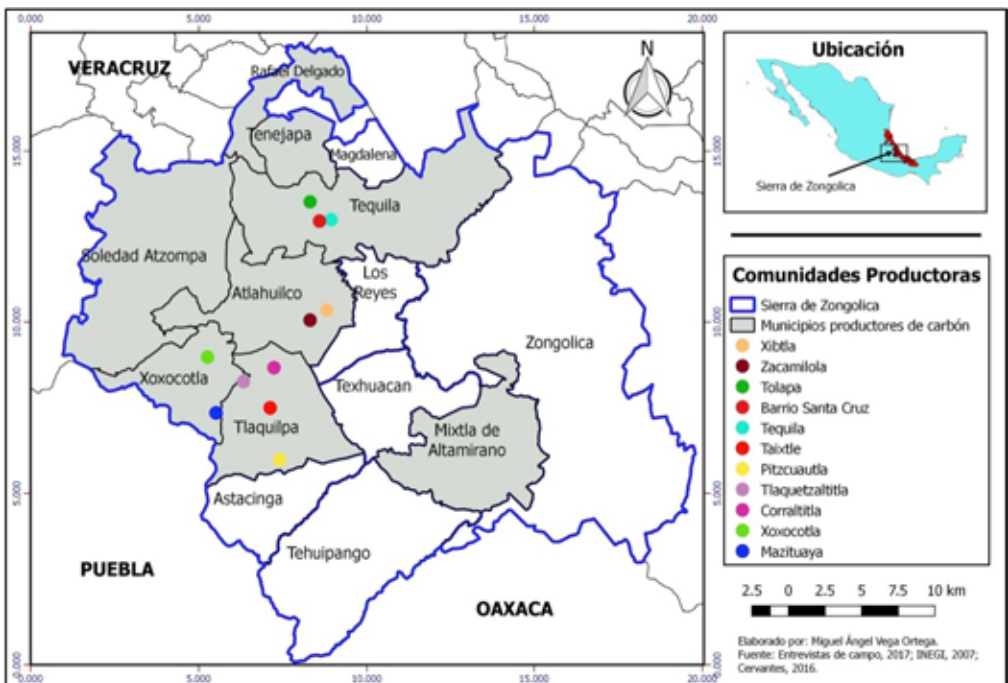


Figura 1. Ubicación de la sierra de Zongolica, municipios productores de carbón y comunidades con producción comercial actual de carbón.

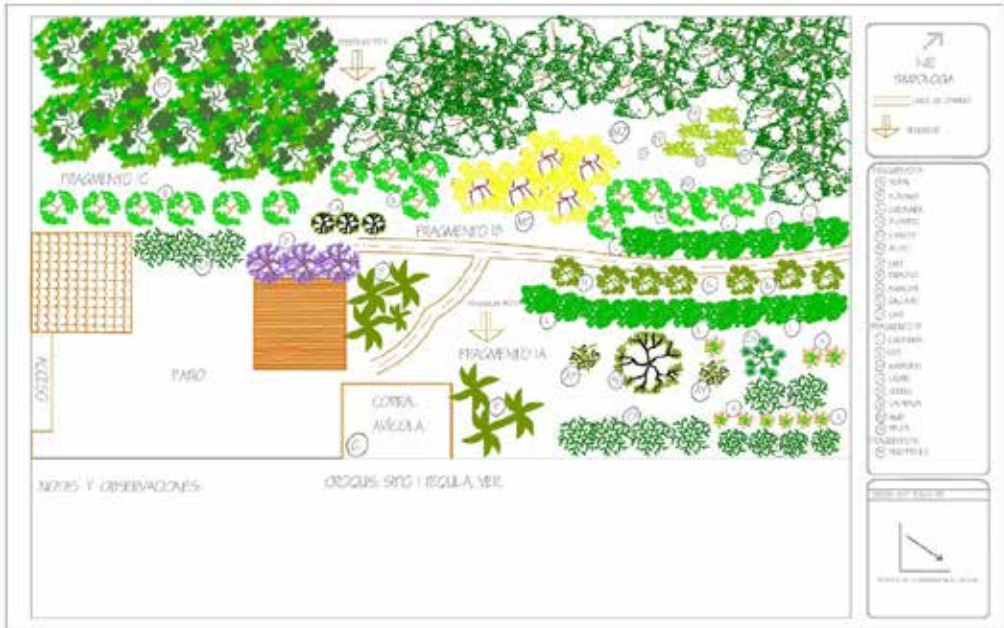


Figura 2. Croquis parcela 1 con producción agroforestal diversificada.

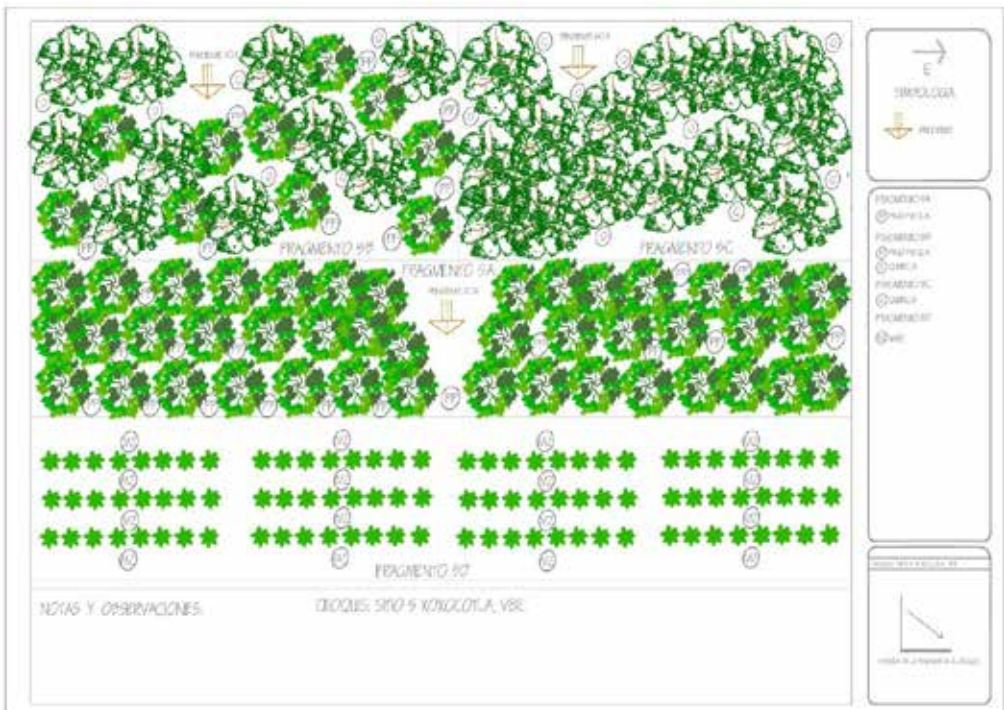


Figura 3. Croquis de la parcela 2 con producción predominantemente.

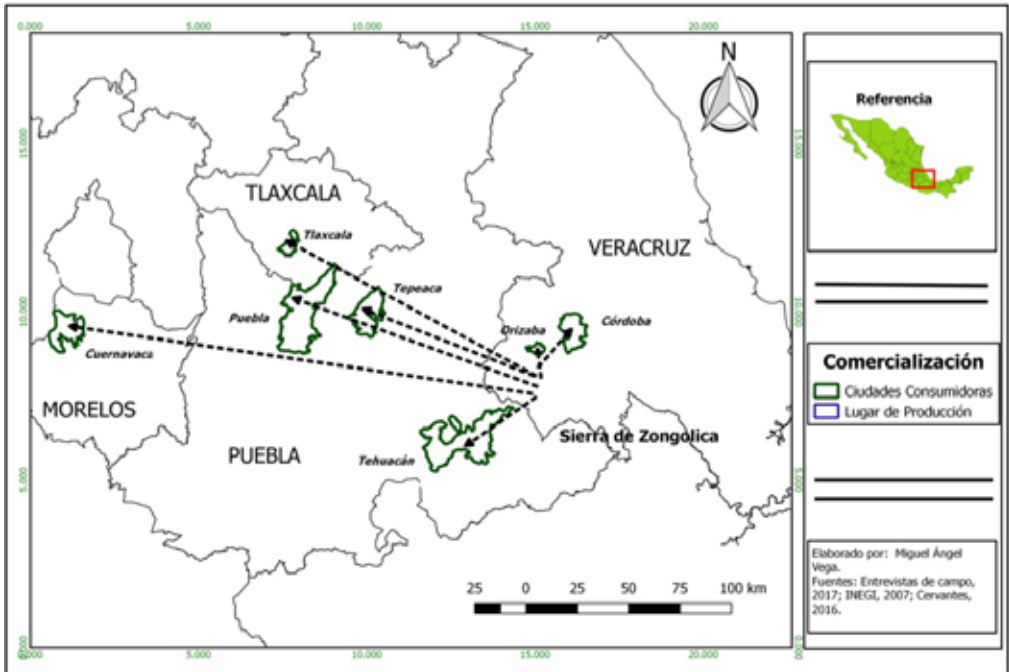


Figura 4. Destinos de comercialización del carbón producido en la sierra de Zongolica.
Fuente: entrevistas de campo y bibliografía.

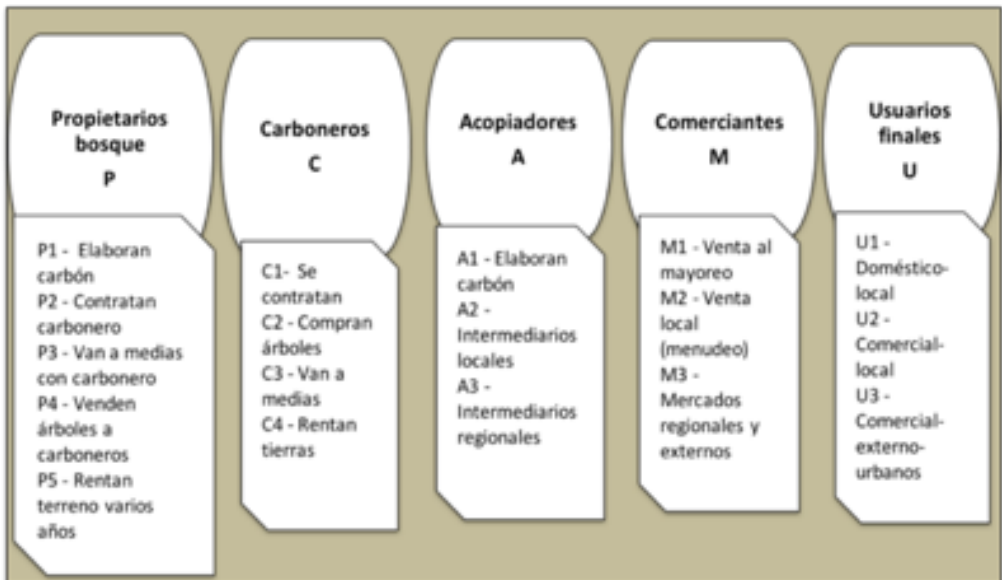
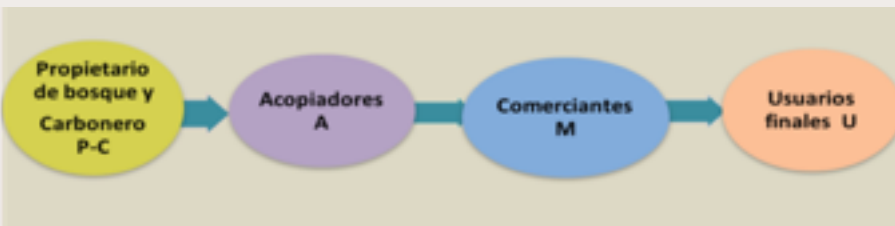


Figura 5. Cadena productiva del carbón vegetal en la sierra de Zongolica, con los tipos de agentes involucrados.



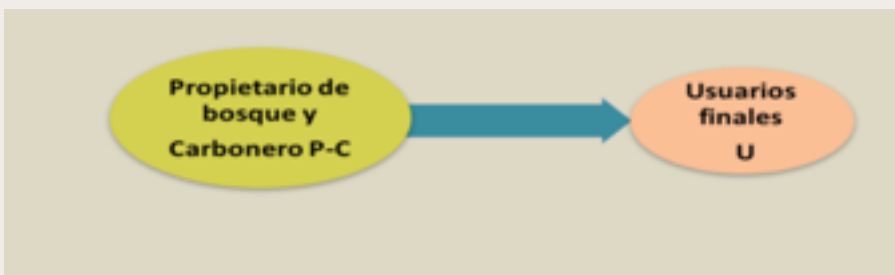
a) Cadena de comercialización corta



b) Cadena de comercialización extensa.



c) Cadena de comercialización que inicia con el carbonero.



d) Cadena de comercialización directa entre productores de carbón y usuarios finales.

Figura 6. Tipología de cadenas de comercialización del carbón vegetal en la sierra de Zongolica.
Fuentes: entrevistas de campo.

Cuadro 1. Descripción general de las parcelas seleccionadas

Parcela	Sup. total parcela (ha)	Altitud (msnm)	Pendiente media	Pedregosidad media	Usos	N° de fracciones
1	1.9	1 764	35%	40%	Forestal, agrícola y animal	3
2	6	2 574	50%	25%	Forestal y agrícola	4

Cuadro 2. Características ambientales y productivas de la Parcela 1

Fracción	Usos	Extensión (en la parcela)	Pendiente	Pedregosidad	Cobertura materia orgánica
1 (A)	Agrícola/ Aves de corral/ Fruticultura	30%	30%	30%	25%
2 (B)	Carbón/madera/ agrícola	40%	35%	50%	50%
3 (C)	Madera	30%	35%	40%	50%

Cuadro 3. Características ambientales y productivas de la Parcela 2

Fracción	Usos	Extensión (en la parcela)	Pendiente	Pedregosidad	Cobertura materia orgánica
1 (A)	Madera	30%	20%	15%	60%
2 (B)	Carbón/madera/ agrícola	40%	70%	35%	60%
3 (C)	Carbón/agrícola	20%	60%	30%	50%
4 (D)	Agrícola	10%	5%	5%	5%

1.2 Reconversión ganadera bajo un contexto diversificado del uso del suelo a nivel de paisaje

Carlos González-Rebeles Islas¹

Tania Gómez-Fuentes Galindo²

Atenas Miranda Martínez²

Nahieli Noemí Zyanya Silva Cassani²

Correo de correspondencia: grebeles@unam.mx

Resumen

La ganadería es una actividad productiva importante, pero puede no ser ambientalmente sostenible considerando la gran cantidad de agua que consume, la variedad de insumos externos que requiere y los desechos resultantes que se concentran localmente, en particular bajo estabulación. Asimismo impacta la cubierta vegetal nativa con el cultivo de forrajes y granos utilizados en su alimentación. Cuando se realiza un pastoreo extensivo, si este no es bien planificado, se sobrepastorea la diversa comunidad vegetal nativa e inclusive se llega a desmontar para inducir monocultivos de gramíneas exóticas. El reto es cubrir la demanda de alimentos sin afectar la funcionalidad ecosistémica. Se han desarrollado varios modelos de producción que buscan ser más amigables con el ambiente, fundamentados en una diversificación de la producción y el mantenimiento de mayor complejidad estructural y biodiversidad en contraste con el monocultivo convencional. Sin embargo, esto ha resultado en esfuerzos aislados que no influyen para mitigar la transformación del paisaje y no reciben apoyo gubernamental.

1 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México / Alianza Mexicana para la Conservación de la Vida Silvestre, A. C.

2 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.

Se requiere de una estrategia que combine diferentes usos de suelo a nivel regional (e.g. formas de producción convencional, de producción amigable con el ambiente, aprovechamiento de vida silvestre y reservas naturales) que en su conjunto como agroecosistemas mantengan servicios ambientales.

Palabras clave: ganadería, producción sostenible, paisaje agropecuario, aprovechamiento racional

Abstract

Livestock production is an important activity. However, it may become environmentally unsustainable considering the amount of water, consumables required and associated waste, particularly in feedlots. It impacts native vegetation as well, when the land is cleared to cultivate roughage and grains for feeding. When extensive grazing is not carefully planned, vegetation communities are overused; even the land is cleared to introduce improved exotic pastures. Main challenge with these issues is to fulfill human demand for animal food production without affecting ecosystem function. Several environmentally friendly production systems have been proposed in response with the aim to diversify products, maintain structural complexity and biodiversity in contrast to monoculture schemes. But these have been isolated efforts which do not contribute in general to mitigate landscape transformation and with limited institutional support. A regional strategy is required to combine different land uses (e.g. conventional monoculture production, environmentally friendly production options, the wise use of biological resources and protected areas) which as a whole agriculture-ecosystem support environmental services.

Keywords: livestock, sustainable production, agricultural landscape, wise use

Introducción

La producción pecuaria es una actividad necesaria para cubrir la creciente demanda de proteína de origen animal. Dicha necesidad ha obligado su tecnificación e incrementado su eficacia (i. e. se han creado variedades adaptadas a condiciones ambientales adversas, así como incrementado las tasas de crecimiento, eficiencia reproductiva y conversión alimenticia). Esta “tecnificación requiere gran cantidad de insumos externos, con consecuente acumulación de desechos y sobre explotación de recursos biológicos” (González-Rebeles, 2012; González y Dávalos, 2015). En respuesta a este problema, se han desarrollado estrategias de reconversión pecuaria, cuya meta es producir de manera más “amigable con el ambiente”; a través de mantener la complejidad estructural natural y la diversidad biológica a la vez que se realizan diversas actividades productivas (McNeely y Scherr, 2003; Anta et al. 2008; Scherr y McNeely, 2008). No obstante,

estos esfuerzos se han focalizado en comunidades aisladas y no han logrado impactar de manera significativa como modelos de producción que compitan con los sistemas convencionales tecnificados-industrializados (Anta et al. 2008; Scherr y McNeely, 2008). Actualmente se presentan dos grandes retos para la zootecnia: el optimizar los sistemas de producción ganadera convencionales (tanto los estabulados como los no-estabulados) e incluir mecanismos para mitigar su impacto ambiental. Es de vital importancia que, a manera de complemento, se generen modelos alternativos de producción menos transformadores del ambiente que incluyan el rescate de actividades tradicionales, junto con un aprovechamiento racional de recursos biológicos bajo esquemas integrados de uso de suelo diversificado que mantengan funciones ecosistémicas y, a su vez, garanticen una producción sostenible (González-Rebeles, 2012).

Ganadería y ambiente

El dilema “producción vs. conservación”

Considerando el contexto socioeconómico de México y Latinoamérica, se distinguen tres formas de producción ganaderas (García, 2015): las unidades de producción pecuaria (UPP) altamente tecnificadas o industrializadas, que son empresas con amplia participación en los grandes mercados tanto nacionales como internacionales; las UPP a nivel familiar, que aunque limitadas en su tecnificación son capaces de intervenir en el mercado; y la ganadería de subsistencia. No obstante, aunque las UPP tecnificadas de los grandes productores en México concentran el mayor número de cabezas, éstas no son ejemplo de la realidad, ya que son superadas en número por las de menor escala. Estas últimas representan del 80 al 90% de las UPP a nivel nacional y cada una de ellas mantiene solo unas cuantas unidades o, máximo, decenas de cabezas (González y Dávalos, 2015). Como actividad productiva, los tres enfoques se fundamentan en un aprovechamiento de recursos biológicos (suelo, cobertura vegetal y agua); y como ocurre en cualquier esquema de gestión de recursos, conllevan un efecto ambiental.

En los sistemas estabulados, la actividad ganadera se concentra en espacios reducidos trayendo consigo la acumulación de grandes cantidades de desechos, generando contaminación del suelo, el agua y la atmósfera. Asociado a los corrales de engorda, también se genera una pérdida drástica de biodiversidad al desmontar extensas áreas para la producción de forraje y granos de consumo animal; actividad agrícola que, además, es dependiente de gran cantidad de insumos externos (plaguicidas y fertilizantes) y su consecuente contaminación. Por otro lado, conforme su intervención en la economía de mercado se incrementa (*i. e.* producir más, al menor costo y en el menor tiempo posible), se da prioridad a la rentabilidad de la empresa sobre el costo ambiental, lo que complica más aún el problema (Challenger, 1998; Conabio, 1998; González-Rebeles, 2012).

Asimismo, considerando la aptitud agrícola del país, resulta relevante mencionar que los terrenos con pendientes menores a 12% aptos para ganadería son escasos, solo el 15% del territorio nacional es considerado apto para actividades agrícolas y parte de la producción es destinada para la alimentación de las especies ganaderas. Por ejemplo, en 1994, para mantener la producción ganadera, los diferentes animales y aves de producción consumieron el 38% del total de granos producidos en el país (Loa et al. 1998).

El caso del pastoreo extensivo puede considerarse como un sistema cerrado donde las deyecciones (excreta y orina) son reutilizadas por el ecosistema (como fertilizante orgánico) sin presentar una carga ambiental (en contraste con una alta concentración de desechos en sistemas estabulados). No obstante, cuando se pastorean comunidades vegetales nativas y no se respeta la capacidad de carga del agostadero, se genera el sobrepastoreo de la cubierta vegetal, lo cual afecta directamente la biodiversidad local, simplificándola. Esto a su vez genera prevalencia de especies dominantes (arvenses), invasión de exóticas y, cuando la destrucción de la cobertura es excesiva, se promueve incluso la erosión de suelo, la compactación y la pérdida de la capacidad de captación de pluvial (González-Rebeles, 2012). Finalmente, resulta relevante mencionar que la deforestación causada por el cambio de uso de suelo ha producido en México cambios en el clima local al alterar el ciclo hidrológico (Magaña et al. 2004).

Con la simplificación de la biodiversidad se pierden recursos (especies de flora y fauna silvestres). Sin embargo, el valor de la diversidad biológica no radica solamente en su composición (*i. e.* elementos y su variación a niveles genéticos, de especies y ecosistemas). Su estructura, es decir el ordenamiento físico de dichos elementos, también es importante (*e. g.* heterocigosis u homocigosis entre alelos a nivel genético; la proporción de sexo y edad en poblaciones de diferentes especies; o la estratificación y distribución característica de diferentes tipos de asociaciones vegetales en un ecosistema) tanto como los procesos que esto conlleva, la variedad de interacciones entre dichos elementos según su organización entre sí y con el ambiente físico (*e. g.* el potencial de adaptación a cambios ambientales que permite la variabilidad genética; la tendencia que puede tener una población en función de su estructura –incremento, mantenimiento o declinación–; y la dinámica de la sucesión vegetal en el paisaje –estadios entre la vegetación secundaria y comunidades climax–). Estos atributos de la biodiversidad, en conjunto, le dan tres tipos de funciones: ecológica (*e. g.* interacciones mutualistas entre organismos); biogeoquímica (*e. g.* fotosíntesis); y evolutiva (*e. g.* especiación). Por lo tanto, con la pérdida de recursos, no solo se pierden elementos sino funciones ecosistémicas (Primack et al. 2001a).

Las especies de flora y fauna se fueron diferenciando y generando, progresivamente, variadas especies para ocupar “nichos” particulares (*i. e.* espacios específicos de alimentación y reproducción) que les permitió convivir sin competir por los recursos limitados de

su ecosistema. Esto fue creando un proceso muy dinámico, cíclico y retroactivo de evolución dependiente de la biodiversidad, y ésta, a su vez, dependiente de procesos evolutivos para diversificarse (Challenger, 1998; Chair et al. 1999; Chapin III et al. 2000; Groom et al. 2006; Primack et al. 2001a).

Desde un punto de vista antropocéntrico, las funciones de la biodiversidad se traducen en servicios ecosistémicos (SE) para el bienestar humano (Challenger, 1998; De Haan et al. 2005; Balvanera y Cotler, 2009). Ellos son: de provisión (e. g. recursos como alimento, agua, fibra y combustible); de regulación (e. g. procesos que mantienen los flujos hídricos, de minerales, nutrientes y energía, así como regulación del clima); de soporte (e. g. producción primaria neta, génesis del suelo, composición química de gases atmosféricos); y culturales (e. g. espirituales, estéticos, recreación y educación). Resulta paradójico que estos mismos sean también fundamentales para el mismo proceso de producción agrícola y pecuario. Por ejemplo, el 35% de la producción mundial de cultivos depende de polinizadores silvestres como abejas, aves y murciélagos (CDB9, 2007).

Por otro lado, resulta relevante mencionar que la disminución en diversidad y en particular la desaparición de la cubierta vegetal por actividades agropecuarias afectan directamente la capacidad de captación de carbono del planeta. Esto, asociado con el metano por fermentación entérica en el ganado, contribuyen en conjunto a la acumulación de gases con efecto invernadero (GEI), y consecuentemente al cambio climático (CC), que ha sido objeto de preocupación y discusión en diversos foros sobre la crisis ambiental a nivel global debido a la afectación del bienestar humano y las actividades de desarrollo en el planeta (IPCC, 2017).

La ganadería misma también sufre los efectos del CC: directamente, por estrés térmico, se afecta su productividad (reproducción, crecimiento y conversión alimenticia); la modificación de temperaturas altitudinales o entre estaciones del año favorece la dispersión de vectores y emergencia de enfermedades infecciosas o parasitarias; así también, la poca disponibilidad de agua por sequías prolongadas. De manera indirecta, el CC afecta la distribución y composición vegetal y, con esto, la variedad, disponibilidad y calidad del forraje; asimismo, la afectación en la disponibilidad del agua influye sobre el forraje potencial (García, 2015).

Con relación a los sistemas de producción estabulados se reconocen varias estrategias para mitigar impactos relacionados por la concentración de insumos y desechos; existen diversas ecotecnias y nuevas tecnologías de producción que permiten limitar, transformar, reciclar o desechar de manera apropiada los residuos contaminantes (Pérez, 2006; Ortiz-Moreno, 2014).

En congruencia con los temas del presente libro, este documento se enfoca en la producción no estabulada (pastoreo extensivo), debido a su impacto sobre la comunidad vegetal a nivel de paisaje.

Efecto del pastoreo sobre la cubierta vegetal

Todos los ecosistemas de México han sido afectados en mayor o menor grado por actividades agropecuarias (Calderón-Aguilera et al. 2012). La vegetación primaria potencial en el país disminuyó en un 55% para el año 2007 (Challenger, 2014). Se considera que el impacto se dio de manera progresiva, a partir de 1940, con las innovaciones tecnológicas de la llamada revolución verde. Posteriormente, en la década de los ochenta, se dio un gran impulso a la ganadería por medio de diferentes tipos de subsidios e inversiones públicas nacionales e internacionales. Por ejemplo, se reporta que de 1940 a 1983 la superficie mexicana ocupada para actividades pecuarias se duplicó (38.8 millones de ha a 90.4 millones) (Anta et al. 2008).

En los ecosistemas tropicales (húmedos y subhúmedos), el problema es la deforestación: primero con fines agrícolas, y consecuentemente en el uso ganadero, por la inducción de pastizales (Challenger, 1998 y 2014; Calderón-Aguilera et al. 2012; De Haan et al. 2005). Además, la contaminación por uso excesivo de herbicidas y fertilizantes requeridos por las gramíneas exóticas (Milera et al. 2004) es un problema de consideración dada la relevancia biológica de estos ecosistemas: los tropicales-húmedos al ser los más diversos del planeta, y los subhúmedos por la cantidad de endemismos de flora que presentan –ambos con una tasa de recuperación mayor a los 100 años– (De Haan et al. 2005; Calderón-Aguilera et al. 2012).

El mayor impacto lo ha sufrido el bosque de niebla. Como consecuencia del cambio de uso de suelo de bosque a terrenos agrícolas y de pastoreo entre los años 2007 y 2012, se perdió el 37% de su superficie (Calderón-Aguilera et al. 2012). Asimismo, el bosque tropical húmedo, con una superficie original estimada en 17.8 millones de ha, se redujo a 9.2 millones para el 2007, de los cuales el 67.4% es ahora vegetación secundaria. Los ecosistemas tropicales subhúmedos del país con una cobertura original estimada en 28 millones de ha para el 2007 se redujeron a 15.6 millones, de las cuales el 58.3% corresponde a vegetación secundaria (Challenger, 2014).

El bioma de desierto (matorral xerófito), importante por sus especies endémicas, es poco resiliente al pastoreo (Challenger, 1998; Calderón-Aguilera et al. 2012). Además, dada su historia de uso de suelo, su deterioro está subestimado ya que ha sufrido sobrepastoreo desde la época colonial, lo que ha generado erosión edáfica, invasión de arbustivas arvenses y gramíneas exóticas, así como un acelerado proceso de desertización. Su cobertura original, estimada en 66 millones de ha, se redujo a 55.8 millones en el 2007 (conteniendo el 8.6% de vegetación secundaria) (Challenger, 2014). Es importante agregar que los ecosistemas áridos son extremadamente frágiles por sus condiciones ambientales extremas y su complicado proceso de sucesión vegetal (Challenger, 1998). En el caso de México, las

regiones de pastizales semiáridos son las de mayor vocación ganadera. La diversidad de la comunidad vegetal evolucionó y se desarrolló bajo un proceso de continuos cambios naturales (principalmente por la participación del fuego y de grandes manadas de ungulados silvestres). En un principio, el manejo de agostaderos con pastoreo de ganado simulaba dichos procesos, principalmente al ir desapareciendo la fauna silvestre. No obstante, la mala planeación y sobre explotación han perturbado grandes extensiones de terreno (Challenger, 1998). Con una cobertura original estimada en 16.2 millones de ha (8.4% de la superficie del país) se redujo a 11.9 millones en el 2007, de los cuales solo quedan 7.9 millones de vegetación primaria (Challenger, 2014). Otros tipos de pastizales en ecosistemas templados, como las praderas de alta montaña y el zacatonal alpino, han resultado poco atractivas para ganado vacuno; sin embargo, también sufren un impacto por quemas para fomentar rebrote de pastos y hierbas utilizadas para el pastoreo de especies menores, en particular ovinos (Challenger, 2014).

El bosque templado (e. g. bosques de pino encino) es uno de los más resilientes (Challenger, 1998). No obstante, es afectado principalmente por actividades forestales, agrícolas y pastoreo extensivo (bovino, ovino y caprino). El impacto se concentra directamente sobre el sotobosque, dependiendo de la intensidad del pastoreo y carga animal. En zonas desmontadas, los sistemas estabulados concentran insumos, contaminación y se asocian con el cultivo de forrajes. Con una cobertura original estimada en 43.5 millones de ha, esta se redujo a 32.4 millones para el 2007 (de los cuales, el 37.4% es vegetación secundaria). Otros ecosistemas (e. g. bosque, chaparral mediterráneo, sabanas) con superficies más reducidas, y aunque menos utilizados para la ganadería, también llegan a ser afectados por estas actividades (Challenger, 2014).

Perspectiva para una reconversión ganadera ambientalmente sostenible

El reto: cubrir demanda creciente por alimentos mitigando su efecto en el ambiente

Se estima que en función del crecimiento demográfico exponencial, la demanda por proteína de origen animal en todo el mundo se incrementará al doble para el año 2050 (FAO 2006a y 2006b; Tilman et al. 2011). Considerando los impactos mencionados cuando se realizan malas prácticas ganaderas, el reto a vencer en el corto plazo será la reorientación de prácticas ganaderas que satisfagan las necesidades de producción futura pero limitando la transformación de ecosistemas e impacto sobre procesos naturales (Nell, 1998; De Haan et al. 2005; FAO 2006a y 2006b). Entre la comunidad científica a nivel global, se han propuesto diversos modelos de producción agropecuaria no-convencionales que buscan minimizar

el impacto ambiental. Esto a través de una forma de producción que busca mantener la complejidad estructural y diversidad de los cultivos en contraste con el sistema monocultivo y, de esta forma, permitir la provisión de SE (McNeely y Scherr, 2003; Amend et al. 2008; Scherr y McNeely, 2008; Perfecto y Vandermeer, 2010; Teillard et al. 2016).

Una disciplina científica donde se han logrado avances en este aspecto es la agroecología. Ésta incorpora mayor variabilidad y diversidad de elementos en las prácticas agrícolas en combinación con avances tecnológicos, lo que ha derivado en diversas aplicaciones (e. g. agricultura de conservación, ecológica o ambientalmente sostenible; permacultura; horticultura; hidroponía; agricultura orgánica; entre otras) (Scherr y McNeely, 2008; Cisneros-Sanguillán et al. 2015; Astier et al. 2015). La etnoagroforestería –que integra conocimientos científicos de la agroecología, agronomía, etnobotánica e inclusive forestales– resulta en otra visión similar de estos modelos de producción agrícola amigables con el ambiente donde se combinan diversas especies de flora silvestre y domesticada, pero en este caso más enfocada al conocimiento y rescate de prácticas tradicionales y de subsistencia campesinas (Moreno et al. 2016). Finalmente, como parte de estas variantes, la agroforestería (y sus diferentes enfoques: agroforestal, silvopastoril, agrosilvopastoril, entre otras combinaciones) también se ha destacado por su desarrollo como un modelo diversificado de producción que, como sus ramas, busca también promover sistemas de aprovechamiento forestal manteniendo diversidad estructural y de especies, tanto domesticadas como silvestres, con el fin de favorecer SE (Dagang y Nair, 2003; Palma, 2006; Ibrahim et al. 2007; Murgueitio et al. 2011; Palma et al. 2011; Nahed et al. 2013b; Núñez et al. 2015; Palma y Anguiano, 2015; Fuentealba y González, 2016).

A nivel mundial se han realizado diagnósticos críticos sobre los impactos generados cuando la planeación y prácticas ganaderas no son apropiadas, y se brindan tanto estrategias para mitigarlos como propuestas de formas de producción ambientalmente sostenibles (De Haan et al. 2005; Anta et al. 2008; Cisneros-Sanguillán et al. 2015; Teillard et al. 2016; FAO 2006a, 2006b, 2013 y 2018).

En México se ha propuesto una “reconversión pecuaria” como alternativa a la práctica de pastoreo extensivo tecnificado que ha transformado diferentes zonas ecológicas del país (Anta et al. 2008; CICC, 2009). Entre las propuestas se encontraba, de forma primordial, el brindar opciones al modelo de monocultivo de gramíneas inducidas-exóticas a través del mantenimiento de potreros más diversificados (policultivo) que incluya especies perenes leñosas, herbáceas así gramíneas como no-gramíneas (nativas y domésticas) e inclusive considerar el uso de cultivos tradicionales dentro de los potreros (CICC, 2009). En este contexto, la producción de carne y leche pueden también ser combinadas con los sistemas agroforestales antes mencionados. Por otro lado, se ha desarrollado el concepto de ganadería diversificada con objeto de integrar la producción pecuaria con diferentes formas de aprovechamiento extractivos o no-extractivos de la vida silvestre (e. g. Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre [UMA]) (Anta et al. 2008).

No obstante, los diferentes enfoques se instrumentan como actividades productivas independientes y separados de otras formas de uso del suelo, es decir, no de manera integrada; además de que reciben muy poco apoyo de la administración pública (Scherr y McNeely, 2008, Anta et al. 2008).

Sistemas de producción silvopastoril (SSP)

Es de las modalidades más conocidas de producción ganadera ambientalmente sostenible basada en un pastoreo extensivo combinado con actividades forestales e incluso de tipo agrícola.

Con los SSP se busca mantener mayor complejidad estructural del potrero incrementando el reciclamiento de nutrientes y otros procesos naturales (SE); y fomentando diversidad de especies herbáceas y leñosas para crear un ambiente favorable de pastoreo (e. g. forraje diversificado y sombra). Los SSP varían desde el simple pastoreo de la vegetación secundaria hasta los SSP tecnificados de alta densidad donde se combinan setos de leguminosas arbóreas (principalmente una variedad mejorada de *Leucaena leucocephala*) en potreros de algún tipo de gramínea mejorada (González-Rebeles et al. 2015; Fuentealba y González, 2016; Galindo et al. 2016; Gómez-Fuentes-Galindo et al. 2017).

Existen evidencias sobre los beneficios que estos SSP pueden ofrecer –llegando a competir favorablemente en ganancia de peso, producción láctea y de bienestar animal (BA), en comparación con los modelos de monocultivo convencionales– ya que la diversificación de estratos vegetales proporcionan una mayor cantidad, variedad de tipos y calidades de forrajes que balancean la dieta, y esto se refleja en un mayor nivel de producción, así como mejoramiento del microclima (Sánchez y Rosales, 2003; Ibrahim, Villanueva y Casasola, 2007; Murgueitio et al. 2008; Palma et al. 2011; Broom et al. 2013; Galindo et al. 2016; Gómez-Fuentes-Galindo, 2017). Sin embargo, la mayoría de estos resultados se obtienen con SSP de alta densidad tecnificados, los cuales requieren de infraestructura para riego y rotación entre potreros (Maldonado et al. 2008; Molina et al. 2008; Palma, 2006; Murgueitio et al. 2011); situación que los constituye en realidad como solo una variación del clásico potrero bajo monocultivo de especies mejoradas (exóticas). Resulta importante resaltar que solo las empresas pecuarias altamente tecnificadas podrían adoptar esta forma de producción. Para la mayor proporción de la ganadería, que en el territorio nacional es de subsistencia, no le sería factible adoptar este tipo de SSP tecnificados (González y Dávalos, 2015). Durante épocas de escasez, los productores campesinos mantienen tradicionalmente su ganado gracias al pastoreo del monte (vegetación secundaria). Esto no debe considerarse como desventaja sino como oportunidad para el rescate de prácticas zootécnicas tradicionales, y su reorientación con nuevas

tecnologías que favorezcan un mejor uso racional de los recursos. Se han publicado varios estudios donde se rescata el conocimiento tradicional de los forrajes nativos o se identifican nuevas especies con alta calidad nutricional (Sánchez y Rosales, 2003; Palma, 2006; Jiménez-Ferrer et al. 2008; Murgueitio, 1999; Murgueitio et al. 2011; Nahed et al. 2013a; Gómez-Fuentes-Galindo, 2017; Gómez-Fuentes-Galindo et al. 2017).

Para la mitigación de emisiones de GEI se ha planteado, entre otras medidas, el consumo de forraje nativo debido al efecto de las plantas taniníferas en la reducción de la metanogénesis ruminal mediante la disminución de la formación de hidrógeno (Gerber et al. 2013; FAO, 2013). En este sentido, los árboles nativos de los sistemas silvopastoriles juegan un papel importante en la adaptación y mitigación al cambio climático e incluso pueden usarse como pago por SE (Perfecto y Vandermeer, 2010; Murgueitio et al. 2011; Gerber et al. 2013; Nahed et al. 2013b).

Los SSP podrían integrar, además, otras formas de producción y el uso racional de especies silvestres (ver más adelante el modelo de diversificación de la ganadería en UMA). Así también, promover el manejo integral del paisaje a través de la capacitación, la extensión, y el apoyo institucional y gubernamental para integrar una transversalidad en el aprovechamiento extractivo (que va desde la cacería comercial y cinegética hasta el aprovechamiento de recursos forestales maderables y no maderables) y no extractivo (educación ambiental, investigación y ecoturismo). Por ende, existe la necesidad de cooperación entre instituciones académicas, gubernamentales y profesionales de varias ramas ya que el manejo integral del paisaje es multidisciplinario por naturaleza (Robles de Benito, 2009).

Ganadería orgánica

El concepto de producto orgánico, en su origen, no se relacionaba con la protección de la biodiversidad. Su concepción tenía la meta de generar alimentos inocuos y saludables para el ser humano al evitar el uso de aditivos y productos químicos durante el proceso de su producción, y estaba controlado bajo un estricto sistema de certificación del proceso. Progresivamente, se fueron agregando estándares de conservación (McNeely y Scherr, 2003). Actualmente se incluyen los principios de salud, ecología, equidad y precaución, donde se busca trabajar con los ciclos ecológicos al emularlos y favorecerlos a través del fomento a la actividad microbiológica del suelo así como a las relaciones complementarias entre este último con las plantas y los animales, así como buscando el bienestar socioeconómico bajo un sistema de producción amigable con el ambiente (IFOAM, 2009; Sagarpa, 2013).

La producción pecuaria orgánica se aplica tanto a los sistemas estabulados como los no-estabulados, al considerar dichos principios biológicos para el cultivo de forrajes y granos para alimentar el ganado en corrales de engorda, y en el manejo de potreros para el

pastoreo extensivo. Esto a través de prácticas que promueven, por ejemplo, la conservación del agua, el bienestar y la salud de los animales; el uso restringido de medicamentos, aditivos alimenticios e insumos de limpieza; la conservación de la diversidad vegetal en los potreros; la reintegración del estiércol al suelo; el manejo de plagas o enfermedades con un uso restringido de insumos; el evitar el sobre pastoreo y la erosión (IFOAM, 2009; Sagarpa, 2013). Por otro lado, tanto en México como en los países miembros de la Unión Europea, el criterio para establecer la carga animal está en función del aporte de nitrógeno por unidad de superficie al año (170 kg N ha/año) (DOFue, 2008; Sagarpa, 2013).

De esta manera, la unidad de producción animal orgánica se puede desarrollar en un agropaisaje diversificado que incluye actividades agrícolas e incluso forestales (vinculándose con los SSP), como una forma de producción relacionada con la conservación de los recursos naturales; y que, por ende, proporciona SE (Gutteridge, 1991; Dagang y Nair, 2003; Opio et al. 2011; Nahed et al. 2010; Nahed et al. 2013a).

Ganadería diversificada

La diversificación de las actividades agropecuarias es una estrategia para disminuir la vulnerabilidad de las comunidades rurales y se deriva ya sea por necesidad (e. g. crisis del sector, riesgos ante el cambio climático, así como el incremento en precios de insumos y de transacción) o por opción (e. g. oportunidades para acceder a nuevos mercados y como estrategia para complementar el ingreso familiar) (Ávila, 2012; Niehof, 2014). Resulta importante en aquellos sitios del país donde la ganadería y la agricultura se caracterizan por su baja productividad y dificultad para cubrir con un ingreso constante a lo largo de todo el año (Merino y Martínez, 2014).

El modelo de ganadería diversificada nace en 1987 en el noroeste de México por iniciativa de un grupo de ganaderos hoy conocidos como Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna los cuales iniciaron con un modelo de uso múltiple del pastizal para la producción de carne bovina y aprovechamiento cinegético del venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*) (Villareal, 2000). En ocasiones también involucrando la caza de otras especies como el guajolote silvestre (*Meleagris gallipavo*), la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*), varias especies de codornices (Familia Odontophoridae), el pecaí de collar (*Tayassu tajacu*), entre otras. Con esto, se busca producir carne y subproductos pecuarios, pero controlando tanto la carga animal e incluso su dispersión, como la transformación de la vegetación con el fin de mantener a la vez hábitats de fauna silvestre (Neri Flores y Rodríguez Soto, 1998; Villareal, 2000; González-Rebeles y Méndez-Méndez, 2014a y 2014b). Inclusive, se llegan a aplicar prácticas de restauración ecológica (Argüelles, 2008).

En paralelo, ya se venía gestando también desde hace tiempo una visión diferente para la administración pública de la vida silvestre donde la protección estricta de es-

pecies de flora y fauna se veían necesariamente vinculadas con un aprovechamiento racional como recurso y de acuerdo a su tasa de renovación natural (González-Rebeles y Méndez-Méndez, 2014b). Esta situación se institucionalizó en 1997 con el “Programa para la Conservación de la vida silvestre y diversificación productiva del sector rural” de la Secretaría de Manejo de Recursos Naturales y Pesca (Semarnap) y la creación de su marco legal (Ley General de Vida Silvestre) en el año 2000. El instrumento operativo principal son las denominadas Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) las cuales pueden enfocarse a la crianza en cautiverio de fauna y viveros de flora o la utilización de especies en vida libre (poblaciones y comunidades silvestres). Como consecuencia, se permiten aprovechamientos comerciales o no comerciales, ya sean extractivos (e. g. caza comercial o de subsistencia, venta de ejemplares y derivados) o no-extractivos (e. g. ecoturismo, investigación y educación ambiental). Lo novedoso de estos modelos diversificados es que, en su origen, estaban fundamentados en usos del suelo que requieren la combinación de prácticas productivas con especies convencionales (domésticas) pero que sean menos agresivas y transformadoras del ambiente para permitir el mantenimiento de hábitats, y, por otro lado, la utilización limitada de especies silvestres que requieren del mejoramiento de esos hábitats para mantener una cosecha racional: todo relacionado con la búsqueda del bienestar social de comunidades rurales, quienes son los custodios del recurso (Semarnap-Dirección General de Fauna Silvestre-Instituto Nacional de Ecología, 2000; Valdez et al. 2006; González-Rebeles y Méndez-Méndez, 2014a y 2014b).

Ganadería holística

El enfoque de ganadería holística fue presentado por primera vez por Allan Savory, quien proponía que el pastoreo de ganado debía ser planificado de manera apropiada al contexto ambiental y su comportamiento; ser congruente con las actividades administrativas y toma de decisiones de la empresa; fomentando el bienestar del personal (*i. e.* filosofía de gestión del todo) (Savory, 2005; Obala et al. 2012). El concepto postula que la ganadería holística no puede ser separada del aspecto social, cultural y económico de una comunidad (FAO, 2009). Respecto a la práctica zootécnica, se fundamenta en un método de rotación del pastoreo que busca “imitar la naturaleza” a través de un ajuste de la intensidad del pastoreo y carga animal de acuerdo al régimen de humedad del ecosistema con la intención de propiciar el secuestro de carbono y agua así como el incremento de la productividad de la pastura (Nordborg, 2016). Lo anterior, enfocado principalmente a los hábitats con humedad errática (áridos y semiáridos) donde se favorece el desarrollo de la vegetación durante la estación de mayor precipitación: vegetación que si no es consumida apropiadamente, se acumula como fitomasa durante la época de escases generando problemas consecuentes (*i. e.* acumulación como combustible y limitaciones para su regeneración), situación que

originalmente era compensada por la presencia de grandes manadas de herbívoros silvestres y procesos naturales previos a la perturbación por actividades humanas (Savory, 2005).

El pastoreo holístico reconoce la incapacidad de mantener la existencia de un pastizal sin la presencia de animales y su influencia (*i. e.* densidad, dispersión y movilidad de manada, así como el mantenimiento de porosidad del suelo por el efecto de pezuña y la incorporación de materia orgánica) (Savory 2005 y 2013). El modelo se presenta como una solución a la desertificación al incrementar la salud y calidad de los forrajes, estabilizar la producción, además de proveer de un hábitat a la fauna silvestre (Savory, 2005; Nordborg, 2016).

Nuevos paradigmas de conservación y su aplicación a la ganadería

A lo largo de los años se han desarrollado diferentes estrategias para revertir los problemas ambientales, que bajo el concepto moderno de conservación biológica, incluyen: la protección estricta de áreas naturales remanentes o menos transformadas, con la finalidad mantener su importante función ecosistémica; el aprovechamiento racional de la vida silvestre; la manipulación dirigida para simular procesos naturales que han sido afectados por la actividad humana; asimismo para restaurar de poblaciones y sus hábitats en sitios perturbados (Primack et al. 2001a; Groom et al. 2006). Sin embargo, los resultados no han sido alentadores, basta revisar los diferentes diagnósticos globales que se han publicado recientemente sobre la situación actual de la biodiversidad. En ellos se evidencia una progresiva transformación y fragmentación de la cubierta terrestre, la extinción de especies, así como diversos problemas derivados directamente de nuestras actividades de desarrollo que se extienden a nivel global, como la contaminación y el cambio climático, que en su conjunto afectan funciones de la biodiversidad (*i. e.* SE) (MEA, 2005; Balvanera y Cotler, 2009; SCBD, 2014).

Conforme se intensifican e industrializan las actividades agropecuarias tecnificadas de tipo monocultivo, la alta demanda de insumos que requieren las hace que no sean ambientalmente sostenibles (Garnett y Godfray, 2012; Balvanera y Cotler, 2009; MEA, 2005). El conflicto se agudiza con la necesidad de expansión e intensificación de la producción para hacer frente a la demanda progresiva de alimentos requerida por la explosión demográfica (Tilman et al. 2011). No obstante, dos situaciones opuestas se reconocen para este problema: por un lado, el impacto generado por los sistemas tecnificados con la continua expansión de la frontera agropecuaria a costa de los remanentes de vegetación primaria o mejor conservada; pero por el otro, la oportunidad que brindan las formas de producción de tipo de subsistencia, que al mantener mayor complejidad estructural y diversidad de especies permiten más procesos naturales. Con una buena organización a nivel regional,

en su conjunto, se podría fomentar una matriz diversificada de usos del suelo que se complementara entre niveles aceptables de desarrollo, producción y, a la vez, mantener los SE (Franklin, 1993; McNeely y Scherr, 2003; Scherr y McNeely, 2008; Shackelford et al. 2015).

Con base en la teoría de biogeografía de islas y los avances en el conocimiento de los procesos de fragmentación del paisaje, se puede considerar a las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y otros remanentes de cobertura vegetal menos transformada, como islas de hábitat aisladas en un mar “hostil” con diferentes grados de perturbación en función de la intensificación e industrialización de las diferentes actividades humanas (Fischer y Lindenmayer, 2007; Laurance, 2008). El reto principal para un desarrollo sustentable sería hacer menos “hostil” la matriz de paisaje humano al permitir agroecosistemas diversificados y con mayor complejidad estructural como complemento a las formas de producción altamente tecnificadas (Franklin, 1993, McNeely y Scherr, 2003; Scherr y McNeely, 2008). Desde hace tiempo se reconoce la necesidad de romper paradigmas y reenfoque la visión de conservación hacia afuera de las ANP, precisamente hacia la matriz de paisaje humano (Franklin, 1993; Primack et al. 2001b; McNeely y Scherr, 2003; Toledo, 2005 y 2010).

Un manejo apropiado del uso del suelo en la matriz del paisaje, cumpliría con varias funciones importantes (Franklin, 1993): eficaz conservación de las ANP y cobertura vegetal remanente; mayor conectividad entre dichos hábitats; y amortiguamiento ante presiones externas (por actividades de transformación e industrialización). Adicionalmente, se mantendrían funciones ecosistémicas al proteger y proveer de hábitat al 90% de la biodiversidad responsable de los procesos evolutivos y soporte de vida en el planeta (invertebrados, hongos, bacterias y algas) que se encuentran fuera de los remanentes de vegetación mejor conservada y actualmente amenazados por la presión de transformación y contaminación de la matriz de paisaje humano.

Recientemente la discusión se ha centrado en la pertinencia y eficacia entre dos visiones de conservación (Balmford et al. 2012; Fischer et al. 2008; Green et al. 2005; Phalan et al. 2011a y 2011b):

- (a) “Uso del suelo combinado entre actividades productivas y de conservación”, enfocados a promover formas de producción amigables con el ambiente como complemento y opción de producción a los modelos industrializados. Asimismo, se pretende que de esta manera se amortigüen el impacto sobre los fragmentos remanentes de áreas silvestres y ANP.
- (b) “Uso del suelo con actividades productivas y de conservación por separado”, que busca fomentar la protección estricta de reservas naturales y aislarlas de las formas de producción intensivas-tecnificadas. Su enfoque es optimizar la productividad *in situ* y evitar la expansión de las actividades agropecuarias a costa de las ANP. Con este enfoque se argumenta que los modelos de producción ambientalmente sostenibles no alcanzan la suficiente productividad (como los altamente

tecnificados) y en un momento dado se tendrán que extender sobre áreas silvestres para cubrir la creciente demanda de alimento. Y aunque reconocen que algunas especies silvestres (flora y fauna) generalistas de hábitat llegan a sobrevivir los sitios con producción amigable con el ambiente, para garantizar la supervivencia de especies especialistas de hábitat se requiere mantener por separado la producción y las ANP.

En ambos casos habría que considerar diferentes ventajas y limitaciones, dependiendo del contexto ecológico, social y económico en el que se evalúen (Green et al. 2005; Phalan et al. 2011b; Villoria et al. 2014; Shackelford et al. 2015). En función de esto, también se ha propuesto una visión mixta alternando en una misma región ambos enfoques, dirigiendo el énfasis hacia uno u otro extremo dependiendo de las condiciones ambientales o en combinación como un nuevo sistema de “intensificación sostenible” (IS) (Garnett y Godfray, 2012; Shackelford et al. 2015).

La IS surge en la década de los noventa, como una “nueva” alternativa a la controversia antes descrita y con la meta de incrementar la productividad de los sistemas agropecuarios dada la perspectiva de un incremento exponencial de la demanda por alimento sin ampliar los límites de la frontera agrícola, mitigando su impacto, y considerando la necesidad de mantener diferentes niveles de provisión de se dentro de los diferentes tipos de producción. El concepto de IS ya se ha incorporando en prácticas ganaderas sostenibles, incluyendo dimensiones sociales, ambientales y económicas. En Latinoamérica, su desarrollo ha sido importante en Uruguay, por mencionar un ejemplo (Montossi y Cazulli, 2015). Sin embargo, como se mencionó para otros modelos de reconversión agropecuaria, también se consideran como actividades productivas separadas de otras formas de uso del suelo, no integradas al nivel de paisaje. Por otro lado, no queda claro cómo resolver el clásico dilema ecológico de hasta dónde es factible intensificar la producción para mantener un equilibrio con la disminución de servicios ambientales.

El reto zootécnico es avanzar tecnológicamente para que por un lado, se optimice la productividad agropecuaria convencional (*i. e.* tecnificada) en tiempo y espacio, controlando su progresiva expansión a costa de áreas silvestres remanentes y mitigando sus efectos de contaminación. Por otro lado, es necesario fundamentar científicamente propuestas alternativas de formas de producción agropecuarias ambientalmente sostenibles que rescaten prácticas tradicionales e, incluso, considerando adecuaciones tecnológicas modernas, pero en combinación con el aprovechamiento racional de recursos forestales y otras especies de flora y fauna silvestres a través de un uso diversificado, integrado a nivel del paisaje. Formas de uso del suelo donde la producción u obtención de la cosecha requiera de mantener en lo posible la integridad y funcionalidad del ecosistema, más que su transformación, incluyendo otros usos no-extractivos de recursos biológicos locales y actividades de protección estricta de biodiversidad (González-Rebeles, 2012; González-Rebeles et al. 2015).

Lo anterior puede parecer complicado. Sin embargo, desde hace décadas se cuenta con los modelos que pueden brindar enfoque y dirección para una estrategia biorregional de uso del suelo, que consideran la relevancia de nuestra diversidad cultural y su cosmovisión y el manejo de vida silvestre a nivel de paisaje en combinación con actividades productivas. Por ejemplo, las reservas de la biosfera con su particular sistema de zonificación han probado con éxito dicha factibilidad de uso múltiple. Estudios sobre la eficacia de conservación de todas las modalidades de ANP muestran que son las que menor tasa de conversión de la cubierta vegetal presentan (Figueroa y Sánchez-Cordero, 2008 y Figueroa et al. 2009). Asimismo, disciplinas ya mencionadas como la agroecología, agroforestería y etnoagroforestería, comparten esta visión de manejo del paisaje (*e. g.* agroecosistemas, agrosocioecosistemas y paisajes bioculturales) (Toledo y Boege, 2010; Toledo, 2010; Mandujano, 2011; Bezaury et al. 2015; Moreno et al. 2016).

Finalmente, se requeriría de un abordaje transversal entre diversas instancias de la administración pública para poder vincular programas con una meta global, situación que apenas se ha logrado de manera muy parcial hasta el momento. Un ejemplo de esto sería el “Programa de Desarrollo de Capacidades, Innovación, Tecnología y Extensivismo Rural” en el componente “Apoyos para la Integración de Proyectos”, que incluye apoyos a las organizaciones sociales, a los sistemas producto, y para la elaboración de proyectos, con el cual se vincula a la Sagarpa y a la Semarnat a través del Comité Nacional Sistema Producto Ganadería Diversificada con el objeto de fomentar entre los productores organizados el aprovechamiento sostenible de vida silvestre junto con ganadería a través del modelo UMA (Sagarpa, 2012). Existen también otros acuerdos que vinculan a la Semarnat y a la Comisión Nacional Forestal (Conafor) para la gestión de los recursos forestales. Como ejemplo, aquellas especies de flora maderables o no maderables que estén dentro de alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010) y que quieran manejarse para su aprovechamiento y conservación deberá llevarse a cabo dentro del modelo de UMA, bajo jurisdicción de la Semarnat, a través de la Dirección General de Vida Silvestre, y el resto que no esté listada podrá estar sujeta a aprovechamiento, manejo y conservación, bajo jurisdicción de la Conafor. Finalmente, las UMA, al ser un modelo de conservación dinámico, fácilmente se integran con otras formas de producción, reestructurando los sistemas productivos convencionales por producciones sustentables, conservando los recursos naturales y aumentando la productividad del territorio mediante su manejo integral. Para ello sería necesario hacer una zonificación de los diferentes usos de suelo en un territorio mediante una forma de ordenamiento ecológico que permitiera identificar zonas prioritarias de conservación, áreas de restauración, áreas para el manejo sustentable de flora o fauna, así como los sitios ya transformados donde concentrar actividades productivas con animales domésticos (Gallina et al. 2009; Castro y Ortiz, 2015).

Conclusión

Se requiere de nuevas estrategias para dirigir las actividades productivas a través de programas con visión integral de uso del suelo a nivel del paisaje con la meta de mantener funciones ecosistémicas (*i. e.* composición-organización de sus elementos y consecuentes procesos) y que permitan optimizar la disyuntiva entre protección de la biodiversidad y la producción. Los ejemplos de modelos de producción ambientalmente sostenibles citados previamente cuentan con eficacia comprobada por sí mismos, pero resulta prioritario establecer los mecanismos legales y administrativos en el país para que, desde el nivel de la unidad de producción hasta escalas regionales, se haga factible su operación en conjunto y permitan su inserción en las actividades económicas (desde nivel local hasta grandes mercados). Esta es la única opción. Expertos en el tema (Rands et al. 2010) coinciden en que no será posible revertir la crisis ambiental hasta que no se logre valorar en toda su dimensión la importancia de la biodiversidad como un “bien público” del cual dependen todos los demás sectores de administración pública, bajo una planificación coordinada.

Agradecimientos

Se agradece la invitación y oportunidad de colaborar con este documento a la RedSAM y el apoyo para realizarlo a la RedGATRO, ambas del Programa de Redes Temáticas del Conacyt, México.

Bibliografía

- Alexandratos, N., y Bruinsma, J. (2006). *World agriculture: towards 2030/2050. Interim report*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Amend, T. J., Brown, J., Kothari, A., Phillips, A., y Stolton, S. (2008). Protected landscapes and agrobiodiversity values. En *Protected Landscapes and Seascapes*. Heidelberg, Alemania: IUCN / GTZ Kasperek Verlag.
- Anta, F., Carabias, S., Díaz de León, J., Illsley, A., López, C., Robinson, C. D., y Ávila, S. (2008). Consecuencias de las políticas públicas en el uso de los ecosistemas y la biodiversidad. En *Capital natural de México: Vol. III. Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad* (pp. 87-153). México: Conabio.
- Argüelles, L. (2008). *UMA's extensivas de venado cola blanca como instrumento económico de restauración ecológica en el Noreste de Morelos*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Astier, C. M., Argueta, Q., Orozco-Ramírez, Q., González, S. M. V., Morales, H. J., Gerritsen Escalona, M., Rosado-May, F. J., Sánchez-Escudero, J., Martínez, T. S. S., Sánchez-Sánchez, C. D., Arzuffi, B. R., Castrejón, A. F., Morales, H., Soto, P. L., Mariaca, M. R., Ferguson, B., Rosset, P., Ramírez, T. H. M., Jarquin, G. R., Moya, G. F., González-Esquivel, C., y Ambrosio, M. (2015). Historia de la Agroecología en México. *Agroecología*, 10 (2), 9-17.
- Ávila, F. (2012). *Diversificación Productiva en el suelo de Conservación de la ciudad de México. Caso San Nicolás Totolapan*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Balmford, A., Green, R., y Phalan, B. (2012). What conservationists need to know about farming. *Proceedings of the Royal Society. Biological Sciences*, 279, 2714-2724. doi: 10.1098/rspb.2012.0515

- Balvanera, P., y Cotler, H. (2009). Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos. En *Capital natural de México: Vol. II, Estado de conservación y tendencias de cambio* (pp. 185-245). México: Conabio.
- Bezaury, J. E., Graf, S., Barclay, K., De la Maza, R., Machado, S., Rodríguez, E., Rojas, S., y Ruíz, H. (2015). *Los Paisajes Bioculturales, un instrumento para el desarrollo rural y la conservación de patrimonio natural y cultural de México*. México: Semarnat.
- Broom, D. M., Galindo, F. A., y Murgueitio, E. (2013). Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings of the Royal Society. Biological Sciences*, 280, 2013-2025. doi: 10.1098/rspb.2013.2015
- Calderón-Aguilera, L. E., Rivera-Monroy, V. H., Porter-Bolland, A. L., Martínez-Yrizar, A., Ladah, L. B., Martínez-Ramos, M., Alcocer, J., Santiago-Pérez, A. L., Hernández-Arana, H. A., Reyes Gómez, V. R., Pérez-Salicrup, D. R., Díaz Nuñez, V., Sosa-Ramírez, J., Herrera Silveira, J., y Búrquez, A. (2012). An assessment of natural and human disturbance effects on Mexican ecosystems: current trends and research gaps. *Biodiversity and Conservation*, 21(3), 589-617. doi: 10.1007/s10531-011-0218-6.
- Castro, E., y Ortiz, F. (2015). Ordenamiento comunitario del territorio. En J. Carabias, J. de la Maza y R. Cadena (eds.) *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias*. México: Natura y Ecosistemas Mexicanos A. C.
- CDB9 (Convenio sobre diversidad biológica). (2007). *Cambio climático y diversidad biológica (9)* Recuperado de: <https://www.cbd.int/doc/bioday/2007/ibd-2007-booklet-01-es.pdf>
- Chair, S. N., Costanza, R., Ehrlich, P. R., Golley, F. B., Hooper, D. U., Lawton, J. H., y Tilman, D. (1999). Biodiversity and Ecosystem Functioning: Maintaining Natural Life Support Processes. *Issues in Ecology*, 4, 1-11.
- Challenger, A. (1998). *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado presente y futuro*. México. Instituto de Biología-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Challenger, A. (2014). Los paisajes naturales y humanos de México. En R. Valdez y A. Ortega (eds.). *Ecología y manejo de fauna silvestre en México* (pp. 41-71). México. Biblioteca Básica de Agricultura / Editorial del Colegio de Postgraduados-Universidad Autónoma Chapingo / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Chapin III, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L., Hooper, D. U., Lavorel, S., Sala, O. E., Hobbie, E., Mack, M. C., y Díaz, S. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405, 234-242.
- Cisneros-Saguilán, P., Gallardo-López, F., López-Ortiz, S., Ruiz-Rosado, O., Herrera-Haro, J. G., y Hernández-Castro, E. (2015). Current Epistemological Perceptions of Sustainability and its Application in the Study and Practice of Cattle Production: A Review. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 39(8), 885-906. doi: 10.1080/21683565.2015.1050148
- CICC (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático). (2009). *Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (5ª)*. Recuperado de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/685.pdf>
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (1998). *La diversidad biológica de México: Estudio de país*. México: Conabio.
- Dagang, A. B. K., y Nair, P. K. R. (2003). Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. *Agroforestry Systems*, 59, 149-155.
- De Haan, C., Steinfeld, H. H., y Blackburn, H. H. (2005). *Livestock and the environment: Finding a balance*. Suffolk, Reino Unido, Comisión de las Comunidades Europeas / Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura / Banco Mundial.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2010). *Norma Oficial Mexicana-059-Semarnat-2010*. (Modificada el 21 de diciembre del 2015) México.
- DOFue (Diario Oficial de la Unión Europea). (2008, septiembre 18). *Reglamento (CE) No. 889/2008 de la Comisión de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) No. 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control*.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). (2006a). *Livestock's long shadow. Environmental issues and options*. Italia: Livestock Environment and Development (LEAD) / FAO.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). (2006b). *Livestock's long shadow. Environmental issues and options*. Italia: Livestock Environment and Development (LEAD) / FAO.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). (2009). *Food Security and Agricultural Mitigation in Developing Countries: Options for Capturing Synergies*. Italia: FAO.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). (2013). *Tackling climate change through livestock. A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Italia: FAO.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). (2018). *Livestock environmental assessment and performance partnership*. Italia: FAO.
- Figuroa, F., y Sánchez-Cordero, V. (2008). Effectiveness of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico. *Biodiversity Conservation*, 17, 3223-3240.
- Figuroa, F., Sánchez Cordero, V., Meave, J. A., y Trejo, I. (2009). Socioeconomic context of land use and land cover change in Mexican biosphere reserves. *Environmental Conservation*, 36, 180-191.
- Fischer, J., Brosi, B., Daily, G., y Ehrlich, P. (2008). Should agricultural policies encourage land sparing or wildlife-friendly farming? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6, 380-385.
- Fischer, J., y Linder Mayer, D. B. (2007). Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 265-280.
- Franklin, J. F., (1993). Preserving biodiversity: species, ecosystems, or landscapes? *Ecological Applications*, 3(2), 202-205.
- Fuentealba, B., y González, E. C. (2016). Sistemas silvopastoriles tradicionales en México. En A. I. Moreno-Calles, A. Casas, V. M. Toledo y R. M. Vallejo (eds.). *Etnoagroforestería en México* (pp. 239-261). Morelia: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Galindo, F., Williams, D., González-Rebeles, C., Zarza, H., Ávila-Flores, R., Olea-Perez, R., y Suzán, G. (2016). Conservation and livestock production in tropical Mexico. The need for sustainable options. En A. A. Aguirre y R. Sukumar (eds.). *Tropical conservation: perspectives on local and global priorities*. Nueva York: Oxford University Press.
- Gallina, S., Hernández, A., Delfín, C., y González, A. (2009). *Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento*. Departamento de Biodiversidad y Ecología Animal. Instituto de Ecología. *Investigación ambiental*, 1(2), 143-152.
- García, W. M. (2015). La ganadería en América Latina y el Caribe: una reflexión sobre sus perspectivas y desafíos. En D. R. Núñez et al. (eds.). *La ganadería en América Latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal. Bibliografía Básica de Agricultura*, (pp. 27-49). Chapingo, México: Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.
- Garnett, T., y Godfray, C. (2012). *Sustainable intensification in agriculture. Navigating a course through competing food system priorities*. Oxford, Reino Unido: University of Oxford / Food Climate Research Network / the Oxford Martin Programme on the Future of Food.
- Gerber, P., Hederson, B., y Makkar, H. (2013). Mitigación de las emisiones de gases con efecto invernadero en la producción ganadera. Roma: FAO.
- Gómez-Fuentes-Galindo, T. (2017). *Relación entre atributos estructurales y diversificación de la vegetación con los recursos alimenticios y la productividad de ganado bovino en condiciones de trópico subhúmedo*. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Gómez-Fuentes-Galindo, T., Gonzalez-Rebeles, C., López-Ortiz, S., Ku-Vera, J. C., Albor-Pinto, C. J., y Sanginés-García J. R. (2017). Dominancia, composición química-nutritiva de especies forrajeras y fitomasa potencial en una selva secundaria. *Revista Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 14, 617-634.
- González, E. (1999). Reversión ambiental y social de la ganadería bovina en Colombia. *World Animal Review*, 93(2), 2-15.
- González, P. E. E., y Dávalos, J. L. F. (2015). (coords.). *Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería bovina tropical*. (Libro Técnico). México: Red de Investigación e Innovación Tecnológica para la Ganadería Bovina Tropical / Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- González-Rebeles, C. (2012). Zootecnia aplicada a la fauna silvestre. En M. E. Trujillo (ed.). *Introducción a la zootecnia*. (2a ed.) (pp. 295-315). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- González-Rebeles, I. C., y Méndez-Méndez, M. M. (2014a). Desarrollo de la normatividad y administración de la fauna silvestre en México. En R. Valdez y J. A. Ortega (eds.). *Ecología y manejo de fauna silvestre en México* (pp. 519-535). México: Biblioteca Básica de Agricultura / Editorial del Colegio de Posgraduados-Universidad Autónoma Chapingo / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

- González-Rebeles I. C., y Méndez-Méndez, M. M. (2014b). Recursos de fauna silvestre en México. En R. Valdez y J. A. Ortega (eds.). *Ecología y manejo de fauna silvestre en México* (pp. 73-101). México: Biblioteca Básica de Agricultura / Editorial del Colegio de Posgraduados-Universidad Autónoma Chapingo / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- González-Rebeles, C., Gómez-Fuentes-Galindo, T., y Galindo, F. (2015). Recursos naturales y uso de las tierras ganaderas en el trópico. En P. E. González y F. J. L. Dávalos (coords.). *Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería bovina tropical. Libro Técnico* (pp. 38-47). México: Red de Investigación e Innovación Tecnológica para la Ganadería Bovina Tropical / Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Green, R., Cornell, S., Scharlemann, J., y Balmford, A. (2005). Farming and the fate of wild nature. *Science*, 307, 550-555.
- Groom, M. J., Meffe, G. K., y Carroll, C. R. (2006). *Principles of Conservation Biology*. Sunderland: Sinauer Associates.
- Gutteridge, R. C. (1991). Sustaining multiple production systems: 1. Forest and fodder trees in multiple use systems in the tropics. *Tropical Grasslands*, 25, 165-172.
- Ibrahim, M., Villanueva, C. P., y Casasola, F. (2007). Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y la rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centroamérica. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 15(1), 73-87.
- IFOAM (The International Federation of Organic Agriculture Movements). (2009). The Principles of Organic Agriculture. Recuperado de: http://www.ifoam.org/about_ifoam/principles/index.html. <http://www.sagarpa.gob.mx/programas2/evaluacionesExternas/Lists/Otros%20Estudios/Attachments/37/Cambio%20Climatico.pdf> Fecha de consulta: 06 de marzo del 2015.
- IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change). Recuperado de <http://www.ipcc.ch>.
- Jiménez-Ferrer, G., López-Carmona, M., Nahed-Toral, J., Ochoa-Gaona, S., y de Jong, B. (2008). Árboles y arbustos forrajeros de la región norte-tzotzil de Chiapas, México. *Veterinaria México*, 39(2), 199-213.
- Laurance, W. F. (2008). Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. *Biological Conservation*, 141, 1731-1744.
- Loa, L., Cervantes, A., Durand, S., y Peña, J. (1998). Uso de la Biodiversidad. En *La Diversidad biológica de México: Estudio de país* (pp.103-156). México: Conabio.
- Magaña, V., Méndez, M., Morales, R., y Millán, C. (2004). Consecuencias presentes y futuras de la variabilidad y el cambio climático en México. En J. Martínez., B. Fernández y P. Osnaya (eds.), *Cambio Climático: una visión desde México* (pp. 206-207). México: Instituto Nacional de Ecología.
- Maldonado, M. N., Grande, D. J., Fuentes, E. E., Hernández, S., Pérez-Gil, F., y Gómez, A. (2008). Los sistemas silvopastoriles de la región tropical húmeda de México: El caso de Tabasco. *Zootecnia Tropical*, 26, 305-308.
- Mandujano, S. (2011). Consideraciones ecológicas para el manejo del venado cola blanca en bosques tropicales. En O. Sánchez, P. Zamorano, E. Peters y H. Moya (eds.), *Temas sobre Conservación de Vertebrados Silvestres en México*, (pp. 249-276). México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales / Instituto de Ecología.
- McNeely, J., y Scherr, S. S. (2003). *Estrategias de ecoagricultura para ayudar a alimentar al mundo y salvar la biodiversidad silvestre*. Future Harvest Foundation / World Conservation Union. Recuperado de: www.ecoagriculturepartners.org
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington: Island Press.
- Merino, P. L., y Martínez, A. E. (2014). *A vuelo de pájaro. Las condiciones de las comunidades con bosques templados de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Milera, M., Machado, H., López, O., Sánchez, T., y Sánchez, S. P. (2004). Producción de leche en sistemas de pastoreo bio-sostenibles y/o biodiversos. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 8(1), 3-14.
- Molina, C., Molina, D. C. H., Molina, E. J., y Molina, J. P. (2008). Carne, leche y medio ambiente en el sistema silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit Mimosaceae. En E. Murgueitio, C. A. Cuartas y J. F. Naranjo (eds.), *Ganadería del Futuro* (pp. 41-65). Cali: Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria.
- Montossi, F., y Cazulli, F. (2015). Avances en la construcción de un modelo de intensificación sostenible de la ganadería del Uruguay. En R. D. Nuñez, V. Ramírez, R. S. Fernández, F. O.

- Araujo, W. M. García y M. T. E. Díaz. (eds.). *La ganadería en América Latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal*. Biblioteca Básica de Agricultura (pp. 607-664). Montecillo, México: Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas.
- Moreno Calles, A. I., Casas, A., Toledo, V. M., y Vallejo, R., M. (comps.) (2016). *Etnoagroforestería en México*. Morelia: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Murgueitio, E. (1999). Reconversión ambiental y social de la ganadería bovina en Colombia. *World Animal Review*, 93(2), 2-15.
- Murgueitio, E., Call, Z., Uribe, F., Calle, A., y Solorio, B. (2011). Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management*, 261, 1654-1663.
- Murgueitio, E., Cuartas, C., y Naranjo, J. (eds.). (2008). *Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo*. Cali: Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria.
- Nahed, T. J., Gómez, H., Pinto, R., Guevara, F., Medina, F., Ibrahim, M., y Grande, D. (2010). Research and development of silvopastoral systems in a village in the Buffer Zone of the El Ocote Biosphere Reserve, Chiapas, Mexico. *Research Journal of Biological Sciences*, 5, 499-507.
- Nahed, T. J., Sánchez, M., Mena, Y., Ruiz, R., Aguilar, J., Castel, A., Orantes, Z., Manzur, C., Cruz, L., y Delgadillo, P. (2013). Feasibility of converting agrosilvopastoral systems of dairy cattle to the organic production model in southeastern Mexico. *Journal of Cleaner Production*, 43, 136-145.
- Nahed, T. J., Valdivieso, P., Aguilar, J., Cámara, C., y Grande, C. (2013). Silvopastoral systems with traditional management in southeastern México: a prototype of livestock agroforestry for cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, (57), 266-279.
- Nell, A. J. (ed.). (1998). *Livestock and the environment*. International Conference. Proceedings of the International Conference on Livestock and the Environment, 16-20 de junio 1997. Wageningen, Países Bajos: FAO / International Agriculture Centre.
- Neri Flores, O., y Rodríguez Soto, J. C. (1998). *Ranchos cinegéticos: oportunidades de diversificación ganadera sustentable*. FIRA. Boletín informativo, XXX, 306.
- Niehof, A. (2014). The significance of diversification for rural livelihood systems. *Food Policy*, 29, 325, 326, 328. Recuperado de: www.sciencedirect.com.
- Nordborg, M. (2016). *Holistic management: a critical review of Allan Savory's grazing method*. Uppsala: EPOK-Centre for Organic Food and Farming.
- Nuñez, D. R., Ramírez, V., Fernández, R. S., Araujo, F. O., García, W. M. y Díaz, M. T. E. (eds.). (2015). *La ganadería en América Latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal*. Biblioteca Básica de Agricultura. Montecillo, México: Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas.
- Obala, E., Jenet, A., Garduno-Janz, F., Lorika, Y., y Leggett, C. (2012). *Holistic Grazing Planning and Reciprocal grazing agreements approach - Enhancing sustainable Natural Resource Management in Pastoralists Dry lands areas*. doi: 10.13140/RG.2.1.1284.8167.
- Opio, C., Gerber, P., y Steinfeld, H. (2012). Livestock and the environment: Addressing the consequences of livestock sector growth. *Advances in Animal Biosciences*, 2(3), 601-607. doi:10.1017/S204047001100286X
- Ortiz-Moreno, J. A. (2014). *La ecotecnología en México*. Morelia-Guadalajara: Universidad Nacional Autónoma de México / Imagia Comunicación.
- Palma, J. M. (2006). Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 14(3), 95-104.
- Palma, J. M. y Anguiano C., J. M. (2015). Sistemas silvopastoriles en el mejoramiento de los sistemas de producción bovina en ganadería de doble propósito en México. En *La ganadería en América Latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal* (pp. 375-38). Biblioteca Básica de Agricultura. Chapingo, México: Colegio de Postgraduados / Universidad Autónoma de Chapingo / Asociación Latinoamericana de Producción Animal / FAO / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Palma, G., Nahed, T., y Sanginés, G. (2011). *Alternativas para una reconversión ganadera sustentable*. Agroforestería pecuaria en México. Colima: Universidad de Colima.
- Pérez, E. R. (2006). *Granjas porcinas y medio ambiente*. Contaminación del agua en La Piedad, Michoacán. México: Universidad Nacional Autónoma de México / Plaza y Valdés Editores.

- Perfecto, I., y Vandermeer, J. (2010). The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model. *PNAS*, 107(13), 5786-5791.
- Phalan, B., Balmford, A., Green, R. E., y Scharlemann, J. P. W. (2011). Minimising the harm to biodiversity of producing more food globally. *Food Policy*, 36, S62-S71. doi:10.1016/j.foodpol.2010.11.008
- Phalan, B., Onial, M., Balmford, A., y Green, R. E. (2011). Reconciling Food Production and Biodiversity Conservation: Land Sharing and Land Sparing Compared. *Science*, 333, 1289-1291. doi:10.1126/science.1208742
- Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R., y Massardo, F. (2001a). *Fundamentos de conservación biológica, perspectivas latinoamericanas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. y Massardo, F. (2001b). Conservación fuera de las áreas naturales protegidas. En R. Primack, R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo (eds.). *Fundamentos de conservación biológica, perspectivas latinoamericanas* (pp. 521-557). México: Fondo de Cultura Económica.
- Rands, M. R. W., Adams, W. M., Bennun, L., Butchart, S. H. M., Clements, A., Coomes, D., Entwistle, A., Hodge, I., Kapos, V., Scharlemann, J. P. W., Sutherland, W. J., y Vira, B. (2010). Biodiversity Conservation: challenges beyond. 2010, *Science*, 329, 1298-1303.
- Robles de Benito, R. (2009). *Las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre y el corredor biológico mesoamericano. Corredor Biológico Mesoamericano México. Serie Acciones/Número 2*. México: Conabio.
- Sagarpa (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) (2012). *Sistema producto. Memoria Documental. Informe de Rendición de Cuentas de la Administración Pública Federal 2006-2012*. México: Dirección General Adjunta de Evaluación, Coordinación General de Ganadería, Sagarpa. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/irc/Memorias%20Documentales/SUBSRÍA.%20DESARROLLO%20RURAL%20-%20COMITÉS%20SISTEMA-PRODUCTO%20-1ra.%20Parte.pdf>
- Sagarpa (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2013). *Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación Orgánica de las actividades agropecuarias, publicado en el Diario Oficial de la Nación. (29/10/2013)*. México: SEGOB
- Sánchez, M. D., y Rosales, M. (eds.). (2003). *Agroforestería para la producción animal en América Latina. Memorias de la 2da Conferencia Electrónica (agosto 2000 a marzo 2001)*. (Estudio FAO de producción y sanidad animal 155). Roma: FAO.
- Savory, A. (2005). *Manejo Holístico. Un nuevo marco metodológico para la toma de decisiones*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales / Instituto Nacional de Ecología / Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza / Fundación para Fomentar el Manejo Holístico de Recursos.
- Savory, A. (2013). *Response to request for information on the "science" and "methodology" underpinning holistic management and holistic planned grazing*. Boulder: Savory Institute. Recuperado de <http://www.savoryinstitute.com>.
- Scherr, S. J., y McNeely, J. A. (2008). Biodiversity conservation and agricultural sustainability: toward a new paradigm of ecoagriculture landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Biological Sciences Series*, B-363, 477-494.
- Semarnap (Secretaría de Manejo de Recursos Naturales y Pesca)-Dirección General de Fauna Silvestre-Instituto Nacional de Ecología. (2000). *Estrategia nacional para la vida silvestre. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000*. México: Semarnap.
- Shackelford, G. E., Steward, P. R., German, R. N., Sait, S. M., y Benton, T. G. (2015). Conservation planning in agricultural landscapes: hotspots of conflict between agriculture and nature. *Diversity and Distributions*, 21, 357-367.
- SCBD (Secretariate of the Convention on Biological Diversity). (2014). *Global Biodiversity Outlook 4*. Canada: UNEP / Convention on Biological Diversity.
- Teillard, F., Anton, A., Dumont, B., Finn, J. A., Henry, B., Souza, D. M., y White, S. (2016). *A review of indicators and methods to assess biodiversity - Application to livestock production at global scale*. (Livestock Environmental Assessment and Performance [LEAP] Partnership). Roma, Italia: FAO.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., y Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 108, 20260-20264.

- Toledo, V. M. (2005). Repensar la conservación: ¿Áreas naturales protegidas o estrategia bioregional? *Gaceta Ecológica*, (77), 67-83.
- Toledo, V. (2010). La conservación de la biodiversidad. En V. Toledo (coord.). *La biodiversidad en México. Inventarios, manejo, usos, informática, conservación e importancia cultural* (pp. 327-351). México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes / Fondo de Cultura Económica.
- Toledo, V. M. y Boege, E. (2010). La biodiversidad, las culturas y los pueblos indígenas. En V. M. Toledo (coord.). *La Biodiversidad de México. Inventarios, manejo, usos, informática, conservación e importancia cultural* (pp.160-192). México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes / Fondo de Cultura Económica.
- Valdez, R., Guzmán-Aranda, J. C., Abarca, F. J., Tarango-Arámbula, L. A., y Clemente, F. (2006). Wildlife conservation and management in Mexico. *Wildlife Society Bulletin*, 34(2), 270-282.
- Villareal, J. (2000). *Venado cola blanca: manejo y aprovechamiento cinegético*. Monterrey: Unión Ganadera Regional de Nuevo León.
- Villoria, N. B., Byerlee, D., y Stevenson, J. (2014). The Effects of Agricultural Technological Progress on Deforestation: What Do We Really Know? *Applied Economic Perspectives and Policy*, 36, 211-237. doi:10.1093/aep/ppy005

1.3 Separación o integración para la conservación de biodiversidad y producción en el paisaje cafetalero mexicano

Mario Javier Gómez-Martínez¹

Jairo Ricardo Mora-Delgado²

Carlos Roberto Cerdán³

Correo de correspondencia: ccerdan@uv.mx

Resumen

En México, es bien conocido que casi la mayoría de los cafetales son bajo sombra, lo que les permite conservar diversidad biológica. No obstante, por la necesidad de incrementar los rendimientos de las plantaciones, la cobertura arbórea es simplificada y reducida, lo que afecta la provisión de servicios ecosistémicos. El presente trabajo responde al objetivo de analizar cuál de los dos enfoques –*land sharing* o *land sparing*– sería el más adecuado para el diseño de sistemas agroforestales de café, bajo las condiciones actuales de la cafecultura mexicana, permitiendo aumentar rendimientos mientras se conserva la biodiversidad en los heterogéneos paisajes agrícolas, que en algunos casos está aledaño a reservas naturales. Para ello se realizó una revisión de literatura del tema y se propuso cuál sería el enfoque más acorde con los factores agroecológicos tomando como ejemplo la zona montañosa central del Estado de Veracruz.

En ciertas situaciones es posible que el nivel de intensificación agrícola presente en los cultivos no permita tan fácil y rápidamente un rediseño amigable con el ambiente (*land*

1 Facultad de Ciencias Agrícolas-Xalapa, Universidad Veracruzana / Facultad de Ingeniería Agronómica, Grupo de Investigación en Sistemas Agroforestales Pecuarios, Universidad del Tolima / Red Agroforestal de Universidades de Colombia.

2 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Grupo de Investigación en Sistemas Agroforestales Pecuarios, Universidad del Tolima / Red Agroforestal de Universidades de Colombia.

3 Facultad de Ciencias Agrícolas-Xalapa, Universidad Veracruzana / Observatorio de la Cafecultura Veracruzana.

sharing). Sin embargo, para el cultivo del café presente en la zona se recomienda este enfoque ya que integra la conservación con la producción.

Palabras clave: agroforestería tropical, cafecultura, *trade-offs*, intensificación agroecológica, cobertura arbórea

Abstract

It is widely recognized that most of the Mexican coffee plantations are shade-grown which enhances biodiversity conservation. However, in order to increase yields tree cover is frequently simplified affecting the provision of ecosystem services. The present chapter analyses which framework (land sharing or land sparing) would be the most suitable for coffee agroforestry systems design, whilst yields and biodiversity is preserved within heterogeneous landscapes, frequently overlapped or buffering natural reserves. A literature review was carried out, with this propose, considering the agro-ecological conditions of the Central Mountainous Area of Veracruz. Under certain conditions, land sharing framework is not easy and quick to be eco-friendly implemented specially because of the current level of crop intensification. However, this framework is highly recommended for this area for it considers both conservation and production.

Keywords: tropical agroforestry, coffee sector, trade-offs, agroecological intensification, tree cover

Introducción

La agricultura a escala mundial se practica con desarrollos tecnológicos muy variados entre diversas regiones. Existe una marcada dicotomía entre revolución verde contra agricultura tradicional; altos rendimientos contra prácticas agroecológicas; consumo local contra productos de exportación, entre otros. En algunas regiones del mundo, principalmente de África y Asia, la agricultura ha avanzado muy poco en cuanto a la adopción de tecnologías que permitan aumentar los rendimientos. De hecho, la agricultura tradicional es desarrollada principalmente por comunidades marginales, con materiales vegetales nativos o “criollos” y con mano de obra familiar (Altieri y Nicholls, 2017). Por sus características, este tipo de agricultura se denomina tradicional (Gliessman, 2002). En contraste, la agricultura industrializada se aplica a gran escala, con prácticas agronómicas basadas en el alto uso de insumos provenientes de la petroquímica, demandan grandes cantidades de agua y utilizan semillas mejoradas (p. ej. por genética convencional o ingeniería genética). Esta agricultura tiene como objetivo principal el maximizar la producción y la rentabilidad financiera (Gliessman, 2002).

El ser humano al manipular y alterar regularmente la composición de los agroecosistemas y la función de los organismos para su beneficio (producción de alimento y materia

prima) hace que éstos sean muy diferentes a los ecosistemas naturales (Gliessman, 2002). No obstante, se conservan los procesos, la estructura y otras características de un ecosistema natural que son aplicables para su estudio. Los agroecosistemas se caracterizan por que en ellos regularmente se realizan prácticas de cultivo, principalmente la siembra, la cosecha y el cultivo del suelo, pero también por otros tipos de manejo, como la roza y tumba, el pastoreo y la quema. Los procesos funcionales de un agroecosistema son principalmente (Gliessman, 2002): i) flujo de energía, ii) ciclo de nutrientes, iii) mecanismos de regulación de poblaciones y iv) estabilidad; mismos que denotan que los agroecosistemas son flexibles y dinámicos ya que las relaciones ecológicas con cada componente son variadas y van a depender de los recursos disponibles al momento de realizar la actividad agrícola o pecuaria.

Las relaciones ecológicas presentes en los diferentes agroecosistemas se fundamentan de manera directa en las dimensiones espaciales (horizontal y vertical: arreglos topológicos) y temporales (ciclo del cultivo, plagas y enfermedades y regímenes climáticos). En este sentido, los agroecosistemas considerados tradicionales, que en su mayoría son muy biodiversos (p. ej. agroecosistema rusticano de café y policultivo tradicional: *sensu stricto*) (Moguel y Toledo, 1999), presentan relaciones ecológicas complejas, mientras que en los agroecosistemas más simplificados se identifican menos procesos ecológicos. Estos últimos, en las condiciones actuales de cambio climático, pueden presentar mayor vulnerabilidad y más tiempo de recuperación y de adaptación a las nuevas condiciones climáticas, incluyendo, por ejemplo, que las comunidades que los habitan tengan una nueva configuración espacial y estructural (Altieri et al. 2015). Para algunas regiones, sobre todo las que se ubican en los límites de las condiciones aptas para la producción (bajas altitudes sobre el nivel del mar), si los cambios climáticos llegan a ser lo suficientemente fuertes, las regiones cafetaleras podrían dejar de ser aptas para el cultivo del café (Moat et al. 2017).

En este sentido, el dinamismo y flexibilidad de los agroecosistemas radica en la plasticidad ecológica de las especies que lo componen. Para el caso de los agroecosistemas cafetaleros, la especie *Coffea arabica* puede ser manejada en un gradiente de complejidad estructural, desde libre exposición hasta el café bajo la cobertura arbórea compleja y diversificada. En esta gama de opciones se reduce drásticamente la diversidad de especies, pero también la genética (variedad de cafetos) presente en los agroecosistemas (DaMatta y Rodríguez, 2007), lo que los hace particularmente vulnerables al cambio climático, así como al estrés biótico, una condición que constituye una amenaza importante para la seguridad alimentaria y económica de las comunidades (Heinemann et al. 2014). El presente trabajo responde al objetivo de analizar cuál de los dos enfoques: *land sharing* o *land sparing* sería el más adecuado para el diseño de sistemas agroforestales de café productivos y que permitan la conservación de la biodiversidad en zonas con historial agrícola e inmersas en una matriz altamente frag-

mentada. Aunque estos términos pueden ser traducidos como “tierras integradas” y “tierras separadas”, usaremos los términos en inglés por ser bastante usados en la literatura, incluso en español.

Separar o integrar la producción y conservación en paisajes agrícolas

La disyuntiva actual más importante dentro de la agricultura es cómo hacer para satisfacer la demanda de alimentos y fibras de la creciente población mundial con el menor costo para la biodiversidad. En este sentido, y desde más de una década, hay un debate entre dos opciones o enfoques (Green et al. 2005; Vandermeer y Perfecto, 2007; Phalan et al. 2011). El primero es el *land sparing*, que se sustenta en los datos suministrados por Borlaug (2007), quien aseguró que desde varias décadas atrás se vienen conservando cientos de millones de hectáreas debido a que la revolución verde intensificó la agricultura por medio del empleo de semillas mejoradas y métodos de cultivo químicamente intensivos que aumentaron los rendimientos, evitando exitosamente que ecosistemas naturales cambiaran a algún uso de suelo agrícola. El enfoque *land sparing* propone la conservación de áreas protegidas sin considerar cultivos de producción intensiva y de alto rendimiento (Fischer et al. 2014; Kremen, 2015). Con ello se tiene un paisaje con ecosistemas naturales y agroecosistemas simplificados bien delimitados, con lo que según los defensores de este enfoque se estaría contribuyendo a la conservación de la biodiversidad (Kremen, 2015). Por otra parte, el enfoque *land sharing* busca el desarrollo de la agricultura y la conservación de la biodiversidad compartiendo espacios, dentro del mismo agroecosistema, dando como resultado paisajes agrícolas diversificados y amigables con la naturaleza. En este caso, la agricultura debe ser desarrollada de manera respetuosa y amigable con el ambiente (Fischer et al. 2014; Kremen, 2015).

Es ampliamente reconocido que limitar los esfuerzos de conservación de la diversidad biológica a reservas destinadas a este fin no ha sido suficiente, mucho menos en regiones altamente fragmentadas y constituidas por una matriz agrícola fuertemente dominante. En muchos casos, las áreas protegidas son pequeñas, aisladas, habitadas, frecuentemente explotadas y no siempre logran conservar la biodiversidad (Chazdon et al. 2009; DeClerck et al. 2010; Kraker-Castañeda y Soto-Pinto, 2015), además muy pocas cuentan con zonas de amortiguamiento y acceso restringido que eviten presiones de tipo antrópico y efectos de borde marcados. La mejor elección de uno de los enfoques (*land sparing* o *land sharing*), dependerá en gran medida del contexto local y regional que determinen las relaciones entre los servicios ecosistémicos y los elementos característicos

de los agroecosistemas dominantes. Asimismo, en el caso de los productores de café, su conocimiento tradicional, altamente dependiente del contexto local, debe ser incorporado en la toma de decisiones al enfocarse en aumentar la conservación de la biodiversidad en general (Cerdán et al. 2012).

Agroecosistemas cafeteros diversificados y resilientes

La resiliencia es un término que puede ser aplicado a un contexto ambiental o social y se define por la capacidad que tiene un sistema para soportar disturbios, conservando su estructura organizacional y la productividad, la capacidad de autorregularse y de adaptarse al estrés y al cambio tras una perturbación (Cabell y Oelofse, 2012). Dicho de otra forma, un agroecosistema resiliente sería capaz de sostener la producción de alimentos o materias primas, cuando se enfrenta a disturbios como la sequía severa (p. ej. fenómeno del niño extremo) o por el exceso de lluvias (p. ej. huracanes) (Altieri et al. 2015). En el caso de las plantaciones de café, esta resiliencia está intrínsecamente relacionada con la cobertura arbórea (Lin, 2007).

El consenso es que los rendimientos de los sistemas de producción agrícola y pecuaria pueden disminuir debido a las altas temperaturas y al estrés relacionado con la sequía, pero estos efectos variarán entre las regiones y entre agroecosistemas. A diferencia de los monocultivos y la agricultura convencional e industrializada, muchos sistemas agrícolas tradicionales ofrecen un amplio abanico de opciones y diseños de gestión que potencian la biodiversidad funcional y de respuesta en los cultivos y, por ende, soportan y fortalecen la resiliencia de los agroecosistemas. Sin embargo, la utilización masiva de muy pocas especies, con uniformidad genética, en los sistemas agrícolas modernos aumentan su vulnerabilidad a la variabilidad climática y a la incidencia de plagas y enfermedades. Sumado a lo anterior, la simplificación de la estructura de los agroecosistemas modernos y la alta dependencia de insumos externos acrecienta la problemática que podría ocurrir durante un evento climático severo (Altieri et al. 2015; Altieri y Nicholls, 2017).

Actualmente los productores de café enfrentan la disyuntiva entre aumentar la productividad o conservar la diversidad y complejidad de especies arbóreas (Soto-Pinto et al. 2007), ya que al simplificar el componente leñoso utilizado como sombrero se aumentan los rendimientos, pero se sacrifica la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos que se brindan aumentando a futuro la vulnerabilidad al cambio climático (Figura 1). Con el uso de modelos de escenarios de cambio climático, para el año 2050, en la zona centro del estado de Veracruz se estiman pérdidas de 7 a 10% de la producción de café (*Coffea arabica* L.) causadas por la disminución de la precipitación y el incremento de la

temperatura del aire (Rivera-Silva et al. 2013). La incertidumbre actualmente es cómo la diferencia en la cobertura arbórea dentro de estos cafetales disminuirá la magnitud del cambio climático.

En varios estudios se evidencian las ventajas y desventajas de las plantaciones de café a pleno sol y bajo sombra (Beer, 1987; Cardona y Sadeghian, 2006; DaMatta y Rodríguez, 2007), sin embargo, bajo los escenarios de cambio climático, son más las ventajas de producir café bajo sombra que las de cultivarlo a pleno sol. Al suponer un evento climático extremo en dos plantaciones de café contrastantes, una a pleno sol y otra un policultivo tradicional, la que posiblemente sea más impactada y que se recuperaría con mayor lentitud será la más simplificada ecológicamente, ya que la producción agroforestal de café, a diferencia del café a sol, puede en la medida moderar extremos de alta temperatura en el futuro próximo como resultado del cambio climático (DeSouza et al. 2012; Lin, 2007). La clave para desarrollar esfuerzos adecuados y específicos de adaptación es comprender el impacto del cambio climático en las diferentes regiones agroclimáticas (Altieri y Nicholls, 2017).

Las condiciones microclimáticas de las plantaciones de café bajo sombra varían respecto a una plantación a pleno sol. Al estudiar el microclima generado por árboles de *Inga densiflora* en una plantación de cafetos, Siles, Harmand y Vaast (2010) encontraron una reducción de la luz transmitida y una mejora en las condiciones microclimáticas mediante una disminución de la temperatura del aire y de la hoja del café. Las relaciones ecológicas dadas en el suelo se fundamentan en la interacción entre especies cultivadas y las especies que ocurran de manera natural. Sin embargo, a pesar de los beneficios de la cobertura arbórea, la competencia por nutrientes y, especialmente, agua durante los periodos secos prolongados pueden ser una limitante. Hay productores de café quienes suponen que la distribución y tipo de las raíces define la competencia o la complementariedad en el uso de recursos en los sistemas agroforestales (Cerdán et al. 2012). En Nicaragua, en una zona con un periodo seco prolongado, se encontró que en un sistema agroforestal cafetalero bajo cobertura de *Simarouba glauca* y *Tabebuia rosea* las raíces más profundas del café y los patrones de distribución de las raíces más penetrantes de los árboles sugieren la complementariedad en el uso del agua a lo largo del perfil del suelo (Padovan et al. 2015). Estos resultados favorecen la hipótesis ecológica de que, en un agroecosistema diversificado, las raíces profundas de los árboles pueden mejorar el uso de los recursos del suelo que no están disponibles para los cultivos (Cannell et al. 1996).

Estas relaciones positivas dependen de la especie de árbol que acompaña a los cafetos en los sistemas agroforestales. En Indonesia, en un estudio (Evizal et al. 2016), se reportó que los árboles de sombra con alto índice de dominancia (p. ej. *Gliricidia sepium* y *Erythrina sububrams*) tuvieron un efecto positivo sobre la productividad del café, y el porcentaje de las especies de árboles multipropósito presentó un efecto negativo (p. ej.

Durio zibethinus y *Parkia speciosa*), mientras que la abundancia de árboles de sombra no afectó la productividad del café. En Colombia, Farfán (2007) encontró que las especies maderables son grandes consumidoras de nutrientes, principalmente de K^+ . En contraste, especies leñosas de la familia Leguminosae, en especial las del género *Inga* (Figura 1 b y c), pueden tener un efecto positivo sobre la fertilidad del suelo al fijar nitrógeno por su capacidad de formar nódulos (Roskoski, 1981; Roggy y Prévost, 1999; Barron et al. 2011; Nygren et al. 2012). No obstante, se han realizado pocos experimentos de campo para determinar la mejora en los rendimientos de café bajo la vegetación de sombra *Inga*, además de que no se conoce cómo varía la fijación de nitrógeno por especie dentro de este género (Peeters et al. 2003; Romero-Alvarado et al. 2002). Adicionalmente, debe considerarse que un aumento de la cobertura arbórea, sobre todo en zonas de baja radiación solar, puede propiciar la incidencia de enfermedades fúngicas (López-Bravo et al. 2012).

Rediseño de cafetales resilientes con enfoque *land sharing*

Debido a que los agroecosistemas son dinámicos y flexibles, los productores pueden hacer rediseños que les permitan aprovechar los beneficios de las relaciones ecológicas que ofrece la biodiversidad (biodiversidad funcional y de respuesta). Como resultado de las cambiantes condiciones climáticas, es posible que los agroecosistemas cafetaleros a pleno sol sean más vulnerables y que tengan más riesgo. Sin embargo, *Coffea arabica*, por su plasticidad ecológica, puede responder positivamente a las prácticas de restauración del agroecosistema y por ende a los cambios en el manejo al estar en asocio con especies arbóreas.

Los cambios en el arreglo de los cafetos y los árboles de sombrero al interior de las fincas cafetaleras deben ser de fondo, ya que si no se modifica estructuralmente el agroecosistema y únicamente se promueven prácticas dirigidas al monocultivo como cambiar las fechas de siembra, cambiar o introducir nuevas variedades de cultivo y expandir y mejorar el riego, solo se alcanzaría una moderación temporal de los impactos negativos (Matthews et al. 2013). Sin embargo, es muy necesario que los productores también manejen la cobertura arbórea (selección de especies, manejo de podas, entre otras prácticas). Sin duda, el cambio climático requerirá estrategias de manejo para controlar las poblaciones alteradas de plagas y patógenos (Altieri y Nicholls, 2017). Los beneficios más grandes y duraderos provendrán probablemente de medidas agroecológicas más radicales que incluyan la diversificación de agroecosistemas en forma de policultivos, sistemas agroforestales y sistemas mixtos de cultivos y ganado acompañados de manejo orgánico del suelo, conservación y cosecha de agua y mejora general de la agrobiodiversidad (Altieri et al. 2015).

Dos estudios realizados posteriormente a la ocurrencia de eventos climáticos extremos (huracanes) mostraron resultados interesantes de resiliencia en los agroecosistemas. El primero evaluó el impacto del huracán *Mitch* y mostró que los agricultores que aplican prácticas de diversificación (cultivos de cobertura, cultivos intercalados y agroforestería) sufrieron menos daños y experimentaron pérdidas económicas más bajas que sus vecinos, quienes tenían monocultivos convencionales (Holt-Giménez, 2002). Igualmente en Soconusco, Chiapas, los agroecosistemas cafetaleros con niveles altos de complejidad estructural y diversidad de plantas sufrieron menos daños que los sistemas de café más simplificados durante el paso del huracán *Stan* (Philpott et al. 2008).

En términos de diseño y manejo de los agroecosistemas que se desarrollen bajo algunos de los dos enfoques hay diferencias marcadas en cuanto a estructura (horizontal y vertical), temporalidad y relaciones ecológicas. Los agroecosistemas de la opción *land sparing*, como ya se mencionó, son característicos de la agricultura convencional o intensiva, altamente dependientes de insumos de síntesis química y, actualmente, de riego (Gliessman, 2002). Mientras que los agroecosistemas enfocados en *land sharing* emplean técnicas de agricultura respetuosas con el medio al utilizar métodos agroecológicos que promuevan la biodiversidad en las fincas y los paisajes agrícolas (Kremen, 2015). Numerosas investigaciones han demostrado la importancia de los sistemas agroforestales conservando diversidad biológica *land sharing*. En algunas áreas tropicales, las plantaciones de café tienen elementos que brindan soporte y refugio para diversos grupos taxonómicos (Perfecto et al. 1996; Sherry, 2000; Rappole et al. 2003; Lozada et al. 2007; Teodoro et al. 2011). La conservación de las comunidades de abejas nativas dentro de los cafetales ha sido también estudiada, reportándose incluso beneficios en los rendimientos de café, a pesar de ser este un cultivo de polinización abierta (Jha y Vandermeer, 2010; Bravo-Monroy et al. 2015). Para otros organismos, como la diversidad de hormigas, la calidad de la matriz agrícola y del hábitat proporcionado por las plantaciones de café ha sido también demostrada (Armbrecht y Perfecto, 2003; Perfecto y Vandermeer, 2002). En este sentido, De la Mora, García-Ballinas y Philpott (2015) recomiendan que los agricultores tomen acciones de manejo para diversificar las áreas adyacentes de los cafetales, lo que aumenta la riqueza y abundancia de las hormigas para promover los servicios de depredación. Otro grupo estudiado son los primates, en Colombia se realizó un estudio para evaluar el papel potencial de los cafetales con sombrero en la conservación de los monos nocturnos andinos (*Aotus lemurinus*), los resultados de este estudio brindan apoyo para el uso de plantaciones de café de sombra como áreas complementarias para la conservación de poblaciones de primates andinos (Guzmán et al. 2016). Asimismo, los cafetales sombreados al ser un tipo de vegetación secundaria, con radiación intermedia, por su cobertura arbórea, por su abundancia de presas potenciales y diversidad de microhábitats disponibles para refugio, son una opción de conservación de lagartijas en las zonas tropicales (Macip-Ríos et al. 2013).

El enfoque *land sharing* por parte de los cafetales también favorece la conectividad funcional para algunos grupos faunísticos entre zonas de reserva natural y los agroecosistemas. Por ejemplo, la conservación de mamíferos en los sistemas agroforestales cafetaleros está determinada por su proximidad a las reservas forestales y a las características de la vegetación local, donde las plantaciones de café pueden ser zonas de amortiguamiento y una matriz de alta calidad que puede aumentar la conectividad entre áreas protegidas (Bali et al. 2007). Otros estudios sobre mamíferos voladores en Chiapas arrojaron que las plantaciones de café podrían actuar como corredores, facilitando la conexión entre diferentes elementos del paisaje para algunos murciélagos frugívoros y nectarívoros (García-Estrada et al. 2006). Si bien no hay sustituto para el bosque nativo, el café bajo sombra proporciona hábitat para los pequeños mamíferos no voladores, particularmente en comparación con el café a pleno sol (Cruz-Lara et al. 2004; Caudill et al. 2015).

Estudio de caso: zona centro del estado de Veracruz

Decidir entre el enfoque *land sharing* o *land sparing* no es un tema únicamente ambiental. Hay otros elementos agronómicos, sociales y económicos que inciden en esto para el caso de producción de café en la zona centro del estado de Veracruz. Allí, el cultivo se produce principalmente en pequeñas unidades productoras (promedio de 1.38 ha; López et al. 2013), con bajos rendimientos, problemas fitosanitarios (principalmente broca *-Hypothenemus hampei-* y roya *-Hemileia vastatrix-*), plantaciones viejas, mezclas de variedades a nivel de lote y surco, baja generación de valor agregado, sin acceso a crédito y seguros, poca transferencia de tecnología y ausencia de asistencia técnica a los productores (Hernández-Martínez et al. 2013; López et al. 2013). Adicionalmente, problemas socioeconómicos como la migración interna e internacional (Mestries, 2006; Gitter et al. 2012; Hunter et al. 2013) y la ampliación de la mancha urbana incrementan la crisis en el sector cafetalero (Williams-Linera et al. 2002).

Asimismo, los cafetales se superponen altitudinalmente con los bosques templados, en particular el bosque mesófilo de montaña (BMM) o bosque de niebla, lo que da un valor ecológico para las zonas productoras de café (Manson et al. 2008). Esta es una justificación muy importante para proponer *land sharing* en vez de *land sparing* en las regiones donde ocurre esta situación, y en especial para el estado de Veracruz, ya que hasta el año 2000 se había perdido el 40% de este tipo de bosque debido en gran parte a su conversión a potreros, cultivos, zonas urbanas y fraccionamientos, y sobre todo, a bosque perturbado (Williams-Linera et al. 2002). Pese a este panorama lúgubre, sin duda alguna los agroecosistemas cafetaleros son proveedores de hábitat y corredores biológicos para diversos grupos taxonómicos (Perfecto et al. 1996; Manson et al. 2008);

así como de importancia en la generación de servicios ambientales, como la regulación de flujos hidrológicos (Gómez-Delgado et al. 2011) o el almacenamiento de carbono (Callo-Concha et al. 2004).

Los rendimientos de los agroecosistemas cafetaleros comparados con otros países son bajos. Según López et al. (2013), el rendimiento nacional promedio es de 2.2 t de café cereza ha^{-1} (10.6 Qq ha^{-1}); para los cafetos bajo sombra, los mayores rendimientos se presentan en fincas de grandes productores (>20 ha) donde el promedio nacional es de 7.5 t de café cereza ha^{-1} (36.1 Qq ha^{-1}). En una estimación hecha por Rivera-Fernández (datos sin publicar), para el ciclo 2016-2017, a partir de información tomada de la ICO (Organización Internacional del Café, por sus siglas en inglés) arrojó que el promedio nacional es de 5.8 Qq ha^{-1} . Para la zona centro del Estado de Veracruz es de 3 a 4.7 toneladas de café cereza ha^{-1} , lo cual correspondería aproximadamente a entre 14 y 22 quintales por hectárea.

Soportado en la información anterior, para la zona centro del estado de Veracruz se recomendaría un enfoque que integre la conservación con la producción (*land sharing*), basado en el establecimiento de sistemas agroforestales en asocio con especies leñosas benéficas al cultivo (p. ej. leguminosas nativas). Además, la conversión no sería tan marcada, ya que cerca del 95% de la cafeticultura mexicana es bajo sombra (Moguel y Toledo, 1999). Se deben seleccionar las especies leñosas a incluir y hacer un manejo de la sombra, ya que en algunos casos la sombra actual no es funcional para la conservación de otros grupos taxonómicos (Perfecto et al. 2005). Donde habría que centrar los esfuerzos, es en las variedades a plantar, ya que hay una marcada falta de material vegetal de calidad, útil frente a los problemas fitosanitarios actuales y apto para las condiciones agroecológicas de la zona cafetalera. En pocas palabras, promover sistemas agroforestales tecnificados y validados para las particularidades socioeconómicas y agroecológicas de la zona centro de Veracruz.

Conclusiones

Si en las actuales áreas cafetaleras no se realizan intervenciones significativas o factores de influencia importantes, estas podrían experimentar cambios de uso de suelo. Esto además de los cambios en los regímenes climáticos que puede afectar las condiciones aptas para el cultivo del café. Las propuestas para mantener la viabilidad de la producción son precisamente por medio de prácticas que optimicen las interacciones con la cobertura arbórea. Específicamente se requieren intervenciones como podas adecuadas para optimizar la radiación que reciben los cafetos. Es muy posible que en el futuro cercano aumente el reconocimiento de la cobertura arbórea como un elemento clave a la resiliencia climática por parte de los sistemas agroforestales. Aunque, en algunas situaciones, es posible que el nivel de intensificación agrícola actual no permita tan fácil y rápidamente

un rediseño exitoso hacia la sostenibilidad y la resiliencia enfocado en el *land sharing*. En este sentido la intensificación agroecológica que le dé viabilidad a la cafecultura localmente mejorando sus procesos ecológicos, que concilien producción con conservación, se hacen necesarios.

Bibliografía

- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2017). The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change*, 140(1), 33-45. doi: 10.1007/s10584-013-0909-y
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Henao, A., y Lana, M. A. (2015). Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 869-890. doi: 10.1007/s13593-015-0285-2
- Armbrecht, I., y Perfecto, I. (2003). Litter-twig dwelling ant species richness and predation potential within a forest fragment and neighboring coffee plantations of contrasting habitat quality in Mexico. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 97(1), 107-115. doi: 10.1016/S0167-8809(03)00128-2
- Bali, A., Kumar, A., y Krishnaswamy, J. (2007). The mammalian communities in coffee plantations around a protected area in the Western Ghats, India. *Biological Conservation*, 139(1), 93-102. doi: 10.1016/j.biocon.2007.06.017
- Barron, A. R., Purves, D. W., Lars, O., y Hedin, L. O. (2011). Facultative nitrogen fixation by canopy legumes in a lowland tropical forest. *Oecologia*, 165(2), 511-520. doi: 10.1007/s00442-010-1838-3
- Beer, J. (1987). Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. *Agricultural Systems*, 5(1), 3-13. doi: 10.1007/BF00046410
- Borlaug, N. (2007). Feeding a hungry world. *Science*, 318(5849), 359-359. doi: 10.1126/science.1151062
- Bravo-Monroy, L., Tzanopoulos J., y Potts, S. G. (2015). Ecological and social drivers of coffee pollination in Santander, Colombia. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 211, 145-154. doi: 10.1016/j.agee.2015.06.007
- Cabell, J., y Oelofse, M. (2012). An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. *Ecology and Society*, 17(1), 18. doi: 10.5751/ES-04666-170118
- Callo-Concha, D., Rajagopal, I., y Krishnamurthy, L. (2004). Secuestro de carbono por sistemas agroforestales en Veracruz. *Ciencia UANL*, 7(2), 60-65.
- Cannell, M. G., Van Noordwijk, M., y Ong, C. K. (1996). The central agroforestry hypothesis: the trees must acquire resources that the crop would not otherwise acquire. *Agroforestry systems*, 34(1), 27-31. doi: 10.1007/BF00129630
- Cardona, D. A., y Sadeghian, S. (2006). Evaluación de propiedades físicas y químicas de suelos establecidos con café bajo sombra y a plena exposición solar. *CENICAFÉ*, 56(4), 348-364.
- Caudill, S. A., DeClerck, F. J., y Husband, T. P. (2015). Connecting sustainable agriculture and wildlife conservation: Does shade coffee provide habitat for mammals? *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 199, 85-93. doi: 10.1016/j.agee.2014.08.023
- Cerdán, C. R., Rebolledo, M. C., Soto, G., Rapidel, B., y Sinclair, F. L. (2012). Local knowledge of impacts of tree cover on ecosystem services in smallholder coffee production systems. *Agricultural Systems*, 110, 119-130. doi: 10.1016/j.agsy.2012.03.014
- Chazdon, R. L., Peres, C. A., Dent, D., Sheil, D., Lugo, A. E., Lamb, D., Stork, N. E., y Miller, S. E. (2009). The potential for species conservation in tropical secondary forests. *Conservation Biology*, 23(6), 1406-1417. doi: 10.1111/j.1523-1739.2009.01338.x
- Cruz-Lara, L. E., Lorenzo, C., Soto-Pinto, L., Naranjo, E., y Ramírez-Marcial, N. (2004). Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 20(1), 63-81.
- DaMatta, F., y Rodríguez, N. (2007). Producción sostenible de cafetales en sistemas agroforestales del Neotrópico: una visión agronómica y ecofisiológica. *Agronomía Colombiana*, 25(1), 113-123.

- DeClerck, F. A., Chazdon, R., Holl, K. D., Milder, J. C., Finegan, B., Martínez-Salinas, A., Imbach, P., Caneta, L., y Ramos, Z. (2010). Biodiversity conservation in human-modified landscapes of Mesoamerica: Past, present and future. *Biological Conservation*, 143(10), 2301-2313.
doi: doi.org/10.1016/j.biocon.2010.03.026
- De la Mora, A., García-Ballinas, J. A., y Philpott, S. M. (2015). Local, landscape, and diversity drivers of predation services provided by ants in a coffee landscape in Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 201, 83-91.
doi: 10.1016/j.agee.2014.11.006
- DeSouza, H. N., De Goede, R. G., Brussaard, L., Cardoso, I. M., Duarte, E. M., Fernandes, R. B., Gomes, L. C., y Pulleman, M. M. (2012). Protective shade, tree diversity and soil properties in coffee agroforestry systems in the Atlantic rainforest biome. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 146(1), 179-196.
doi: 10.1016/j.agee.2011.11.007
- Evizal, R., Sugiatno, S., Prasmawati, F. E., y Nurmayasari, I. (2016). Shade tree species diversity and coffee productivity in Sumberjaya, West Lampung, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 17(1), 234-240.
doi: 10.13057/biodiv/d170134
- Farfán, F. (2007). Producción de café en sistemas agroforestales. En P. Arcila, J. Farfán, F. Moreno, A. Salazar, L. F. Hincapié y E. J. Arcila. (Eds.) *Sistemas de producción de café en Colombia* (pp. 161-200). Chinchiná, Colombia: CENICAFÉ.
- Fischer, J., Abson, D. J., Butsic, V., Chappell, M. J., Ekroos, J., Hanspach, J., Kuemmerle, T., Smith, H. G., y von Wehrden, H. (2014). Land sparing versus land sharing: moving forward. *Conservation Letters*, 7(3), 149-157.
doi: 10.1111/conl.12084
- García-Estrada, C., Damon, A., Sánchez-Hernández, C., Soto-Pinto, L., e Ibarra-Núñez, G. (2006). Bat diversity in montane rainforest and shaded coffee under different management regimes in southeastern Chiapas, Mexico. *Biological Conservation*, 132(3), 351-361.
doi: 10.1016/j.biocon.2006.04.027
- Gitter, S. R., Weber, J. G., Barham, B. L., Callenes, M., y Valentine, J. L. (2012). Fair trade-organic coffee cooperatives, migration, and secondary schooling in Southern Mexico. *Journal of Development Studies*, 48, 445-463.
doi: 10.1080/00220388.2011.598511
- Gliessman, S. R. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Gómez-Delgado, F., Rouspar, O., le Maire, G., Taugourdeau, S., Pérez, A., van Oijen, M., Vaast, P., Rapidel, B., Harmand, J. N., Voltz, M., Bonnefond, J. M., Imbach, P., y Moussa, R. (2011). Modelling the hydrological behaviour of a coffee agroforestry basin in Costa Rica. *Hydrology and Earth System Sciences Journal*, 15(1), 369-392.
doi: 10.5194/hess-15-369-2011.
- Green, R. E., Cornell, S. J., Scharlemann, J. P., y Balmford, A. (2005). Farming and the fate of wild nature. *Science*, 307(5709), 550-555.
doi: 10.1126/science.1106049.
- Guzmán, A., Link, A., Castillo, J. A., y Botero, J. E. (2016). Agroecosystems and primate conservation: Shade coffee as potential habitat for the conservation of Andean night monkeys in the northern Andes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 215, 57-67.
doi: 10.1016/j.agee.2015.09.002.
- Heinemann, J. A., Massaro, M., Coray, D. S., Agapito-Tenfen, S. Z., y Wen, J. D. (2014). Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 12(1), 71-88.
doi: 10.1080/14735903.2013.806408.
- Hernández-Martínez, G., Escamilla-Femat, S., Velázquez-Premio, T., y Martínez-Marín, J. L. (2013). Análisis de la cadena de suministro del café en el Centro de Veracruz: situación actual, retos y oportunidades. En R. López-Morgado, V. Sosa-Fernández, G. Díaz-Padilla y H. Contreras-Hernández (eds.). *Cafeticultura en la zona centro del estado de Veracruz: diagnóstico, productividad y servicios ambientales* (pp. 8-36), México: Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural y Pesca / Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Holt-Giménez, E. (2002). Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93(1), 87-105.
doi: 10.1016/S0167-8809(02)00006-3.
- Hunter, L. M., Murray, S., y Riosmena, F. (2013). Rain-fall patterns and US migration from rural Mexico. *International Migration Review*, 47(4), 874-909.
doi: 10.1111/imre.12051

- Jha, S., y Vandermeer, J. H. (2010). Impacts of coffee agroforestry management on tropical bee communities. *Biological Conservation*, 143(6), 1423-1431. doi: 10.1016/j.biocon.2010.03.017.
- Kremen, C. (2015). Reframing the land-sparing/land-sharing debate for biodiversity conservation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1355(1), 52-76. doi: 10.1111/nyas.12845.
- Kraker-Castañeda, C. y Soto-Pinto L. (2015). Los modelos de conservación biológica divergente y convergente: Una mirada desde las perspectivas de la ecología del paisaje y la teoría de metapoblaciones. *Ciencia, Tecnología y Salud* 2(2), 59-66.
- Lin, B. B. (2007). Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 144, 85-94. doi: 10.1016/j.agrformet.2006.12.009.
- López, R., Escamilla, E., Díaz, G., Guajardo, R., Martínez, J., García, L., Castillo, M., López, M., y Barreda, S. (2013). La cafeticultura en México y su problemática. En R. López, G. Díaz, y A. Zamarripa (eds.). *El sistema productivo café en México: problemática y tecnología de reproducción* (pp. 5-31). México: Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural y Pesca / Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- López-Bravo, D. F., Virginio-Filho, E. D. M., y Avelino, J. (2012). Shade is conducive to coffee rust as compared to full sun exposure under standardized fruit load conditions. *Crop Protection*, 38, 21-29. doi: 10.1016/j.cropro.2012.03.011.
- Lozada, T., De Koning, G. H. J., Marché, R., Klein, A. M., y Tscharnitke, T. (2007). Tree recovery and seed dispersal by birds: comparing forest, agroforestry and abandoned agroforestry in coastal Ecuador. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 8(3), 131-140. doi: 10.1016/j.ppees.2006.10.001.
- Macip-Ríos, R., López-Alcaide, S., y Muñoz-Alonso, A. (2013). Abundancia, uso de hábitat, microhábitat y hora de actividad de *Ameiva undulata* (Squamata: Teiidae) en un paisaje fragmentado del Soconusco chiapaneco. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(2), 622-629. doi: 10.7550/rmb.31752
- Manson, R., Hernández-Ortiz, V., Gallina, S., y Mehlreter, K. (Eds.). (2008). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. México: Instituto Nacional de Ecología / Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Matthews, B., Rivington, M., Muhammed, S., Newton, A. C., y Hallett, P. D. (2013). Adapting crops and cropping systems to future climates to ensure food security: the role of crop modelling. *Global Food Security*, 2(1), 24-28. doi: 10.1016/j.gfs.2012.11.009
- Mestries, F. (2006). Entre la migración internacional y la diversificación de cultivos. Los pequeños productores de café en dos localidades de Veracruz. *Sociológica*, 21(60), 75- 108.
- Moat, J., Williams, J., Baena, S., Wilkinson, T., Gole, T. W., Challa, Z. K., Demissew, S., y Davis, A. P. (2017). Resilience potential of the Ethiopian coffee sector under climate change. *Nature Plants*, 3(7), 1-14. doi: 10.1038/nplants.2017.81.
- Moguel, P., y Toledo, V. M. (1999). Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology*, 13(1), 11-21. doi: 10.1046/j.1523-1739.1999.97153.x
- Nygren, P., Fernández, M. P., Harmand, J. M., y Leblanc, H. A. (2012). Symbiotic dinitrogen fixation by trees: an underestimated resource in agroforestry systems? *Nutrient cycling in agroecosystems*, 94(2-3), 123-160. doi: 10.1007/s10705-012-9542-9.
- Padovan, M. P., Cortez, V. J., Navarrete, L. F., Navarrete, E. D., Deffner, A. C., Centeno, L. G., Munguía, R., Barrios, M., Víchez-Mendoza, S., Vega-Jarquín, C., Costa, A. N., Brook, R. M., y Costa, A. N. (2015). Root distribution and water use in coffee shaded with *Tabebuia rosea* Bertol. and *Simarouba glauca* DC. compared to full sun coffee in sub-optimal environmental conditions. *Agroforestry Systems*, 89(5), 857-868. doi: 10.1007/s10457-015-9820-z
- Peeters, L. Y., Soto-Pinto, L., Perales, H., Montoya, G., e Ishiki, M. (2003). Coffee production, timber, and firewood in traditional and Inga-shaded plantations in Southern Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 95: 481-493. doi: 10.1016/S0167-8809(02)00204-9.
- Perfecto, I., Rice, R. A., Greenburg, R., y van der Voort, M. E. (1996). Shade coffee: A disappearing refuge for biodiversity. *Bioscience*, 46(8), 598-608. doi: 10.1093/biosci/biu038.
- Perfecto, I., y Vandermeer, J. (2002). Quality of agroecological matrix in a tropical montane landscape: ants in coffee plantations in southern Mexico. *Conservation Biology*, 16(1), 174-182. doi: 10.1046/j.1523-1739.2002.99536.x.

- Perfecto, I., Vandermeer, J., Mas, A., y Soto-Pinto, L. (2005). Biodiversity, yield, and shade coffee certification. *Ecological Economics*, 54(4), 435-446. doi: 10.1016/j.ecolecon.2004.10.009
- Phalan, B., Onial, M., Balmford, A., y Green, R. E. (2011). Reconciling food production and biodiversity conservation: land sharing and land sparing compared. *Science*, 333(6047), 1289-1291. doi: 10.1126/science.1208742.
- Philpott, S. M., Lin, B. B., Jha, S., y Brines, S. J. (2008). A multi-scale assessment of hurricane impacts on agricultural landscapes based on land use and topographic features. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 128(1), 12-20. doi: 10.1016/j.agee.2008.04.016
- Rappole, J. H., King, D. I., y Rivera, J. H. (2003), Coffee and Conservation. *Conservation Biology*, 17, 334-336. doi:10.1046/j.1523-1739.2003.01548.x
- Rivera-Silva, M. D. R., Nikolskii-Gavrilov, I., Castillo-Álvarez, M., Ordaz-Chaparro, V. M., Díaz-Padilla, G., y Guajardo-Panes, R. A. (2013). Vulnerabilidad de la producción del café (*Coffea arabica* L.) al cambio climático global. *Terra Latinoamericana*, 31(4), 305-313.
- Roggy, J. C., y Prévost M. F. (1999). Nitrogen-fixing legumes and silvigenesis in a rain forest in French Guiana: a taxonomic and ecological approach. *New Phytologist*, 144(2), 283-294. doi: 10.1046/j.1469-8137.1999.00523.x
- Romero-Alvarado, Y., Soto-Pinto, L., García-Barrios, L., y Barrera-Gaytán, J. F. (2002). Coffee yields and soil nutrients under the shades of *Inga* sp. vs. multiple species in Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems*, 54, 215-224. doi: 10.1023/A:1016013730154
- Roskoski, J. P. (1981). Nodulation and N₂ fixation by *Inga jinicuil*, a woody legume in coffee plantations. I. Measurements of nodule biomass and field C₂H₂ reduction rates. *Plant Soil*, 59(2), 201-206.
- Sherry, T. W. (2000). Shade coffee: a good brew even in small doses. *The Auk*, 117(3), 563-568. doi: 10.2307/4089582
- Siles, P., Harmand, J. M., y Vaast, P. (2010). Effects of *Inga densiflora* on the microclimate of coffee (*Coffea arabica* L.) and overall biomass under optimal growing conditions in Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 78(3), 269-286. doi: 10.1007/s10457-009-9241-y
- Soto-Pinto, L., Villalvazo-López, V., Jiménez-Ferrer, G., Ramírez-Marcial, N., Montoya, G., y Sinclair, F. (2007). The role of local knowledge in determining shade composition of multiestrata coffee systems in Chiapas. *Biodiversity and Conservation*, 16(2), 419-436. doi: 10.1007/s10531-005-5436-3
- Teodoro, A. V., Muñoz, A., Tscharrntke, T., Klein, A. M., y Tylianakis, J. M. (2011). Early succession arthropod community changes on experimental passion fruit plant patches along a land-use gradient in Ecuador. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140(1), 14-19. doi: 10.1016/j.agee.2010.11.006
- Vandermeer, J., y Perfecto, I. (2007). The agricultural matrix and a future paradigm for conservation. *Conservation Biology*, 21(1), 274-277. doi: 10.1111/j.1523-1739.2006.00582.x
- Williams-Linera, G., Manson, R. H., e Isunza-Vera, E. (2002). La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, 8(1), 73-89. doi: 10.21829/myb.2002.811307



Figura 1. a) y b) Sistemas agroforestales cafetaleros tradicionales de Xico y Coatepec, Ver. c) Plantación de café con manejo intenso bajo sombra dominante de *Inga* en Emiliano Zapata, Ver. d) Plantación de café con sombra de plátano (*Musa* sp.) en Teocelo, Ver. e) Panorámica de un lote de café con bajo sombrío en Teocelo, Ver. f) Rana de cristal de la Familia Centrolenidae sobre una hoja de café. Fotografías: Mario. J. Gómez-Martínez.

1.4 Los sistemas agroforestales para el mejoramiento de paisajes y generación de cobeneficios en Chiapas

Elsa Esquivel Bazán¹

Helena Raquel Barona Grajales²

Cruz Rubén Trujillo Sánchez³

Correo de correspondencia: elsaesquivelb@yahoo.com

Resumen

Tradicionalmente, los sistemas agroforestales han jugado un papel importante dentro de las unidades familiares por lo que retomarlos para su mejora, fortalecimiento y permanencia es fundamental, esto sin dejar de lado los diferentes beneficios directos e indirectos que se obtienen de ellos. En este capítulo se presenta el análisis del impacto del establecimiento de cinco sistemas agroforestales en cuatro regiones del estado de Chiapas.

Estos se realizaron bajo los intereses y necesidades de los productores, por lo cual el establecimiento en campo fue aleatorio; a la vez, este se impulsó con la posibilidad

1 Socia Fundadora de AMBIO y directora administrativa del programa Scolel'te.

2 Responsable del área de ventas del programa Scolel'te en AMBIO.

3 Enlace técnico del programa Scolel'te en AMBIO.

de la venta del servicio ambiental por captura de carbono en el mercado voluntario. De los resultados e impactos de este establecimiento, está el hecho de que en los sistemas agroforestales establecidos en paisajes degradados o deforestados la conectividad no se presenta, sin embargo, se logra proporcionar una serie de bienes y servicios a las comunidades.

Por otro lado, si los sistemas agroforestales se establecen en paisajes forestales, la conectividad ocurre de manera directa, pero también son una manera amigable de “parchar” los bosques, además de detener la frontera agrícola.

Algunos de los beneficios y cobeneficios de esta actividad han sido: 8 946 ha involucradas en actividades de reforestación o en manejo local para su permanencia; 518 631 tCO₂ capturadas y dejadas de emitir a la atmósfera; una red de técnicos comunitarios formados en temas ambientales y pago por servicios ambientales, con participación de mujeres en capacitaciones sobre cambio climático y manejo de sistemas agroforestales

Palabras clave: cambio climático, captura de carbono, servicios ambientales, paisajes forestales, conectividad

Abstract

Traditionally, agroforestry systems have played an important role within the family units that is why using them for improvement, strengthening and permanence is fundamental, without neglecting the various direct and indirect benefits that are obtained from them. This paper presents an analysis of the impact of the establishment of five agroforestry systems in four regions of the state of Chiapas.

These were carried out under the smallholders' interests and needs, which made the establishment in the field random, and at the same time boosted by the possibility of environmental services sales by carbon sequestration in the voluntary market. From the results and impacts of this establishment we also have the fact that in agroforestry systems established in degraded or deforested landscapes, the connectivity is not presented, however, it is possible to provide a series of local and global goods and services.

On the other hand, if agroforestry systems are established in forest landscapes, connectivity is given directly, but they are also a friendly way of “patching” the forests, in addition to stopping the agricultural frontier. Some of the benefits and co-benefits of this activity were: 8946 ha. involved in reforestation or local management for their permanence; 518,631 tCO₂ captured and no longer emitted toward the atmosphere; a network of community technicians formed in environmental and payments for ecosystem services, with the participation of women in training others about themes of climate change and agroforestry systems management.

Keywords: climate change, carbon sequestration, environmental services, forest landscapes, connectivity

Introducción

Los sistemas agroforestales (SAF) son generalmente espacios diversos en los cuales se pueden impulsar acciones desde las más básicas, como la alimentación, hasta su estructuración como sistemas que mitiguen el cambio climático. Es decir, son sistemas multifuncionales y de impactos en escalas locales y globales.

Es por esto que en las comunidades rurales los SAF juegan y han jugado un papel importante para mantener diversidad funcional, y generar impactos ambientales, sociales y económicos positivos. Este capítulo presenta un análisis de impacto ambiental, social y de paisaje, del establecimiento de cinco sistemas agroforestales en cuatro regiones diferentes del estado de Chiapas, donde se impulsó su establecimiento mediante un reconocimiento económico de servicios ambientales por captura de carbono a través del programa Scolel'te.

Chiapas es un estado con gran diversidad de paisajes, lo cual favorece la agrobiodiversidad de sistemas agroforestales, con lo que es posible cubrir necesidades e intereses de los productores y sus familias, punto clave para su permanencia. Para lograr este fin, AMBIO (Cooperativa ejecutora del programa Scolel'te), como parte del proceso, realiza un diagnóstico previo al establecimiento a través de la metodología denominada Plan Vivo. Esta metodología respalda no solo la permanencia del sistema, sino también la posibilidad de la venta del servicio ambiental por captura de carbono. Si bien este servicio es ahora reconocido solo por el mercado, el establecimiento y manejo de los sistemas genera una serie de cobeneficios sociales y ambientales hacia las comunidades y la sociedad en general, entre ellos la conexión de paisajes, el mejoramiento de sistemas productivos, el fortalecimiento de capacitaciones, la reducción de la erosión y degradación de los suelos, la producción de leña, frutos y plantas medicinales, entre otros (AMBIO, 2016).

Como se señaló anteriormente, las parcelas son establecidas por los productores bajo sus intereses y acceso a la tierra, por lo que en muchas ocasiones es complicado realizar la conectividad entre ellas.

Lo que es evidente para este trabajo, es que en aquellas zonas donde los macizos forestales se han perdido en casi su totalidad, las parcelas reforestadas juegan un papel importante como pequeñas islas forestales que contribuyen o pueden ser importantes para la resiliencia del paisaje, porque ayudan en la retención de suelo, evitan la degradación y son lugares de anidamiento de algunas aves y hábitat de fauna.

Por otro lado, estos sistemas juegan papeles más importantes cuando se insertan como parches en zonas forestales o bien como conectores entre ellas, además de que muchas veces son una barrera para el avance de la agricultura hacia el bosque.

A más de veinte años de Scolel'te, este programa de servicios ambientales, basado en el uso de sistemas agroforestales, algunos de los beneficios y cobeneficios otorgados

a las comunidades y sociedad en general son: 1 282 pequeños productores participando en el programa; 8 946 ha de bosques y selvas conservadas, restauradas o manejadas; 19 especies locales establecidas en los sistemas agroforestales; 50 técnicos comunitarios capacitados en temas ambientales y pagos por servicios ambientales, alrededor de 50 mujeres involucradas en las actividades directas e indirectas y 518 631 t de CO₂ capturadas y dejadas de emitir a la atmósfera.

Ampliando el impacto de las actividades, con los logros señalados se contribuye a tres de los 17 objetivos de desarrollo sustentable (ODS) de la ONU (2015): igualdad de género (objetivo 5), acción por el clima (objetivo 13) y vida de la tierra (objetivo 15), con lo cual se recalca la importancia las acciones locales para los grandes retos que actualmente tenemos en la conservación de nuestros recursos.

Contexto del trabajo

Descripción de la zona de estudio

Chiapas se encuentra ubicado en la frontera sur de México. Cuenta con una población total de 5 228 711 personas (INEGI, 2015). Ocupa el séptimo lugar a nivel nacional entre los estados más poblados. Chiapas divide al estado en 15 regiones de trabajo de acuerdo a los Programas de Desarrollo 2013-2018. De éstas, algunas son regiones de trabajo de AMBIO con el Programa Scolel'te.

Descripción de las regiones de trabajo de Scolel'te y sus paisajes

Región Tulijá-Tzeltal: Se ubica en una de las zonas más lluviosas del país. Esta característica está determinada por su ubicación con respecto a las pendientes de las montañas que se inclinan hacia el Golfo de México, lo cual ocasiona que estén expuestas directamente a los vientos húmedos del mar. En esta región, de acuerdo a las normales climatológicas, la precipitación promedio anual es de 3 050 mm anuales, con temperaturas promedio de 24 a 28 grados centígrados. La vegetación que predomina en la región, de acuerdo con Rzedowski (2006), son bosques tropicales perennifolios en estado primario y secundario. Actualmente, la perturbación de vegetación es tan alta debido a las actividades agropecuarias, que es difícil encontrar bosques en estado primario (ver Figura 1).

Región Selva Lacandona: Se ubica principalmente en el municipio de Ocosingo. Predomina el clima cálido húmedo. En las partes montañosas el clima es más templado. La precipitación oscila entre los 2 000 y 4 000 mm anuales, las temperaturas son entre los 22 y 24 grados (Conagua, s. f.a). La vegetación es de selvas altas perennifolias.

nifolias en estados primario y secundario; en las partes altas de serranía se llegan a presentar especies de clima templado, como son el pino y el encino. Las selvas están cubiertas por especies forestales como *Brosimum alicastrum*, *Swietenia macrophylla*, entre otras (ver ubicación en Figura 1).

Región Tojolabal (meseta Comiteca): Se encuentra dentro del municipio de Comitán, a una altitud que va de 1500 a 2000 msnm (Figura 1), en este rango de altitud se presentan pequeños lomeríos que forman parte de la meseta Comiteca. La temperatura oscila entre 18 y 20 grados centígrados, y se presenta un clima semicálido húmedo en las partes con menor altitud y en las partes altas las temperaturas son de 16 a 18 grados (Conagua, s. f.b). La fisiografía de lomeríos y pequeñas mesetas, así como el clima propician que se presente vegetación de bosques de pino-encino. Este es el tipo de vegetación primario, sin embargo, debido a las actividades antrópicas, en la mayor parte de la meseta se presentan bosques secundarios.

Región Miramar: Se ubica en la parte sur de la zona lacandona, en el municipio de Maravilla Tenejapa. Forma parte del área de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Montes Azules (Figura 1). Presenta pequeñas elevaciones montañosas cubiertas de vegetación y en los valles se desarrollan actividades agropecuarias. La región se encuentra en una altitud promedio de 150 a 200 msnm; por ello, las temperaturas son altas y oscilan entre los 25.6 y 30 grados centígrados (Conagua, s. f.c). El clima de la región es cálido húmedo con lluvias en verano. La vegetación primaria es de bosques tropicales perennifolios; también se presenta vegetación secundaria (acahuales), que son productos de las actividades antrópicas de la población.

Descripción de los sistemas agroforestales empleados

Dentro de AMBIO y como parte del programa de servicios ambientales (Scolel'te) se han propuesto siete sistemas agroforestales que surgen a partir de los intereses de los productores, la experiencia local y científica. Para este análisis se consideraron cinco sistemas agroforestales (SAF) los cuales se describen a continuación.

Sistema de acahuales mejorados: Manejo de vegetación secundaria con el objetivo de producción de madera, leña y otros productos. Se introducen especies maderables como *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla* y otras que sean de interés para el productor, el sistema se encuentra en las regiones Lacandona, Miramar y Tulijá-Tseltal . El sistema tiene una variante subtropical (clima templado) en la cual se introducen especies de *Pinus* spp. y *Cupressus* spp., o bien se hacen aclareos para favorecer el desarrollo de *Quercus* spp. Este sistema se presenta en la región Tojolabal (meseta Comiteca).

Sistema taungya: Es la asociación secuencial de árboles maderables con cultivos anuales como maíz y frijol entre otros. Durante los primeros años del establecimiento, los cultivos anuales proveen ingresos adicionales y los árboles se benefician de las prácticas de mantenimiento del cultivo. La sombra de los árboles plantados en las parcelas permite la siembra de cultivos anuales por 3 o 4 años, aunque se ha observado en campo que puede realizarse hasta 7 años después de plantados los árboles. El sistema agroforestal se ha promovido exitosamente en la región Tulijá-Tseltal.

Sistema de cafetal mejorado: En estos sistemas, la sombra juega un papel importante para la producción. Por ello la diversificación y el manejo de las especies para sombra son fundamentales. Se propone la siembra de árboles maderables con valor económico o de sombra. Las especies maderables constituyen adición de recursos económicos para el productor. El uso de este sistema se restringe a regiones cafetaleras con producción bajo sombra. El sistema se ha trabajado mayoritariamente en la zona Lacandona y Tulijá-Tseltal.

Sistema cercos vivos: Consiste en la siembra de especies forestales maderables como cedro y caoba, que se establecen alrededor de potreros y cultivos agrícolas. Villanueva, Ibrahim y Casasola (2008) afirman que los cercos vivos con especies maderables cumplen funciones importantes en la conservación de la biodiversidad, y que a partir de su establecimiento se forma una red de interconexión entre parches de bosque y otros usos de suelo. Desde Scolel'te se ha identificado que también funcionan como cortinas rompe viento para la protección de cultivos agrícolas.

Restauración: El sistema está enfocado a la recuperación y restauración de bosques degradados, resultado de diferentes tipos de disturbios (tala, incendios, pastoreo o disturbios ambientales). El objetivo es aumentar la cobertura de árboles de valor comercial o de uso local a través de actividades que favorezcan la regeneración natural. El sistema se enfoca principalmente en ecosistemas de clima templado en la región Tojolabal.

Los servicios ambientales

AMBIO ha implementado durante casi 20 años el programa Scolel'te bajo el esquema de pagos por servicios ecosistémicos a través de la captura de carbono. Es un programa pionero a nivel mundial en ingresar en este esquema e insertarse con la venta de los bonos de carbono llevada a cabo por la Cooperativa AMBIO a través del Programa Scolel'te, en representación de los pequeños productores que participan en el programa.

Scolel'te es un programa que nació en 1995 con un estudio de factibilidad y su posterior implementación en 1997, gracias a la primera venta de bonos de carbono en el

mercado voluntario con la Fundación FIA (Fórmula 1). Scolel'te es un programa pionero en el tema y el más longevo a nivel mundial. Actualmente Scolel'te se implementa en Chiapas y Oaxaca, beneficiando a 97 comunidades, 1 282 productores, a través de 8 946 ha, y con una emisión de bonos de carbono de 518 631 (AMBIO, 2016).

El mercado voluntario de carbono surge a partir de los compromisos adquiridos en el Protocolo de Kyoto. Este mecanismo creó un mercado que ayudaría reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero a través de fomentar un mecanismo de intercambio de emisiones, denominado mercado de carbono.

Dentro del mercado existen dos esquemas, el de cumplimiento y voluntario. AMBIO se inserta en el segundo. Los actores que participan en este mercado pueden ser países completos o entidades federativas, organizaciones de la sociedad civil, empresas y consultores que deseen brindar servicios ambientales (ecosistémicos).

El Programa Scolel'te trabaja con el esquema de captura de carbono forestal a partir de la implementación de siete sistemas agroforestales (SAF). Estos poseen muchas ventajas sobre los monocultivos para responder a la demanda de una agricultura multifuncional, con provisión de diversos servicios ambientales. Proveen una variedad de servicios ecosistémicos, tales como:

1. Reducción de la erosión del suelo y mantenimiento de su fertilidad: Los beneficios de los árboles umbrosos de cultivo perenne (por ejemplo, café y cacao) incluyen erosión reducida del suelo por cuanto la hojarasca natural cae o los residuos de la poda cubren el suelo y reducen el impacto de las gotas de agua, mejoran la estructura del suelo, aumentan el contenido de nitrógeno del suelo y favorecen la retención de nutrientes.
2. Contribuyen a mantener la cantidad y calidad del agua: Los árboles en los SAF ejercen influencia sobre el ciclo del agua aumentando la lluvia y la interceptación de nubes (con posibles efectos negativos y positivos) la transpiración y retención del agua en el suelo, la reducción del escurrimiento y el aumento de la filtración.
3. Retienen carbono y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero: Los SAF altamente productivos, incluso los sistemas agrosilvopastoriles, pueden tener una importante función en la retención de carbono en los suelos y en la biomasa de madera.
4. Contribución al mantenimiento y ordenación de la biodiversidad biológica: Los SAF también pueden desempeñar una función importante en la conservación de la diversidad biológica dentro de los paisajes deforestados y fragmentados suministrando hábitats y recursos para las especies de animales y plantas, manteniendo la conexión del paisaje, reduciendo la frecuencia e intensidad de los incendios, disminuyendo los efectos colindantes sobre los fragmentos restantes y aportando zonas de amortiguación a las zonas protegidas (Beer et al. 2003).

Los cobeneficios obtenidos de la construcción y permanencia del paisaje

En términos de cobeneficios derivados del establecimiento de los sistemas agroforestales y de los pagos por servicios ecosistémicos, la organización Forest Trends (2016) reconoce los impactos derivados de la conservación y restauración de un ecosistema, midiéndolos a través de los siguientes indicadores:

1. *Tenencia de la tierra*: Se han fortalecido el reconocimiento y claridad en términos de tenencia de la tierra. En el programa Scolel'te se busca que los participantes cuenten con documentos que acrediten su propiedad o derecho a la parcela que van a trabajar.
2. *Empleo y capacitaciones*: Los proyectos vienen acompañados de un proceso de desarrollo de capacidades técnicas agroforestales, manejo del fuego, manejo de viveros, cuantificación y monitoreo de carbono. Para el caso de los trabajos de la Cooperativa AMBIO (aunado a las capacitaciones sobre cambio climático, organización participativa, manejos de sistemas agroforestales y viveros) se agregó la igualdad de género, a través talleres de sensibilización para inclusión de mujeres en los procesos productivos y de toma de decisiones.
3. *Comunidades locales y beneficios compartido*: Para el 2014 se capturaron 2.2 MtCO₂ a nivel mundial con estos proyectos, y se hicieron pagos directos por 4.3 millones de dólares. El Programa Scolel'te ha realizado pagos por captura de carbono con un monto que asciende a los \$617 683 dólares.
4. *Mujeres*: Los proyectos reportan el empoderamiento de las mujeres a partir del empleo en los procesos de los proyectos, oportunidades de liderazgo, educación, acceso al mercado y el reconocimiento de las desigualdades entre géneros. A través del trabajo llevado a cabo desde la Cooperativa AMBIO, se ha logrado la conformación de nueve grupos de trabajo integrados por mujeres para la producción de hongos, setas, miel, bordados, manejo de viveros y colecta de semillas.
5. *Grupos marginados o en estado vulnerable*: Estos proyectos promueven la inclusión de poblaciones en condiciones de pobreza o con capacidades diferentes.
6. *Biodiversidad*: Los proyectos de carbono han logrado proteger el hábitat de al menos 141 especies en peligro. En un trabajo conjunto de monitoreo de especies con distintos organismos se han observado, en cámaras trampa, la presencia de pavos de monte (*Meleagris ocellata*), jabalíes (*Pecari tajacu*), jaguarundi (*Puma yagouarundi*), tucanes (*Ramphastidae*), anfibios varios (*Amphibia*), zorras grises (*Urocyon cinereoargenteus*), monos saraguatos y arañas (*Alouatta caraya* y *Ateles*), coatis nariz blanca (*Nasua narica*), tigrillos (*Leopardus wiedii*), murciélagos fruteros (*Artibeus jamaicensis*), y grisones (*Galictis vittata*) en las zonas de trabajo.

7. *Agua*: Este es un beneficio difícil de cuantificar, pero que tiene un impacto directo en reducir riesgos por erosión, inundaciones y calidad del agua. Los técnicos comunitarios y regionales del Programa Scole'te identifican que la presencia de los árboles en sus comunidades ha contribuido a mejorar la calidad del agua y a sufrir de menor escasez de esta.
8. *Resiliencia al Clima*: Además de los beneficios de protección del hábitat y la generación de ingresos, las actividades implementadas han generado una mayor resiliencia ante el cambio climático (Goldstein, 2016).

Forest Trends reconoce, en el contexto del mercado de carbono, que no se podrían alcanzar los resultados esperados en términos de mitigar el cambio climático, sino se considera en los proyectos y programas de carbono los cobeneficios orientados al desarrollo económico local, a aliviar la pobreza o reforma los mecanismos de tenencia de la tierra (Goldstein, 2016).

Proceso para el establecimiento de los sistemas agroforestales

La metodología que a continuación se presenta es la implementada por AMBIO para el diagnóstico, implementación y evaluación de los sistemas agroforestales que se manejan y a través de los cuales las comunidades pueden involucrarse en la oferta de servicios ambientales.

Evaluación de la viabilidad de la implementación de los sistemas agroforestales

Como parte de la metodología se considera la viabilidad social, ambiental y productiva para su potencial implementación del sistema en campo. Por lo cual, de manera previa, se analiza de manera conjunta con las comunidades los siguientes aspectos:

- Disponibilidad de tierra y calidad de la misma.
- Sistemas forestales o agroforestales ya establecidos y manejados por la comunidad.
- Determinación de las especies maderables que son útiles para la comunidad.
- Nivel de participación y manejo de los sistemas (individual, grupal o comunal).
- Número de familias que pueden ser involucradas.
- Capacidad de organizar las obras comunales (aprovechamiento de madera para autoconsumo, de leña, tubería de agua, etcétera).

De manera particular, cada productor plantea sus necesidades e intereses considerando el territorio a nivel familiar. Para esto, se aplica la metodología/herramienta Plan Vivo, la cual permite la planeación, el manejo y monitoreo del carbono capturado en los sistemas agroforestales que han sido previamente propuestos por ellos mismos (2017).

Su elaboración, diseño y aplicación se basa en las necesidades y oportunidades de la unidad familiar conviniendo así a los intereses plasmados por los productores interesados. En un ejemplo gráfico de un Plan Vivo (Figura 2) se concentran todas las parcelas del productor y se registran datos como superficie y uso actual del suelo. Posteriormente, se elabora un croquis de la parcela a reforestar, señalando sus colindancias además de un calendario de actividades a realizar.

A través del Plan Vivo se determinan los siguientes aspectos basados en principios de gobernanza, tenencia de la tierra, potencial productivo, entre otros: las actividades agropecuarias más importantes y que generan mayores dividendos económicos para el productor, suficiente superficie para la subsistencia familiar, existencia de amenaza de “fugas” de carbono con actividades que realiza en otra superficie, el tipo de sistema (agroforestal o forestal), las especificaciones técnicas que utilizará, y las actividades y tiempos necesarios para establecer el sistema propuesto.

Este Plan Vivo es evaluado por el equipo técnico de AMBIO. Aquellos Planes Vivos con observaciones mínimas son entregados a la coordinación técnica para emitir las recomendaciones pertinentes, para después regresar el documento a sus propietarios para su reelaboración. Aquellos que presenten problemas severos no serán aceptados, y se devolverá al productor bajo una explicación de la decisión, ya que con esto pueden ser reelaborados y entregados nuevamente para evaluación en el próximo ciclo.

Procesos sociales

La metodología incluye una invitación general a todos los pobladores de la comunidad a participar en las actividades de reforestación, se hacen reuniones explicando las acciones mínimas a desarrollar en el programa, así como los compromisos, obligaciones y derechos al participar en esta iniciativa, y la posibilidad de que se inserten en un programa de servicios ambientales.

A través de varias visitas se dan a conocer los objetivos y metas del programa, y se ofrecen las opciones de participación a nivel de grupo o de comunidad. Aunque es más factible en términos de impactos ambientales que toda la comunidad participe, esto no siempre es posible debido a los intereses de los productores, por lo que siempre se da una opción de grupo. Si este se forma, se trabaja con ellos en el diseño y elaboración de sus Planes Vivos individuales.

Definición de técnicos locales, capacitaciones locales, asegurar permanencia

Como parte de la implementación del programa es necesaria la construcción de capacidades locales a través de las cuales se fortalece y da sustentabilidad al programa. El programa sienta su sustentabilidad a través de la concientización, la identificación y fortalecimiento de capacidades locales. Por lo cual, uno de los pilares más importantes del programa es identificar a una persona que sea elegida y reconocida en la comunidad por su capacidad, liderazgo, iniciativa, honestidad e interés. Esta será capacitada para apoyar en el desarrollo del programa a nivel local.

Desarrollo de capacitaciones locales

Con respecto a las capacidades que se imparten en las comunidades y a los técnicos seleccionados previamente para que apoyen en el desarrollo del trabajo de las comunidades, se enlistan las siguientes:

- Ordenamiento territorial a través de la metodología de Plan Vivo.
- Establecimiento, diseño y manejo de los sistemas agroforestales.
- Identificación y colecta de especies nativas para ser empleadas en los sistemas agroforestales con base en sus necesidades e intereses.
- Establecimiento y manejo de viveros.
- Cambio climático, captura de carbono.
- Servicios ambientales y los mercados ambientales (desarrollo, características y participación).
- Capacitación en uso de herramientas de campo (GPS, equipo de podas, computadoras, otros).

Establecimiento y seguimiento de los sistemas agroforestales

El establecimiento de los sistemas agroforestales en el campo se basa en el Plan Vivo que se propuso por los mismos productores. Después de que estos se han evaluado, los productores llevan a cabo el establecimiento en sus parcelas. Una vez establecida la plantación se inicia el proceso de monitoreo y seguimiento el cual se lleva a cabo con el apoyo de los técnicos comunitarios. De esta forma es posible asegurar la sobrevivencia de la plantación y su permanencia. Además de que esta es una de las condicionantes para realizar los pagos del servicio ambiental por captura de carbono.

Resultados e impactos

Análisis de la conectividad y el establecimiento de sistemas agroforestales

Región Tulijá-Tselta: A través de AMBIO en esta región se han establecido parcelas de sistemas agroforestales de cafetal mejorado, taungya, acahuals tropicales y cercos vivos. La presencia de un relieve accidentado en la región hace que las parcelas agroforestales tengan mayor relevancia a nivel paisajístico, ecológico y de restauración, puesto que evitan el deslave y erosión del suelo y sirven de hábitat para especies locales. Otros beneficios locales de los que se tiene registro a través de monitoreo, es el uso de lianas o bejucos de las parcelas para hacer artesanías y obtener ingresos económicos. En el monitoreo local, se han llegado a reportar más de 15 especies forestales en parcelas con una superficie promedio de una hectárea.

Debido a que los productores establecen sus parcelas de acuerdo a sus objetivos, el arreglo en el terreno es aleatorio (Figura 3).

Los técnicos comunitarios han reportado en las parcelas agroforestales mayor presencia de aves y mamíferos, como el oso hormiguero, en comparación a otras parcelas bajo uso agrícola o ganadero. Las parcelas que se ubican cerca del río Tulijá protegen los suelos de la ribera y mejoran la infiltración del agua. La conexión entre las parcelas no ocurre completamente; sin embargo, las parcelas van formando manchones forestales dentro del paisaje.

Región Lacandona: En esta región es posible la formación de parches de bosque y de esta manera se logra la conexión entre las zonas forestales del Área de protección de Flora y Fauna Nahá-Metzabok con parcelas presentes en la zona de influencia del Área Natural Protegida. A nivel ecológico, las parcelas funcionan como hábitat de diversas especies de aves, principalmente psitácidos, y mamíferos. En la parte productiva, las parcelas brindan sombra para el establecimiento de plantaciones de palmas del género *Chamaedorea* spp., especie que hasta algunos años era extraída de manera ilícita, y que ahora se establece bajo el dosel de los sistemas agroforestales (Figura 4).

Región Miramar: Zona de amortiguamiento e influencia de la Reserva de la Biosfera Montes Azules. En esta región cobra relevancia el establecimiento de parcelas agroforestales, debido al avance de la frontera agrícola hacia el área núcleo de la reserva. En la región se han establecido parcelas bajo los sistemas taungya, acahuals mejorados tropicales y cercos vivos. Las especies utilizadas son *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla* (Figura 5).

Al estar dentro del área de amortiguamiento de la reserva de Montes Azules y por la orografía de la zona, las parcelas agroforestales tienen un papel ecológico importante como área de percheo y paso de aves entre los bloques de vegetación presente. Los sistemas establecidos entre los años 2004 y 2008 actualmente conforman parcelas con producción diversificada a través de especies de frutales como cacao, café, cítricos y plátano y, en otros casos, son áreas de pastoreo en la época de estiaje.

En la meseta Comiteca se ubica el sistema de acahual mejorado de clima templado y restauración forestal. En ellos se plantan especies de *Pinus* spp. y *Cupressus* spp. También se ha favorecido la regeneración natural con especies del género *Quercus* en zonas donde se tiene producción de carbón vegetal.

Debido a la extracción ilegal de madera, en la región los bosques primarios son escasos, los “parches” de vegetación existentes en el área, por lo general, son parcelas que se establecieron a través del programa Scolel’te. Estas parcelas son espacios de descanso para la fauna que se mueve de los macizos forestales del parque Lagos de Montebello y el macizo forestal de la parte alta de la meseta Comiteca.

La región carece de agua en la época estiaje, lo que ha motivado el interés de los productores por plantar árboles (Figura 6).

Evaluación de impacto de acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Con la finalidad de medir el impacto directo e indirecto y con base en los acuerdos internacionales (como los de la Organización de las Naciones Unidas), se retoman las áreas de establecimiento de sistemas agroforestales, que en el 2015 evolucionaron a Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) y la agenda de Desarrollo Sostenible 2030: erradicar la pobreza, impulsar la lucha contra el cambio climático y promover la protección de los ecosistemas como base para el bienestar económico y de desarrollo social (ONU, 2015). De estos objetivos, consideramos que gracias a las acciones impulsadas por las comunidades –en acompañamiento de AMBIO– se impactó en tres de ellos.

Objetivo 5: Igualdad de género. En la mayoría de las comunidades participantes los hombres deciden el uso de suelo. Sin embargo, se ha promovido la participación de hombres y mujeres. En los últimos años se ha impulsado que los Planes Vivos sean elaborados por ambas cabezas de familia y de manera conjunta, de modo que las acciones se planifican de manera consensuadas entre todos los integrantes, hombres y mujeres.

Durante 2017, la producción de planta en vivero y la colecta de semilla tuvo una gran influencia de grupos de mujeres, y han recibido capacitaciones para el desarrollo de iniciativas propias. El Reporte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio,

generado por la Organización de Naciones Unidas (ONU, 2015), señala que la educación de las mujeres y las niñas tiene un efecto multiplicador en todas las áreas de desarrollo.

Objetivo 13: Acción por el clima. Este objetivo busca adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, así como impulsar acciones de resiliencia al cambio climático, dar cumplimiento a los objetivos y metas de la Convención Marco sobre Cambio Climático (CMNUCC), siendo uno de ellos la captura y comercialización de bonos de carbono (ONU, 2015).

Este objetivo se cumple plenamente a través del programa Scolel'te. El programa más longevo en el tema a nivel mundial y que se implementa a través de estándar voluntario Plan Vivo.

De acuerdo a los datos del Reporte Bi-Annual 2015-2016 del programa Scolel'te, el programa ha impactado en 8 946 hectáreas de bosques y selvas conservadas, restauradas o manejadas con la participación de las comunidades dueñas del recurso, lo cual ha generado 518 631 toneladas de CO₂ capturadas y dejadas de emitir.

De manera paralela e indirecta se realizan actividades para fortalecer la resiliencia de las comunidades al cambio climático, esto a través de impulsar el mejoramiento de los sistemas productivos locales (maíz, café, apicultura), los cuales se ligan a los sistemas establecidos. Por otro lado, al reforestar las orillas de ríos y arroyos se minimizan las posibilidades de inundaciones.

Objetivo 15: Vida de la Tierra. El cual busca proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, efectuar una ordenación sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación y poner freno a la pérdida de diversidad biológica (ONU, 2015).

Con el apoyo de la herramienta Plan Vivo, la cual se emplea para el ordenamiento territorial y gestión de tierras para el establecimiento de los sistemas agroforestales, se han realizado 1 276 Planes Vivos individuales y 6 Planes Vivos comunitarios, a través de los cuales ha sido posible su incorporación en el programa Scolel'te y el establecimiento de los sistemas agroforestales en las parcelas de los productores interesados en participar en este.

En todas las zonas donde el proyecto se implementa está prohibida la introducción de especies exóticas, y se impulsa el establecimiento de especies locales, las cuales tienen beneficios e importancia para las comunidades. En este momento se ha impulsado en todo el programa Scolel'te el uso de 19 especies locales y en el último año se ha promovido alrededor de 30 plantas medicinales que se encuentran en los sistemas forestales de las comunidades, lo cual incrementa la sustentabilidad de los bosques y los sistemas agroforestales.

Cobeneficios de las acciones implementadas en campo

A la fecha AMBIO a través de Scolel'te ha promovido una serie de cobeneficios, por la implementación del esquema por Pago por Servicios Ecosistémicos, entre los que podríamos citar:

- 1 282 pequeños productores participando en el Programa y que han recibido en total \$617 683.91 dólares como pagos por el servicio ecosistémicos que brindan.
- 8 946 ha entre acciones de restauración, y áreas de bosques bajo manejo local.
- 1 276 planeaciones de tierras a nivel familiar (Planes Vivos) y 6 Planes Vivos comunitarios.
- 19 especies locales rescatadas (conocimiento, uso y manejo) y establecidas en campo, algunas de ellas son: *Terminalia amazonia*, *Tabebuia donnell-smith*, *Diphysa americana*, *Cordia alliodora*, *Manikara zapota* y *Juglans pyriformis*.
- 518 631 t de CO₂ capturadas y dejadas de emitir.
- 50 técnicos comunitarios capacitados para el monitoreo de carbono y en temas relacionados con el cambio climático y los servicios ambientales.
- 7 Sistemas agroforestales locales rescatados en su manejo y apropiación.
- Más de 50 capacitaciones a los participantes en cambio climático, servicios ambientales, reforestación, planeación participativa, Planes Vivos, manejo forestales (podas y aclareos), colecta de semillas, manejo de cuentas bancarias, viveros forestales comunitarios.
- Trabajo con alrededor de 50 mujeres en actividades de fortalecimiento de las actividades forestales.
- Manejo de 30 plantas locales de uso medicinal, las cuales se están reincorporando a al manejo de la unidad familiar, con el liderazgo de las mujeres de las comunidades.

Conclusiones

El alto grado de deforestación donde están localizadas las parcelas agroforestales establecidas en terrenos de los productores dificulta la conectividad, sin embargo, logran proporcionar una serie de bienes y servicios a las comunidades locales, las cuales contribuyen a la sustentabilidad ambiental y social, así como a la permanencia de los mismos.

La función de conectividad de los sistemas agroforestales ofrece mejores resultados en el corto plazo cuando éstos se establecen cerca o en límite con macizos forestales en áreas naturales protegidas, lo que disminuye el efecto isla.

Otra función importante de los sistemas agroforestales es detener la frontera agrícola y el crear parches de vegetación, lo cual minimiza los impactos en el paisaje y la funcionalidad en el ecosistema.

El establecimiento y manejo de los sistemas agroforestales incrementa la viabilidad social y técnica de la prestación de los servicios ambientales, especialmente el de captura de carbono. Retomar los sistemas agroforestales locales para su mejoramiento y la diversificación de usos, favorece su rescate y fortalece el conocimiento existente sobre ellos.

Los sistemas agroforestales ofrecen una serie de beneficios directos e indirectos a nivel local y global, sin embargo, es muy importante que su identificación y diseño se realice con la participación de hombres y mujeres de las comunidades, ya que esto les da viabilidad.

La inclusión es otro de los puntos que se han mencionado a lo largo de este documento, principalmente la participación de las mujeres en temas forestales, que si bien es cuestionable por su carga de trabajo doméstico actual, es importante señalar que desarrollando las estrategias adecuadas y con un diagnóstico previo de sus tiempos e intereses, es posible contar con una participación efectiva. El reto es que ésta sea respaldada por sus familias y las mismas comunidades. Sin embargo, es una tarea que se está ya visibilizando, lo cual ayuda en su implementación y permanencia.

Agradecimientos

Nuestro principal agradecimiento es para cada uno de los productores y comunidades involucradas en el programa Scolel'te ya que en coordinación con AMBIO, han tenido la voluntad e interés de participar en esta iniciativa, con esto dejan un lugar mejor para las generaciones futuras.

Bibliografía

- AMBIO (2016). 2015 and 2016 Biannual report of Scolel'te. Programme Reporting period: marzo 2015 a diciembre 2016. San Cristóbal de las Casas.
- Beer, J., Harvey, C. A., Ibrahim, M., Harmand, J. M., Somarriba, E., y Jiménez, F. (2003). Funciones de Servicio de los Sistemas de Agroforestería. Paper submitted to the XII World Forestry Congress, Québec, City, Canada.
- Comisión Nacional del Agua (s.f.a) *Servicio Meteorológico Nacional. Normales climatológicas. Estación 00007029*. Recuperado de: <http://smn.cna.gov.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=chis>
- Comisión Nacional del Agua (s.f.b). *Servicio Meteorológico Nacional. Normales climatológicas. Estación 00007391*. Recuperado de <http://smn.cna.gov.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=chis>
- Comisión Nacional del Agua (s.f.c). *Servicio Meteorológico Nacional. Normales climatológicas. Estación 00007105*. Recuperado de: <http://smn.cna.gov.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=chis>
- Goldstein, A. (2016). *Not so Niche Co-benefits at the Intersection of Forest Carbon and Sustainable Development*. Washington, D.C. Forest Trends. Supporters McArthur Foundation and Good Energies.

- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (2015). *Objetivos del Desarrollo del Milenio*. Informe de 2015. Naciones Unidas, Nueva York.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2015). Censo de Población y Vivienda. Chiapas. Recuperado en: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=07>
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Villanueva, C., Ibrahim, M., y Casasola, F. (2008). *Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos*. (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Serie Técnica número 372). Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

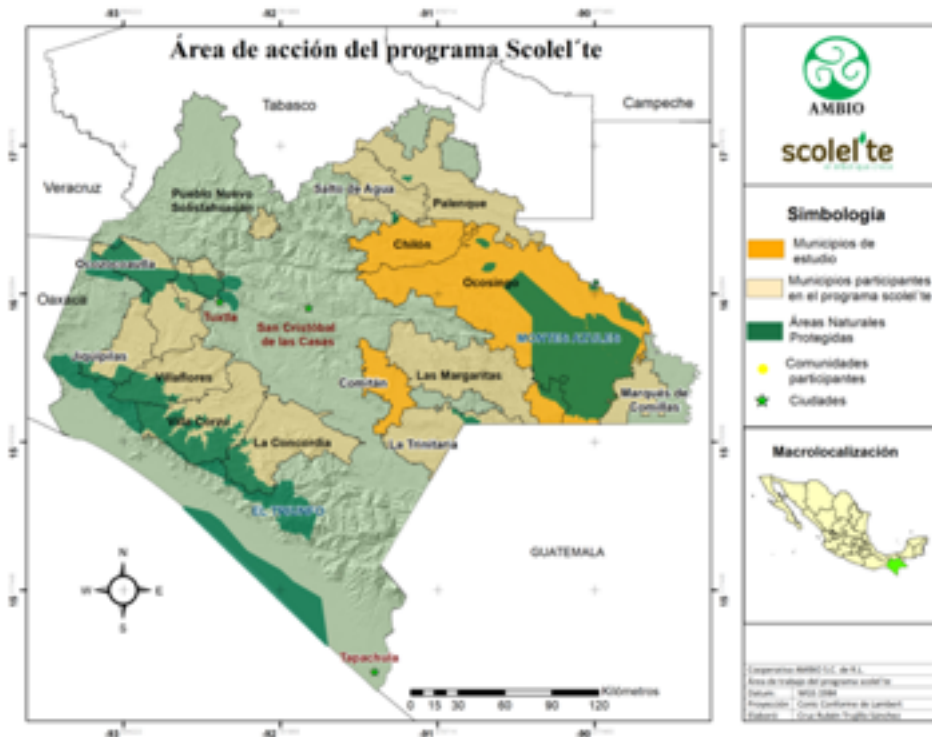


Figura 1. Ubicación de las regiones de estudio en Chiapas.

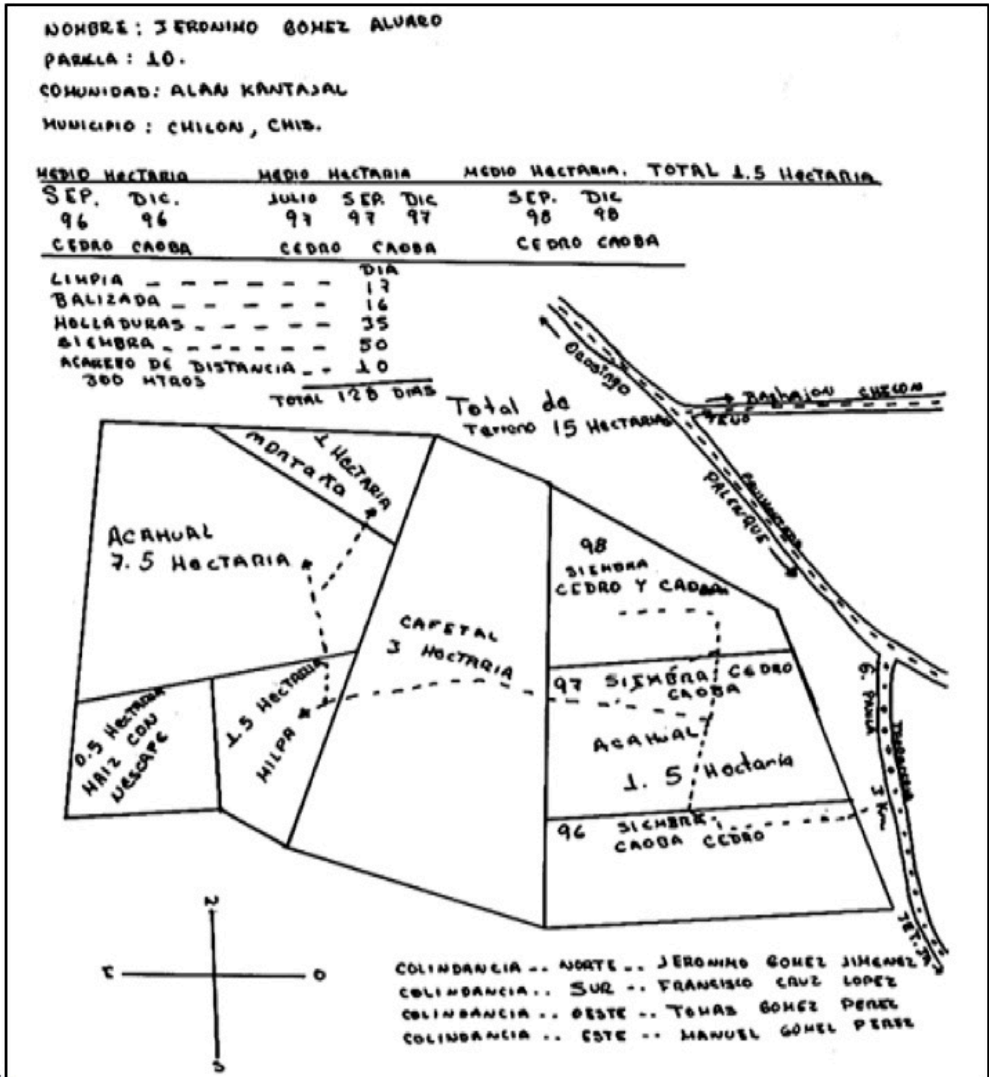


Figura 2. Plan Vivo elaborado por el productor.

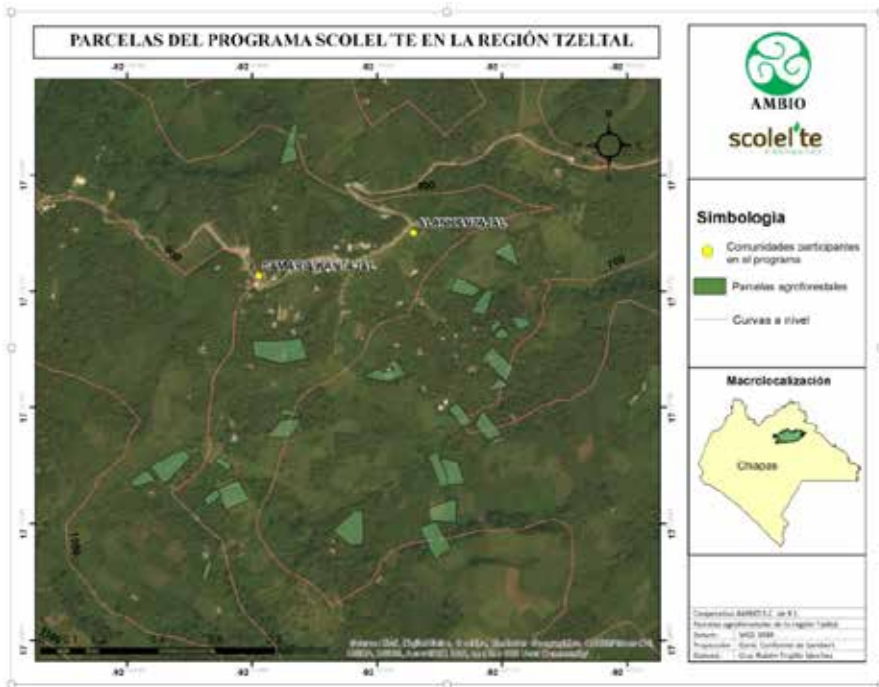


Figura 3. Áreas de establecimiento de sistemas agroforestales en la zona Tzeltal.

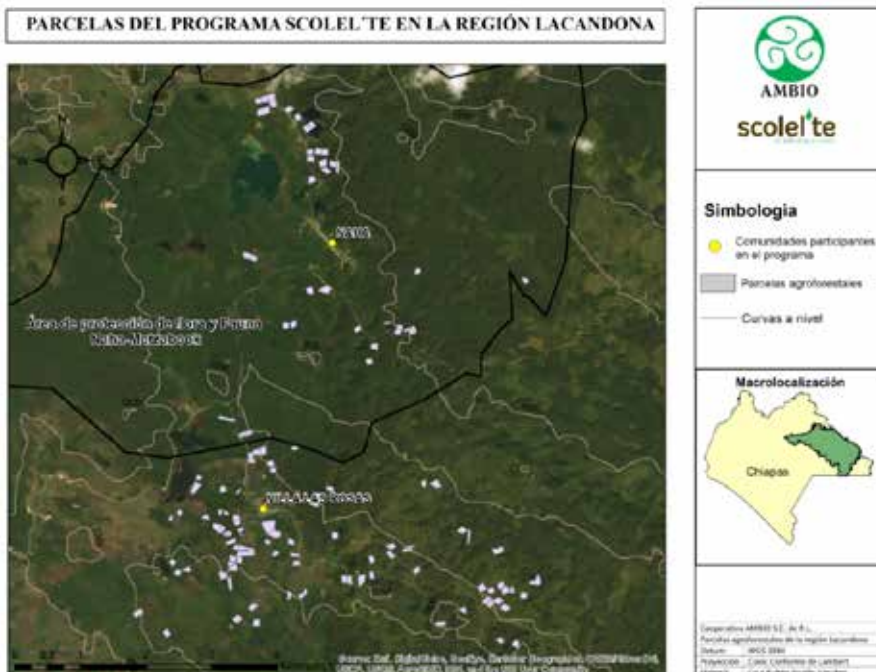


Figura 4. Áreas de establecimiento de Sistemas agroforestales en la zona Lacandona.

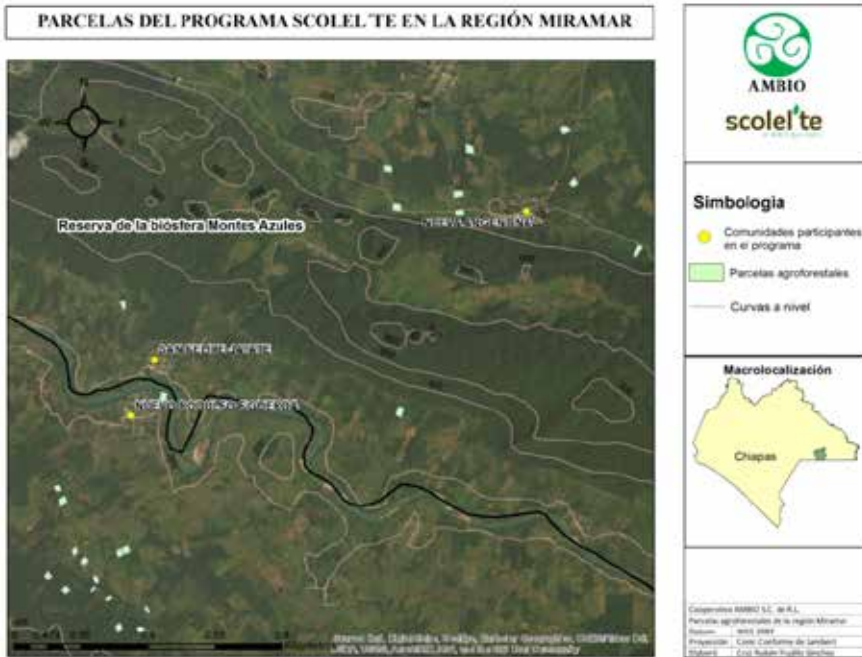


Figura 5. Áreas de establecimiento de Sistemas agroforestales en la Región Miramar. Región Tojolabal (meseta Comiteca).

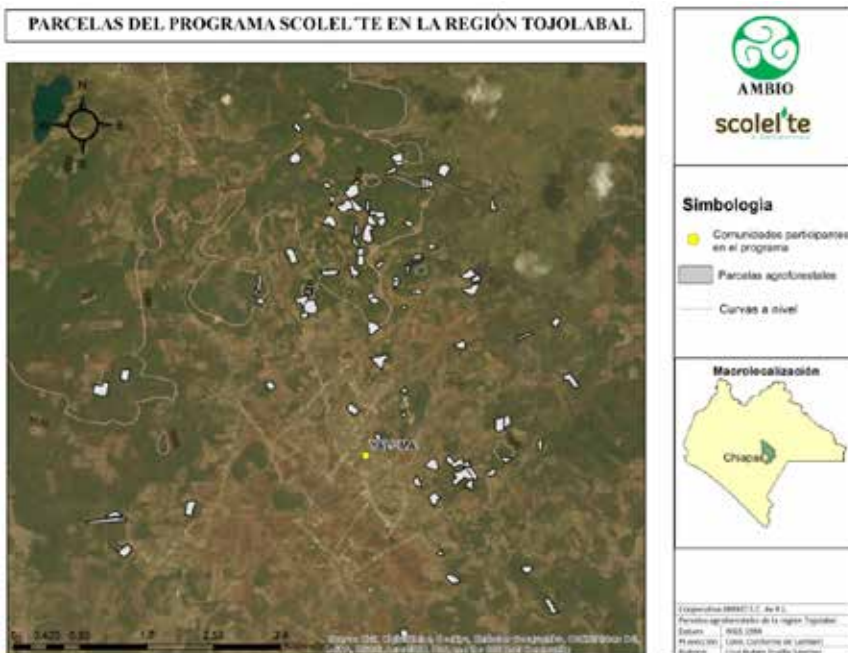


Figura 6. Áreas de establecimiento de sistemas agroforestales en la zona Tuliija-Tseiltal.

1.5 Al que a buen árbol se arrima buena sombra le cobija. Importancia de la sombra en cafetales

Lorena Soto-Pinto¹

Correo de correspondencia: lsoto@ecosur.mx

Resumen

El café en México se cultiva bajo diferentes manejos y grados de especialización. Recientemente, debido a la renovación con variedades de café resistentes a la roya provocada por el hongo *Hemileia vastatrix*, las unidades productivas han reducido la cobertura de sombra. Este proceso reduce la diversidad de especies, la densidad de árboles y arbustos y, en general, aumenta la densidad de plantas de café, simplificando el sistema. Partimos de la hipótesis de que la especialización del cafetal resultará en la disminución de las funciones socioambientales del agroecosistema. Se analiza la multifuncionalidad, definida como la capacidad para producir bienes y servicios socioambientales en el largo plazo. Se revisaron 120 artículos científicos especializados para América Latina, con énfasis en México. Se usaron los siguientes atributos de multifuncionalidad: servicios de aprovisionamiento, servicios de regulación, servicios de soporte y servicios culturales.

El café de policultivo tradicional con sombra diversa donde se aplican prácticas agroecológicas está bien posicionado para proporcionar múltiples funciones socioambientales de aprovisionamiento, regulación, soporte y culturales, una mejor producción y calidad del café que cafetales sin sombra. Sin embargo, se observan contradicciones entre el modo dominante agroindustrial y el tradicional, pues aunque los productores están convencidos de las bondades del sistema tradicional, la incidencia de roya ha desesperado a los productores y la influencia externa orilla a cambios en el germoplasma, las

1 El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur).

prácticas de manejo, los conocimientos y los insumos, reorientando el sistema hacia la simplificación y especialización de la cafecultura.

Palabras clave: agroecología, agroforestería, café orgánico, servicios ecosistémicos, diversidad biológica

Abstract

*Coffee in Mexico is cultivated under different managements and degrees of specialization. Recently, due to the plant renovation with plants resistant to coffee leaf rust, caused by the fungus *Hemileia vastatrix*, the production units have reduced the shade cover. This process reduces the species diversity, tree and shrub density, and in general, increases coffee density, simplifying the coffee system. We hypothesize that specialization can result in the reduction of socioecological functions in the long term. We reviewed 120 specialized scientific articles for Latin America, with emphasis on Mexico. In order to analyze multifunctionality the following attributes were included: provisioning services, regulatory services, support services, and cultural services.*

Traditional polycultures with agroecological practices resulted better positioned to provide multiple socioecological functions than conventional systems in full sun or monospecific shade.

Keywords: agroecology, agroforestry, biological diversity, ecosystem services, organic coffee

Introducción

El café es un importante sistema agroforestal de América Latina, que produce alrededor de 4.88×10^6 toneladas de café verde al año (FAO, 2019). Constituye la base económica para miles de pequeños productores, quienes cultivan el café en pequeñas áreas y a distintas intensidades de manejo. La intensidad de manejo dada por el trabajo y el nivel de insumos depende de factores como el nivel económico, el tipo de producción orgánica o convencional, el nivel organizacional, la disponibilidad de tierra y fuerza de trabajo, el empleo extracomunitario, la disponibilidad de otras opciones productivas y el precio de mercado (Canabal et al. 2006; Tucker et al. 2010; Bartra Vergés et al. 2011), lo que actualmente se observa como un gradiente estructural de los cafetales que va de la estructura más simple a la más compleja con una combinación de distintos niveles de insumos (Moguel y Toledo, 1999; Hernández-Martínez et al. 2009). La producción campesina de café en México se ha basado en el trabajo familiar, la organización social, los conocimientos e insumos locales y las funciones de los agroecosistemas, más que en insumos externos provenientes de la agroindustria, mientras que la especialización hacia un café simplificado se ha basado en el incremento de las densidades de plantas

de café, el uso de agroquímicos, el trabajo de jornaleros asalariados y el uso de variedades mejoradas genéticamente.

Recientemente, el ataque de roya ha motivado la renovación de cafetales con variedades resistentes a la enfermedad pero poco tolerantes a la sombra. Esto ha favorecido la deforestación, lo que puede propiciar erosión, pérdida de agrobiodiversidad, de fertilidad de los suelos y de la capacidad de retención de humedad, pérdida de los *stocks* de carbono, decremento de la disponibilidad de madera, leña, alimentos y otros beneficios que se obtienen de la vegetación de sombra.

En este trabajo partimos de la hipótesis de que el nivel de especialización determina la configuración de elementos físicos y biológicos a escala de parcela, dando como resultado una diferenciación estructural y funcional del agroecosistema. Se define la multifuncionalidad como la capacidad de los sistemas agrícolas para lograr la sostenibilidad a largo plazo, al mismo tiempo que se producen bienes y servicios, incluyendo los servicios ambientales y culturales (Wilson, 2009).

Debido al impacto de diferentes estresores sobre la diversidad, la composición y las funciones del ecosistema, generalmente se espera que cuanto más especializado sea un sistema de producción menor será su multifuncionalidad (Tscharntke et al. 2011; Wilson, 2008). El término “multifuncional” deriva principalmente de consideraciones políticas. Sin embargo, es útil en agroecología como un término para describir la integración de las funciones socioambientales (Bello-Baltazar et al. 2010) enmarcadas en el desarrollo sostenible (Amekawa et al. 2010; Clark, 2005; Renting et al. 2009; Tscharntke et al. 2011; Wilson, 2008). El objetivo de este trabajo fue analizar las funciones de aprovisionamiento, regulación, soporte y culturales de distintos tipos de café con sombra, los desafíos a corto y mediano plazo y las contradicciones que enfrentan los productores del aromático en la búsqueda de máxima producción, la obtención de beneficios derivados del sistema de café en México y las fuerzas externas que impone la agroindustria globalizante.

Métodos

Se realizó una revisión sistemática de la literatura publicada y arbitrada por pares sobre el sistema de café (*Coffea arabica* L.) para América Latina, especialmente para México. Analizamos los resultados de 120 artículos científicos especializados, publicados entre 2000 y 2017, además de otros generales. Se analizaron los siguientes atributos de la multifuncionalidad (Wilson, 2008): servicios de aprovisionamiento, servicios de regulación y soporte, servicios estéticos y culturales.

La búsqueda se realizó a través de los servicios de búsqueda de literatura por internet: Google Scholar y Web of Knowledge con las siguientes palabras clave: los servicios del café y los ecosistemas, los valores o servicios culturales, el capital social, la unidad doméstica, los medios de vida, el medio ambiente, la diversidad, los rendimientos y la

calidad, el cambio climático, plagas y enfermedades, fertilidad y nutrientes del suelo, todas en combinación con la palabra café en español e inglés. Con la información de la literatura se analizan los distintos tipos de sistemas de café para recuperar los beneficios de la sombra con respecto a cada uno de los indicadores de la multifuncionalidad: 1) servicios de aprovisionamiento (alimentos, leña y madera, calidad y rendimiento del café, contribución a la economía y beneficios sociales); 2) servicios de regulación (biodiversidad, interacciones biológicas, plagas, enfermedades y regulación climática); 3) servicios de soporte (formación de suelo y ciclo de nutrientes); y 4) servicios culturales y estéticos (recreación, valores culturales y belleza escénica).

Resultados y discusión

Servicios de aprovisionamiento

Productos para la unidad doméstica. Los sistemas de café de sombra generan una diversidad de productos, entre ellos: alimentos, leña, remedios, forraje, condimentos vegetales, madera para artesanías y construcción, miel, fibras, plantas ornamentales y otros bienes. Se obtiene una mayor cantidad de productos alimenticios en sistemas de café con sombra que en sistemas sin sombra (Méndez et al. 2007; Méndez et al. 2010; Rice, 2008, 2011; Escobar-Colmenares, 2017). El café de policultivo tradicional produce tanto frutas cultivadas como silvestres, y una diversidad de productos comestibles: entre herbáceas cuyas hojas, tallos o tubérculos son comestibles, como arbustos, palmas, árboles, hongos, larvas comestibles y animales silvestres (Rice, 2008, 2011; Escobar-Colmenares, 2017). Como ejemplo, el valor económico estimado para los frutos obtenidos en las parcelas de café tradicionales puede alcanzar entre USD 95 y USD 270 por hectárea, que proporciona dinero en efectivo para las familias rurales (Rice, 2011). Los agricultores obtienen entre el 50 y el 100% de la madera utilizada para fines domésticos de las plantaciones de café (Soto-Pinto et al. 2000; Méndez et al. 2010). El valor económico de la madera para combustible en la zona cafetalera peruana se estimó en USD 1165 por hectárea cuando se utilizó para fines domésticos y USD 760 para la venta (Rice, 2008).

No obstante, los servicios de aprovisionamiento que ofrecen los cafetales, las influencias del mercado, los altibajos de precios del café y el ataque de plagas y enfermedades han reorientado el proceso productivo, llevando en algunas regiones a una importante transformación del sistema hacia plantaciones estrictamente comerciales con escasa cobertura de sombra, menor número de árboles por hectárea y con bajos niveles de biodiversidad; por ejemplo, en algunas zonas de México, los agricultores aumentan la densidad de frutas comerciales o plátanos para “velillo” (hojas de banano usadas para hacer tamales que son vendidas en los mercados re-

gionales y, sobre todo, en los grandes mercados de la Ciudad de México [Escamilla Prado et al. 1997] . Además, se ha imitado a otros países, donde especies arbóreas maderables como las de los géneros *Cordia*, *Achrocarpus*, *Mimosa* o *Gravilea* han reemplazado la diversidad natural creando dominancia de unas pocas especies o un género en la vegetación de sombra. A medida que los sistemas de plantación de café se especializan y se centran en la maximización del rendimiento del café, también reducen la diversidad de árboles de sombra y otras especies asociadas con una reducción concomitante en la biodiversidad (Philpott, Perfecto y Vandermeer, 2008). La simplificación provoca una menor robustez del sistema agrícola al reducir la contribución al autoabastecimiento de alimentos, la conservación de la biodiversidad y otros servicios ecosistémicos, como ha ocurrido en algunas áreas de México y otros países de América Latina. Asimismo, reduce el potencial de producir alimentos, por lo que en algunas zonas cafetaleras se reporta hambruna estacional (Bacon et al. 2008; Morris et al. 2013; Rice, 2008; Rosset, 2008).

Calidad y rendimientos de café. La productividad y calidad del café dependen de las condiciones ambientales, el manejo, la cantidad de sombra y la variedad de café, entre otros factores. Se ha reportado que un cierto nivel de sombra hasta 42% aumenta los rendimientos, mismos que se reducen al aumentar la cobertura (Soto-Pinto et al. 2000). La sombra provoca que el peso del fruto y el tamaño del grano se incrementen significativamente hasta 14% en peso seco y 20% en la proporción de granos en una zona subóptima de café (Vaast et al. 2006). La calidad de café arábigo aumenta con la sombra, pues mejora los atributos de acidez y cuerpo de la bebida (Muschler, 2001). Por el contrario, los granos de las plantas de café cultivadas dentro de los sistemas de café a pleno sol muestran más atributos negativos como el amargor y la astringencia (Vaast et al. 2006). Las variedades de café de porte alto como Typica, Bourbon, Maragogipe y Mondonovo (mejor conocidas por su alta calidad en taza) crecen bien en los policultivos tradicionales y rústicos, mientras que las variedades de porte bajo pueden producir mejor bajo condiciones más soleadas. La sombra promueve un llenado de fruto más lento y equilibrado y una maduración uniforme, permite un producto de mejor calidad. En condiciones subóptimas (por debajo de 700 msnm), la sombra reduce el estrés térmico y mejora la eficiencia, el crecimiento y la productividad del uso del agua (Campbell, 2011). Sin embargo, se sabe que en alturas muy elevadas (1 272-1 730 msnm) la sombra puede disminuir los rendimientos y la calidad del café (Bosselmann et al. 2009).

Contribución a la economía local y regional con beneficios sociales. Aun con bajos precios y baja producción, el sistema de policultivo contribuye a las economías domésticas y regionales locales (Martínez-Torres, 2006; Hausermann y Eakin, 2008; Bartra Vergés et al. 2011; Jha et al. 2011). Este sistema es flexible y ofrece beneficios económicos, sociales y ambientales en lugares donde la sociedad campesina

tiene pocas alternativas productivas y es consecuente con el modo de vida campesino que tradicionalmente ha tenido fuertes vínculos a la tierra, al uso múltiple del suelo y al uso y manejo de agrobiodiversidad. Esto, aunado a una organización bien establecida y certificada con prácticas agroecológicas se apropian de más secciones de la cadena de valor del café y con el fortalecimiento del autoabasto mediante una lógica mixta mejoran las condiciones de vida de las familias cafetaleras (Canabal et al. 2006; Eakin et al. 2011). Cuando los precios del café caen, los pequeños productores de café mexicano se concentran en otros sistemas productivos, con frecuencia abandonando o invirtiendo fuerza de trabajo mínima en el cultivo de café “mientras la crisis pasa” (Tucker et al. 2010).

Adicionalmente, la organización comunitaria (Renard, 2003), además de la pertenencia una organización formal fuerte y la participación en procesos de certificación orgánica y de comercio justo puede contribuir a reducir la vulnerabilidad de los hogares, mejorar la educación, la infraestructura y el ahorro monetario (Renard, 2003; Martínez-Torres, 2006).

Servicios de regulación

Regulación del microclima y eventos extremos. Las áreas con pendientes pronunciadas y altas precipitaciones son altamente vulnerables a la erosión, escorrentía y deslizamientos de tierra (Lin, 2007, 2010), especialmente durante eventos extremos como los huracanes. Los agricultores de café tradicional que mantienen la cobertura de sombra alta en parcelas de café pueden prevenir la erosión y reducir la probabilidad de deslizamientos de tierra (Philpott et al. 2008). Además, la cobertura vegetal en las plantaciones de café de sombra puede ayudar a amortiguar las temperaturas extremas y reducir la evapotranspiración de los cafetos (Lin, 2007; DaMatta et al. 2007; Lin et al. 2008; Siles et al. 2010) reduciendo el estrés térmico.

Por otro lado, el conocimiento y las prácticas tradicionales contribuyen a identificar algunos atributos de los árboles que mantienen condiciones adecuadas para el cultivo del aromático. Por ejemplo, los agricultores conocen las propiedades de los árboles en relación con el microclima, tales como la “frescura” o “calidez” del árbol, los atributos de mantenimiento de la humedad y la resistencia al viento, entre otras características de las especies arbóreas (Soto-Pinto et al. 2007; Cerdán et al. 2012). Las funciones del ecosistema relacionadas con la regulación del clima se extienden a la escala global. Es bien sabido que el café de sombra tiene el potencial de acumular carbono, lo que contribuye a la reducción de los gases de efecto invernadero en la atmósfera (Soto-Pinto et al. 2009; Soto-Pinto y Aguirre-Dávila, 2015).

Biodiversidad, interacciones biológicas, regulación de plagas y enfermedades. La importancia de la sombra es notable para mantener la biodiversidad asociada (Gar-

cía-Burgos et al. 2014; Gordon et al. 2007; Jha et al. 2014; López-Gómez et al. 2008; Perfecto et al. 2014; Marín et al. 2016). En general, las prácticas agroforestales tradicionales, especialmente aquellas con cobertura de sombra por lo menos al 45%, ayudan a aumentar la diversidad de organismos asociados y las interacciones entre ellos, beneficiando a la biodiversidad a través de la conservación *in situ*, la reducción de la presión sobre los bosques remanentes, y permitiendo una alta calidad de la matriz agrícola (Perfecto y Vandermeer, 2002; McNeely y Schroth, 2006; Vandermeer et al. 2010). Los estudios indican una disminución en la riqueza de especies y grupos especializados con el proceso de intensificación, lo que sugiere una correspondencia entre diversidad, complejidad y multifuncionalidad (Philpott et al. 2008; De La Mora y Philpott, 2010; Hajian-Forooshani et al. 2016).

Las intrincadas redes de interacciones tróficas, caracterizadas por una estructura compleja y una alta diversidad de especies y funciones, crean interacciones locales con patrones espaciales autoorganizados importantes para los servicios ecosistémicos. Sin embargo, la mera presencia de sistemas de café no es garantía de conservación, ya que esto dependerá de la calidad de la matriz. Por ejemplo, la presencia de murciélagos frugívoros en plantaciones de café con sombra es favorecida por parches forestales asociados a ellos, tanto dentro como alrededor de las plantaciones (García-Estrada et al. 2006). El aumento de la biodiversidad también está asociado con niveles más altos de regulación de plagas y enfermedades. En general, las parcelas con alta complejidad alojan redes complejas de especies que interactúan y que aumentan los enemigos naturales y reducen el impacto de plagas y enfermedades (Bianchi et al. 2006; Jiménez-Soto et al. 2013; Morris y Perfecto, 2016; Sinisterra et al. 2016; Vandermeer et al. 2010). Los enemigos naturales de plagas, como las hormigas, pueden proteger a las plantas de café contra el ataque de la broca del café (Armbrrecht y Gallego, 2007; Hsieh et al. 2012; Jiménez-Soto et al. 2013). La diversidad y densidad de pájaros y murciélagos (taxonómicos y funcionales) suele ser proporcional con el aumento de la eliminación de artrópodos y la prevención de brotes de plagas (Pardee y Philpott, 2011; Philpott et al. 2008). La abundancia y diversidad de aves es mayor en plantaciones con sombra y orgánicas (González-Medina et al. 2016). Adicionalmente, la depredación de artrópodos por aves y murciélagos es mayor en las plantaciones de café orgánico sombreado en comparación con el café a pleno sol convencional o con la aplicación intensiva de plaguicidas (García-Estrada et al. 2006; Hernández-Martínez et al. 2009; Johnson et al. 2010). También hay pruebas de que el mantenimiento de los parásitos de algunos depredadores aumenta la complementariedad entre las especies de depredadores, dando lugar a aumentos en los servicios de control de plagas (Philpott et al. 2012).

La complejidad puede también mantener una incidencia baja del patógeno principal –la roya anaranjada del café– que es causada por el hongo *Hemileia vastatrix*.

Los sistemas de café diversos y muy complejos podrían reducir la incidencia de esta enfermedad a través de la disminución de la velocidad del viento dentro de la plantación o por la presencia de organismos antagónicos que forman parte de la biodiversidad asociada (Ratnadass et al. 2012). En particular, el hongo blanco (*Le-canicillium lecanii*) ha sido implicado en la supresión de la roya del café en México (Perfecto et al. 2014; Vandermeer et al. 2009; Liere et al. 2012) y Cuba (Vandermeer, comunicación personal, junio, 2015). También se ha encontrado que un alto rendimiento del café tiende a provocar una mayor incidencia de la roya en el año subsiguiente, por lo que los árboles de sombra pueden ayudar a estabilizar la producción evitando los picos anuales y manteniendo una mayor duración de la planta (Avelino et al. 2006). Los árboles de sombra contribuyen reduciendo la temperatura, por lo menos en 2°C, y podrían indirectamente contribuir a mantener mejores condiciones para un cultivo libre de roya (Romero-Alvarado, 2000).

Servicios de soporte

Formación de suelo y reciclaje de nutrientes. El policultivo tradicional también contribuye a obtener niveles más eficientes de soporte como la formación y conservación del suelo y su fertilidad, el mantenimiento de los ciclos de nutrientes, y la polinización. Con respecto al ciclo de los nutrientes, los sistemas tradicionales de policultivo y café rústico presentan altas cantidades de biomasa, mayor cobertura, menores pérdidas de nutrientes y calidad del suelo que los sistemas simplificados. La cantidad de residuos, materia orgánica muerta, ramas caídas y biomasa aérea son generalmente mayores en sistemas tradicionales, especialmente en los sistemas orgánicos donde se acumula mayor cantidad de carbono y fósforo en la primera capa del suelo y se aumenta el pH, a diferencia de sistemas convencionales (Soto-Pinto y Aguirre-Dávila, 2015; Hagggar et al. 2011). Los árboles de sombra contribuyen con el 78% del potasio total y el 60% del calcio total en los sistemas de café de sombra, mientras que contribuyen a la acumulación de carbono (Dossa et al. 2008; Soto-Pinto et al. 2010). Además, el café manejado con prácticas agroecológicas observa una mayor incidencia de micorrizas que favorecen la disponibilidad de fósforo para las plantas que los monocultivos y otros manejos simplificados (Lozano-Sánchez et al. 2015)

Las plantaciones de café de sombra pueden reducir significativamente las pérdidas de agua. Una comparación entre sitios con diferente cobertura de sombra mostró que una cobertura de sombra entre 60-80% disminuyó significativamente las tasas de evaporación del suelo y la demanda por evapotranspiración, en comparación con el 10-30% de cobertura (Lin, 2007, 2010).

Otro importante servicio de soporte proporcionado por los sistemas agroforestales de café es la polinización, que beneficia no solo al propio sistema agroforestal,

sino a los cultivos en campos adyacentes. En los sistemas de café diversificados, la abundancia de polinizadores influye directamente en el número de granos de café, en tanto que la reducción de las áreas boscosas ha llevado a una caída del 18% en los rendimientos (Solis-Montero et al. 2005; Vergara y Badano, 2009; Priess et al. 2007; Boreux et al. 2013; Cepeda-Valencia et al. 2014). En áreas simplificadas, la pérdida de cobertura vegetal y la diversidad podrían conducir a un serio problema de escasez de polinizadores, lo que pone en riesgo la producción de alimentos y otros cultivos de importancia económica y social.

Servicios Culturales

Valores culturales, recreación y servicios estéticos. Aunque el café es un sistema apropiado, con una historia de solo 200 años se ha adaptado al modo de vida campesina basándose, como los cultivos tradicionales, en la fuerza de trabajo familiar, el conocimiento tradicional, los insumos y técnicas locales, y el uso múltiple del suelo y la agrobiodiversidad.

Los cafetaleros campesinos mantienen prácticas de producción, circulación, consumo y simbólicas propias que dibujan en el territorio la estructura y funcionalidad de sus sistemas productivos, los cuales se retroalimentan con la reproducción familiar. Los variados componentes del sistema tradicional de policultivo y el café rusticano, incluyendo plantas, hongos y animales, están asociados con identidades culturales, prácticas e imaginario social (Toledo y Moguel, 2012). Por ejemplo, algunas especies de plantas comunes en sistemas tradicionales de policultivo y café rústico, tales como *Brugmansia* spp. y *Nicotiana* spp. se asocian con rituales psicotrópicos y curativos en comunidades indígenas (Kvist y Moraes, 2006). Muchas otras tienen usos medicinales y otras, como algunas especies de bromelias o *Brosimum alicastrum*, tienen connotaciones sagradas (Alcorn, 1981; Martínez et al. 2007). Otros valores representan deseos recreativos relacionados con la belleza escénica del paisaje, proporcionando beneficios de estimulación física, actividad intelectual, inspiración psicológica y otras contribuciones al bienestar personal y social (Daniel et al. 2012). En el área cafetalera, la creciente actividad del agroecoturismo representa una contribución a la estética del paisaje y al patrimonio cultural asociado con la producción de café.

Discusión

Esta revisión de literatura muestra cómo la sombra del café formada principalmente por árboles, arbustos, palmas y herbáceas de porte alto ofrecen múltiples beneficios en el aprovisionamiento, regulación, soporte y culturales, derivados principalmente de las funciones de los elementos leñosos que actúan como “ingenieros del sistema” (Jones,

Lawton y Shachak, 2008). Los árboles crean condiciones para acumular recursos como: la materia orgánica, los nutrientes, los microorganismos –como bacterias–, los hongos que ayudan a la descomposición, o las micorrizas que contribuyen al aumento de la fertilidad del suelo y a la recirculación de nutrientes; los árboles también ayudan a retener el suelo con sus extensas y fuertes raíces, mantienen la temperatura ofreciendo un microclima más estable que en áreas desnudas, ofrecen la sombra, necesaria para cultivos que la requieren, como el café. También algunas especies leñosas contribuyen a formar hábitats para otros organismos benéficos que pueden ser enemigos naturales de plagas o antagonistas de los hongos y otros agentes de enfermedades, o bien otros ingenieros del sistema como las lombrices que ayudan a airear el suelo, a mantener la estructura y a contribuir a la disponibilidad de nutrientes y agua. Algunas especies de árboles contribuyen con sus nectarios extraflorales a alimentar otros constructores del sistema como las hormigas.

Amenazas emergentes como la roya anaranjada están obligando a los agricultores a hacer cambios de variedades de porte alto por variedades como el catimor, el lempira y otras resistentes a la roya poco tolerantes a la sombra. Esto deforesta los cafetales y, consecuentemente, hace perder los atributos estructurales y funcionales de estos agroecosistemas complejos y diversos. Esto genera contradicciones entre la práctica cafetalera orgánica y la calidad del café pues los cafés resistentes a la roya no tienen la calidad de los cafés arábigos tradicionales, que es la que exige el mercado de especialidad de café y el consumidor exigente.

Recientemente se sabe de la pérdida de resistencia de los cafés resistentes a la variedad 2 de la roya, como la variedad Castillo, la cual ha mostrado susceptibilidad a una nueva raza de roya, lo cual traerá nuevos problemas de roya del café (Valencia et al. 2014). Además, los eventos climáticos derivados del cambio global están impactando severamente las zonas cafetaleras: se estima que el café tanto arábigo como robusta disminuirán su producción en los próximos años por el aumento de la temperatura. Los productores tendrán que fortalecer sus organizaciones para buscar alternativas productivas y complementar sus ingresos, especialmente las zonas bajas serán las más impactadas, entre 600 y 1 200 msnm.

Se observan contradicciones entre las prácticas tradicionales del modo de producción campesina y los impactos de la industria agroalimentaria globalizante que empuja hacia la producción especializada de cafés de baja calidad con plantas híbridas del timor que requieren poca sombra y que obligan a los productores a deforestar los cafetales, perdiendo con ello sus acervos biológicos, ecológicos y culturales. Esto hace necesaria una revisión de la práctica cafetalera, las políticas públicas, las acciones de las empresas que ofrecen servicios técnicos, compran café y ofrecen plantas para la renovación, los contenidos de programas de formación de profesionales, la capacitación y asistencia técnica, y las tendencias y objetivos a futuro de las organizaciones y los pueblos en el territorio cafetalero.

Conclusiones

De esta revisión se concluye que la sombra del cafetal tiene vital importancia para mantener las funciones socioambientales de este agroecosistema en el territorio cafetalero. Los cafetales tradicionales con sombra diversificada están mejor posicionados para ofrecer servicios de aprovisionamiento, regulación, soporte y culturales que los cafetales sin sombra. Los árboles, arbustos y palmas –ingenieros del agroecosistema– proveen de condiciones y recursos para la producción y el mantenimiento de una red de relaciones sinérgicas (positivas) entre organismos que benefician la producción y la conservación en el largo plazo. La sombra es indispensable como un elemento que ofrece resistencia al sistema de café. El desombro severo que están sufriendo los cafetales recientemente por el ataque de la roya y la renovación con variedades intolerantes a la sombra reduce la multifuncionalidad del sistema y lo hace vulnerable, al menos en contextos campesinos donde se observan contradicciones entre los modos de vida y las tendencias a la modernización del sistema que se promueve desde la agroindustria alimentaria globalizante.

Agradecimientos

Los autores agradecen ampliamente a Ecosur por el financiamiento a través del “Proyecto Multidisciplinario y Transversal de Café”, y a los árbitros anónimos por la revisión del manuscrito.

Bibliografía

- Alcorn, J. B. (1981). Huastec noncrop resource management: Implications for prehistoric rain forest management. *Human Ecology*, 9(4), 395-417. doi:10.1007/BF01418729
- Amekawa, Y., Sseguya, H., Onzere, S., y Carranza, I. (2010). Delineating the Multifunctional Role of Agroecological Practices: Toward Sustainable Livelihoods for Smallholder Farmers in Developing Countries. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34(2), 202-228. doi: 10.1080/10440040903433079
- Armbrecht, I., y Gallego, M. C. (2007). Testing ant predation on the coffee berry borer in shaded and sun coffee plantations in Colombia. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 124(3), 261-267. doi:10.1111/j.1570-7458.2007.00574.x
- Avelino, J., Zelaya, H., Merlo, A., Pineda, A., Ordoñez, M., y Savary, S. (2006). The intensity of a coffee rust epidemic is dependent on production situations. *Ecological Modelling*, 197(3-4), 431-447. doi:10.1016/j.ecolmodel.2006.03.013
- Bacon, C. M., Méndez, E., Gómez, M. E. F., Stuart, D., y Flores, S. R. D. (2008). Are Sustainable Coffee Certifications Enough to Secure Farmer Livelihoods? The Millenium Development Goals and Nicaragua's Fair Trade Cooperatives. *Globalizations*, 5(2), 259-274. doi:10.1080/14747730802057688
- Bartra Vergés, A., Cobo, R., y Paz Paredes, L. (2011). *La hora del café, dos siglos a muchas voces*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Bello-Baltazar, E., Naranjo-Piñera, E., y Vandame, R. (2010). *Innovación socioambiental y desarrollo en la frontera sur de México*. San Cristobal de las Casas: El Colegio de la Frontera Sur.

- Bianchi, F. J. J. A., Booi, C. J. H., y Tscharnkte, T. (2006). Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society*, 273(1595), 1715-27. doi: 10.1098/rspb.2006.3530
- Boreux, V., Kushalappa, C. G., Vaast, P., y Ghazoul, J. (2013). Interactive effects among ecosystem services and management practices on crop production: pollination in coffee agroforestry systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(21), 8387-8392. doi: 10.1073/pnas.1210590110
- Bosselmann, A. S., Dons, K., Oberthur, T., Olsen, C. S., Ræbild, A., y Usma, H. (2009). The influence of shade trees on coffee quality in small holder coffee agroforestry systems in Southern Colombia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129(1-3), 253-260. doi: 10.1016/j.agee.2008.09.004
- Campbell, B. (2011). Integrating Agriculture, Conservation and Ecotourism: Examples from the field. *Media*, 1(noviembre), 324. doi: 10.1007/978-94-007-1309-3
- Canabal, C. B., Contreras, P. G., y León, L. A. (2006). *Diversidad rural. Estrategias económicas y procesos culturales*. México: Plaza y Valdez.
- Cepeda-Valencia, J., Gómez P. D., y Nicholls, C. (2014). La estructura importa: Abejas visitantes del café y estructura agroecológica principal (EAP) en cafetales. *Revista Colombiana de Entomología*, 40(2), 241-250.
- Cerdán, C. R., Rebolledo, M. C., Soto, G., Rapidel, B., y Sinclair, F. L. (2012). Local knowledge of impacts of tree cover on ecosystem services in smallholder coffee production systems. *Agricultural Systems*, 110, 119-130. doi: 10.1016/j.agsy.2012.03.014
- Clark, J. R. A. (2005). The "New Associationalism" in agriculture: Agro-food diversification and multifunctional production logics. *Journal of Economic Geography*, 5(4), 475-498. doi: 10.1093/jnlecg/lbh064
- DaMatta, F. M., Ronchi, C. P., Maestri, M., y Barros, R. S. (2007). Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology. Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal*. doi: 10.1590/S1677-04202007000400014
- Daniel, T. C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Boyd, J. W., Chan, K. M. A., Costanzaf, R., Elmqvist, T., Flinth, C. G., Gobster, P. H., Grêt-Regamey, A., Lavek, R., Muhar, S., Penkerm, M., Riben, R. G., Schauppenlehnerb, T., Sikoro, T., Soloviyp, I., Spierenburg, M., Taczanowskab, K., Tam, J., y Von der Dunk, A. (2012). Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(23), 8812-8819. <https://doi.org/10.1073/pnas.1114773109>
- De La Mora, A., y Philpott, S. M. (2010). Wood-Nesting Ants and Their Parasites in Forests and Coffee Agroecosystems. *Environmental Entomology*, 39(5), 1473-1481. doi: 10.1603/EN09295
- Dossa, E., Fernandes, E., Reid, W., y Ezui, K. (2008). Above- and belowground biomass, nutrient and carbon stocks contrasting an open-grown and a shaded coffee plantation. *Agroforestry Systems*, 72(2), 103-115. doi: 10.1007/s10457-007-9075-4
- Eakin, H., Bojórquez-Tapia, L. A., Diaz, R. M., Castellanos, E., y Haggard, J. (2011). Adaptive capacity and social-environmental change: Theoretical and operational modeling of smallholder coffee systems response in mesoamerican pacific rim. *Environmental Management*, 47(3), 352-367. doi: 10.1007/s00267-010-9603-2
- Escamilla Prado, E., Licona Prado, A. L., Díaz Cárdenas, S., Santoyo Cortés, H. V., Sosa, R., y Rodríguez Ramírez, L. (1997). Los sistemas de producción de café en el centro de Veracruz, México. Un análisis tecnológico. *Revista de Historia*, 30, 41-67.
- Escobar-Colmenares, S. (2017). *Las plantas comestibles en el agroecosistema de café: uso, conocimiento y diversidad en el ejido La Rinconada, Bellavista, Chiapas*. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2019. FAOSTAT, <http://www.fao.org/3/y/5143s/y5143s0v.htm>
- García-Burgos, J., Gallina, S., y González-Romero, A. (2014). Relación entre la riqueza de mamíferos medianos en cafetales y la heterogeneidad espacial en el centro de Veracruz. *Acta Zoológica Mexicana*, 30(2), 337-356. doi: 10.1023/A:1007604728377
- García-Estrada, C., Damon, A., Sánchez, H. C., Soto-Pinto, L., e Ibarra, N. G. (2006). Bat diversity in montane rainforest and shaded coffee under different management regimes in southeastern Chiapas, Mexico. *Biological Conservation*, 132(3), 351-361. doi: 10.1016/j.biocon.2006.04.027

- González-Medina, J. K., Figueroa-Esquivel, E. M., y Puebla-Olivares, F. (2016). Avifauna de dos zonas cafetaleras en Nayarit, Oeste de México. *Huitzil Revista Mexicana de Ornitología*, 17(1), 18-32.
- Gordon, C., Manson, R., Sundberg, J., y Cruz-Angón, A. (2007). Biodiversity, profitability, and vegetation structure in a Mexican coffee agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118(1-4), 256-266. doi: 10.1016/j.agee.2006.05.023
- Haggar, J., Barrios, M., Bolaños, M., Merlo, M., Moraga, P., Munguía, R., Ponce, A., Romero, S., Soto, G., Staver, E., y de Virginio, M. F. (2011). Coffee agroecosystem performance under full sun, shade, conventional and organic management regimes in Central America. *Agroforestry Systems*, 82(3), 285-301. doi: 10.1007/s10457-011-9392-5
- Hajian-Forooshani, Z., Rivera Salinas, I. S., Jiménez-Soto, E., Perfecto, I., y Vandermeer, J. (2016). Impact of Regionally Distinct Agroecosystem Communities on the Potential for Autonomous Control of the Coffee Leaf Rust. *Environmental Entomology*, nww125. doi: 10.1093/ee/nvw125
- Hausermann, H., y Eakin, H. C. (2008). Producing "Viable" Landscapes and Livelihoods in Central Veracruz, Mexico: Institutional and Producer Responses to the Coffee Commodity Crisis. *Journal of Latin American Geography*, 7(1), 109-131. doi: org/10.1353/lag.2008.0001
- Hernández-Martínez, G., Manson, R. H., y Contreras, A. (2009). Quantitative classification of coffee agroecosystems spanning a range of production intensities in central Veracruz, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 134(1-2), 89-98. doi: 10.1016/j.agee.2009.05.020
- Hsieh, H. Y., Liere, H., Soto, E. J., y Perfecto, I. (2012). Cascading trait-mediated interactions induced by ant pheromones. *Ecology and Evolution*, 2(9), 2181-2191. doi: 10.1002/ece3.322
- Jha, S., Bacon, C. M., Philpott, S. M., Rice, R. A., Mendez, V. E., y Läderach, P. (2011). A Review of Ecosystem Services, Farmer Livelihoods, and Value Chains in Shade Coffee Agroecosystems. En W. B. Campbell y S. López Ortiz (eds.). *Integrating Agriculture, Conservation and Ecotourism: Examples from the Field, Issues in Agroecology - Present Status and Future Prospectus 1*, Alemania, Springer Science-Business Media B.V.
- Jha, S., Bacon, C. M., Philpott, S. M., Méndez, V. E., Läderach, P., y Rice, R. A. (2014). Shade coffee: Update on a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience*, 64, 416-428. doi: 10.1093/biosci/biu038
- Jiménez-Soto, E., Cruz-Rodríguez, J. A., Vandermeer, J., y Perfecto, I. (2013). *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae) and its Interactions With *Azteca instabilis* and *Pheidole synanthropica* (Hymenoptera: Formicidae) in a Shade Coffee Agroecosystem. *Environmental Entomology*, 42(5), 915-924. doi: 10.1603/EN12202
- Johnson, M. D., Kellermann, J. L., y Stercho, A. M. (2010). Pest reduction services by birds in shade and sun coffee in Jamaica. *Animal Conservation*, 13(2), 140-147. doi: 10.1111/j.1469-1795.2009.00310.x
- Jones, C. G., Lawton, J. H., y Shachak, M. (2008). Positive and Negative Effects of Organisms as Physical Ecosystem Engineers. *Ecology*, 78(7), 1946-1957. doi: 10.1890/0012-9658
- Kvist, L., y Moraes, M. (2006). Plantas psicoactivas. En M. Moraes, R. B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius y H. Balslev (eds.). *Botánica Económica de Los Andes Centrales* (pp. 294-312). La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés / Plural Editores.
- Liere, H., Jackson, D., y Vandermeer, J. (2012). Ecological Complexity in a Coffee Agroecosystem: Spatial Heterogeneity, Population Persistence and Biological Control. *PLoS ONE*, 7(9). doi: 10.1371/journal.pone.0045508
- Lin, B. B. (2007). Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 144, 85-94. doi: 10.1016/j.agrformet.2006.12.009
- Lin, B. B. (2010). The role of agroforestry in reducing water loss through soil evaporation and crop transpiration in coffee agroecosystems. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150(4), 510-518. doi: 10.1016/j.agrformet.2009.11.010
- Lin, B. B., Perfecto, I., y Vandermeer, J. (2008). Synergies between Agricultural Intensification and Climate Change Could Create Surprising Vulnerabilities for Crops. *BioScience*, 58(9), 847-854. doi: 10.1641/B580911
- López-Gómez, A. M., Williams-Linera, G., y Manson, R. H. (2008). Tree species diversity and vegetation structure in shade coffee farms

- in Veracruz, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 124(3-4), 160-172.
doi: 10.1016/j.agee.2007.09.008
- Lozano-Sánchez, J. D., Armbrecht, I., y Lerma, J. M. (2015). Hongos formadores de micorrizas arbusculares y su efecto sobre la estructura de los suelos en fincas con manejos agroecológicos e intensivos. *Acta Agronomica*, 64(4).
doi: 10.15446/acag.v64n4.46045
- Marín, L., Philpott, S. M., Mora, A. de la, Ibarra Núñez, G., Tryban, S., y Perfecto, I. (2016). Response of ground spiders to local and landscape factors in a Mexican coffee landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 222.
doi: 10.1016/j.agee.2016.01.051
- Martínez-Torres, M. E. (2006). *Organic coffee: sustainable development by Mayan farmers*. Ohio: Center for International Studies-Ohio University.
- Martínez, M., Evangelista, V., Basurto, F., Mendoza, M., y Cruz-Rivas, A. (2007). Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78(1), 15-40.
doi: 10.7550/rmb.5311
- McNeely, J. A., y Schroth, G. (2006). Agroforestry and Biodiversity Conservation - Traditional Practices, Present Dynamics, and Lessons for the Future. *Biodiversity and Conservation*, 15(2), 549-554.
doi: 10.1007/s10531-005-2087-3
- Méndez, V., Bacon, C., Olson, M., Morris, K., y Shattuck, A. (2010). Agrobiodiversity and shade coffee smallholder livelihoods: A review and synthesis of ten years of research in Central America. *Nal Geographer*, 62(3), 357-376.
doi: 10.1080/00330124.2010.483638
- Méndez, V. E., Gliessman, S. R., y Gilbert, G. S. (2007). Tree biodiversity in farmer cooperatives of a shade coffee landscape in western El Salvador. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119(1-2), 145-159.
doi: 10.1016/j.agee.2006.07.004
- Moguel, P., y Toledo, V. M. (1999). Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology*, 13(1), 11-21.
doi: 10.1046/j.1523-1739.1999.97153.x
- Morris, K. S., Mendez, V. E., y Olson, M. B. (2013). "Los meses flacos": seasonal food insecurity in a Salvadoran organic coffee cooperative. *The Journal of Peasant Studies*, 40(2), 423-446.
doi: 10.1080/03066150.2013.777708
- Morris, J. R., y Perfecto, I. (2016). Testing the potential for ant predation of immature coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) life stages. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 233, 224-228.
doi: 10.1016/j.agee.2016.09.018
- Muschler, R. G. (2001). Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 51(2), 131-139.
doi: 10.1023/A:1010603320653
- Pardee, G. L., y Philpott, S. M. (2011). Cascading Indirect Effects in a Coffee Agroecosystem: Effects of Parasitic Phorid Flies on Ants and the Coffee Berry Borer in a High-Shade and Low-Shade Habitat. *Environmental Entomology*, 40(3), 581-588.
doi: 10.1603/EN11015
- Perfecto, I., y Vandermeer, J. (2002). Quality of Agroecological Matrix in a Tropical Montane Landscape: Ants in Coffee Plantations in Southern Mexico. *Conservation Biology*, 16(1), 174-182.
- Perfecto, I., Vandermeer, J., y Philpott, S. M. (2014). Complex Ecological Interactions in the Coffee Agroecosystem introduction: biodiversity and the style of coffee production. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 45(1), 137-158.
doi: 10.1146/annurev-ecolsys-120213-091923
- Philpott, S. M., Lin, B., Jha, S., y Brines, S. (2008a). A multi-scale assessment of hurricane impacts on agricultural landscapes based on land use and topographic features. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 128(1-2), 12-20.
doi: 10.1016/j.agee.2008.04.016
- Philpott, S. M., Perfecto, I., y Vandermeer, J. (2008b). Effects of predatory ants on lower trophic levels across a gradient of coffee management complexity. *Journal of Animal Ecology*, 77(3), 505-511.
doi: 10.1111/j.1365-2656.2008.01358.x
- Philpott, S. M., Pardee, G. L., y Gonthier, D. J. (2012). Cryptic biodiversity effects: importance of functional redundancy revealed through addition of food web complexity. *Ecology*, 93(5), 992-1001.
- Priess, J. A., Mimler, M., Klein, A.-M., Schwarze, S., Tschardtke, T., Steffan, I., y Steffan-Dewenter, I. (2007). Linking Deforestation Scenarios to Pollination Services and Economic Returns in Coffee Agroforestry Systems. *Ecological Applications*, 17(172), 407-417.
doi: 10.1890/05-1795
- Ratnadass, A., Fernandes, P., Avelino, J., y Habib, R. (2012). Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32, 273-303.
doi: 10.1007/s13593-011-0022-4

- Renard, M. C. (2003). Fair trade: Quality, market and conventions. *Journal of Rural Studies*, 19(1), 87-96.
doi: 10.1016/S0743-0167(02)00051-7
- Renting, H., Rossing, W. A. H., Groot, J. C. J., Van der Ploeg, J. D., Laurent, C., Perraud, D., Stobbelaar, D. J., y M. K. Van Ittersum, (2009). Exploring multifunctional agriculture. A review of conceptual approaches and prospects for an integrative transitional framework. *Journal of Environmental Management*, 90(SUPPL. 2).
doi: 10.1016/j.jenvman.2008.11.014
- Rice, R. A. (2008). Agricultural intensification within agroforestry: The case of coffee and wood products. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 128(4), 212-218.
doi: 10.1016/j.agee.2008.06.007
- Rice, R. A. (2011). Fruits from shade trees in coffee: How important are they? *Agroforestry Systems*, 83(1), 41-49.
doi: 10.1007/s10457-011-9385-4
- Romero-Alvarado, Y. (2000). *Efecto del tipo de sombra sobre el rendimiento de café, nutrimentos del suelo y temperatura ambiental en Chiapas, México*. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur.
- Rosset, P. (2008). Food Sovereignty and the Contemporary Food Crisis. *Development*, 51, 460-463. <https://doi.org/10.1057/dev.2008.48>
- Siles, P., Vaast, P., Dreyer, E., y Harmand, J.-M. (2010). Rainfall partitioning into throughfall, stemflow and interception loss in a coffee (*Coffea arabica* L.) monoculture compared to an agroforestry system with Inga densiflora. *Journal of Hydrology*, 395(1-2), 39-48.
doi: 10.1016/j.jhydrol.2010.10.005
- Sinisterra, R. M., Gallego-Ropero, M. C., y Armbrrecht, I. (2016). Hormigas asociadas a nectarios extraflorales de árboles de dos especies de Inga en cafetales de Cauca, Colombia. *Acta Agronomica*, 65(1), 9-15.
doi: 10.15446/acag.v65n1.47167
- Solis-Montero, L., Flores-Palacios, A., y Cruz-Angón, A. (2005). Shade-coffee plantations as refuges for tropical wild orchids in Central Veracruz, Mexico. *Conservation Biology*, 19(3), 908-916.
doi: 10.1111/j.1523-1739.2005.00482.x
- Soto-Pinto, L., Perfecto, I., Castillo-Hernandez, J., y Caballero-Nieto, J. (2000). Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal Zone of the state of Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 80(1-2), 61-69.
doi: 10.1016/S0167-8809(00)00134-1
- Soto-Pinto, L., Villalvazo-López, V., Jiménez-Ferrer, G., Ramírez-Marcial, N., Montoya, G., y Sinclair, F. L. (2007). The role of local knowledge in determining shade composition of multistrata coffee systems in Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 16(2), 419-436.
doi: 10.1007/s10531-005-5436-3
- Soto-Pinto, L., Anzueto, M., Mendoza, J., Ferrer, G. J., y de Jong, B. (2010). Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems*, 78(1), 39-51.
doi: 10.1007/s10457-009-9247-5
- Soto-Pinto, L., y Aguirre-Dávila, C. M. (2015). Carbon Stocks in Organic Coffee Systems in Chiapas, Mexico. *Journal of Agricultural Science*, 7(1), 117-128.
doi: 10.5539/jas.v7n1p117
- Toledo, V. M., y Moguel, P. (2012). Coffee and Sustainability: The Multiple Values of Traditional Shaded Coffee. *Journal of Sustainable Agriculture*, 36(3), 353-377.
doi: 10.1080/10440046.2011.583719
- Tscharntke T., Clough, Y., Bhagwat, S. A., Buchori, D., Faust, H., Hertel, D., Holscher, D., Juhrbandt, J., Kessler, M., Perfecto, I., Scherber, C., Schroth, G., Veldkamp, E., y Wanger, T. (2011). Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes - A review. *Journal of Applied Ecology*, 48, 619-629.
doi: 10.1111/j.1365-2664.2010.01939.x
- Tucker, C. M., Eakin, H., y Castellanos, E. J. (2010). Perceptions of risk and adaptation: Coffee producers, market shocks, and extreme weather in Central America and Mexico. *Global Environmental Change*, 20(1), 23-32.
doi: 10.1016/j.gloenvcha.2009.07.006
- Vaast, P., Bertrand, B., Perriot, J., Guyot, B., y Génard, M. (2006). Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(2), 197-204.
doi: 10.1002/jsfa.2338
- Valencia, V., Garcia-Barríos, L., West, P., Sterling, E. J., y Naeem, S. (2014). The role of coffee agroforestry in the conservation of tree diversity and community composition of native forests in a Biosphere Reserve. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 189, 154-163.
doi: 10.1016/j.agee.2014.03.024

- Valencia, A., Morales, A. Y., Moncada, M. del P., Cortina, H. A., y Herrera, J. C. (2017). Introgression of the SH3 gene resistant to rust (*Hemileia vastatrix*) in improved lines of CASTILLO variety (*Coffea arabica* L.). *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 9(8), 130-138. doi: 10.5897/JPBCS2017.0664
- Vandermeer, J., Perfecto, I., y Liere, H. (2009). Evidence for hyperparasitism of coffee rust. *Plant Pathology*, 58, 636-641. doi: 10.1111/j.1365-3059.2009.02067.x
- Vandermeer, J., Perfecto, I., y Philpott, S. (2010). Ecological Complexity and Pest Control in Organic Coffee Production: Uncovering an Autonomous Ecosystem Service. *BioScience*, 60(7), 527-537. doi: 10.1525/bio.2010.60.7.8
- Vergara, C. H., y Badano, E. I. (2009). Pollinator diversity increases fruit production in Mexican coffee plantations: The importance of rustic management systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129(1-3), 117-123 , doi: 10.1016/j.agee.2008.08.001
- Wilson, G. A. (2008). From “weak” to “strong” multifunctionality: Conceptualising farm-level multifunctional transitional pathways. *Journal of Rural Studies*, 24(3), 367-383. doi: 10.1016/j.jrurstud.2007.12.010
- Wilson, G. A. (2009). Post-Productivist and Multifunctional Agriculture. En K. Rob y T. Nigel (eds.). *International Encyclopedia of Human Geography*. (pp. 379-386). Oxford: Elsevier. doi: 10.1016/B978-008044910-4.00895-6

1.6 Etnoagroforestería y cacao en la región del Soconusco en el pasado y el presente

Janine Gasco¹

Correo de correspondencia: jgasco@csudh.edu

Resumen

El objetivo de este capítulo es revisar lo que se conoce sobre la agroforestería tradicional a largo plazo en la región del Soconusco de Chiapas, México, desde la era precolombina hasta hoy, con un enfoque en el cacao. Utilizando datos arqueológicos, históricos y etnográficos es posible identificar los cambios y las continuidades en los sistemas de subsistencia y el manejo de los recursos de la región. Los recursos primarios del Soconusco siempre han sido plantas, y aquí examino cómo las cambiantes condiciones políticas y económicas, los patrones demográficos y la introducción de nuevas plantas y tecnologías han resultado en cambios en las plantas cultivadas y cómo se manejan. A pesar de los cambios, es posible ver ciertas continuidades en las prácticas de los pequeños productores en el Soconusco en términos de subsistencia y los métodos utilizados para sostener su ambiente forestal desde el periodo precolombino hasta el presente. Un punto importante de este estudio es señalar que existe una cierta urgencia para identificar estas prácticas y evaluar su sostenibilidad debido a los dramáticos cambios que se están produciendo actualmente en la región, incluido el cambio climático que amenaza la seguridad alimentaria. Es más importante que nunca que aprendamos de los agricultores

¹ California State University Dominguez Hills

cuáles de sus prácticas de producción de alimentos, muchas desarrolladas durante cientos o miles de años, son sostenibles.

Palabras clave: agroforestería tradicional, etnoecología, Mesoamérica, Chiapas, agroforestería histórica

Abstract

The purpose of this chapter is to review what is known about long-term traditional agroforestry in the Soconusco region of Chiapas, Mexico, from the Precolumbian era until today, with a focus on cacao. Using archaeological, historical, and ethnographical data it is possible to identify change and continuity in subsistence systems and the management of the region's resources. The primary resources of the Soconusco have always been plants, and here I examine how changing political and economic conditions, demographic patterns and the introduction of new plants and technologies have led to changes in plant resources and how they are managed. In spite of many changes, it is possible to see certain continuities in the practices of small-scale producers in the Soconusco in terms of subsistence and methods used to sustain their forest environment from Precolumbian times to the present. A major point of this study is to note that there is a certain urgency to identify these practices and evaluate their sustainability due to the dramatic changes currently taking place in the region, including climate change that threatens food security. It is more important than ever that we learn from farmers which of their food production practices, many developed over hundreds or thousands of years, are sustainable.

Key words: traditional agroforestry, ethnoecology, Mesoamerica, Chiapas, historic agroforestry

Introducción

En la región del Soconusco, Chiapas, México (Figura 1),² la población ha subsistido durante milenios utilizando prácticas asociadas con la agroforestería tradicional (ver Gasco, 2006a, 2008, 2012 y 2018). La región, que históricamente era muy boscosa, ha experimentado un nivel considerable de deforestación en las últimas décadas (Castillo y Gasco, 2018; Richter, 2000; Hernández, 2004). Sin embargo, muchas familias campesinas continúan con prácticas tradicionales que incluyen manejo de bosques, huertos familiares y agricultura de roza, tumba y quema. Desafortunadamente se ha realizado poca investigación sobre estas prácticas en contraste con las regiones mayas vecinas mejor comprendidas (ver Atran et al. 1993; Fedick, Allen y Gómez-Pompa, 2003; Moreno-Calles,

² Hoy en día, los municipios del Soconusco son (de noroeste al sureste): Mapastepec, Acacoyagua, Escuintla, Acapetahua, Villa Comaltitlán, Huixtla, Tuzantán, Huehuetán, Mazatán, Tapachula, Tuxtla Chico, Cacahoatán, Metapa, Unión Juárez, Frontera Hidalgo y Suchiate. Los últimos tres se establecieron en el siglo XIX cuando la frontera entre México y Guatemala fue decidida. Los demás tienen su origen en las épocas prehispánica o colonial.

Toledo y Casas, 2013). En este capítulo reviso lo que actualmente entendemos sobre la agroforestería tradicional o etnoagroforestería en el Soconusco desde los tiempos precolombinos hasta el presente con un énfasis particular en el cacao. Esta investigación utiliza datos arqueológicos, históricos y etnográficos.

Las investigaciones relacionadas con la agroforestería que se han llevado a cabo en el Soconusco se han centrado, en gran parte, en el cultivo del cacao, debido a su importancia histórica. Dicho cultivo es un componente clave del sistema agroforestal de la región puesto que ha desempeñado un papel importante en la economía y el medio ambiente en el pasado, y la promoción de la expansión de la producción de cacao en la región podría proporcionar hoy y en el futuro beneficios económicos y ambientales.

Los datos presentados aquí son, en gran parte, una derivación de mi investigación a largo plazo que se ha centrado en los aspectos económicos del cultivo del cacao en la región del Soconusco desde los tiempos precolombinos hasta nuestros días (Gasco, 1987, 1996, 2006a, 2016b y 2017), y mis intereses más amplios que exploran las prácticas a largo plazo del uso de la tierra en la región, específicamente las prácticas agroforestales tradicionales (Gasco, 2006b, 2008, 2012 y 2018). Mi propio enfoque ha sido influenciado por los estudios de agroforestería tradicional, la ecología histórica y la etnoecología (por ejemplo, Altieri y Toledo, 2011; Balée, 2006; Crumley, 1994; Gragson y Blount, 1999; Nair, 1998; Nazarea, 1999), y me siento particularmente atraída a la perspectiva de la etnoagroforestería (Moreno-Calles et al. 2013, 2016a y 2016b). Si bien la producción de café a gran escala en el Soconusco puede incluirse en el concepto más amplio de agroforestería, la perspectiva en la que se centra este capítulo y los datos aquí examinados están estrechamente alineados con las perspectivas y metas de la etnoagroforestería, y cómo los sistemas agroforestales “integran la diversidad agrícola, forestal y cultural” (Moreno-Calles et al. 2016b, 15).

El Soconusco tiene desde hace mucho tiempo reputación de producir cacao de alta calidad. A partir de los restos de cacao identificados en una vasija de cerámica encontrada en el sitio de Paso de la Amada (cerca de la actual Mazatán), el cacao puede haber sido cultivado en la región desde 1900 a. C. (Powis et al. 2011). Más de 3 000 años más tarde, la región de Soconusco fue conquistada por el imperio azteca, y las demandas por el cacao de Soconusco pudieron haber sido una razón subyacente para esta conquista. Posteriormente, los pueblos conquistados del Soconusco pagaban en tributo entre cinco y diez toneladas de cacao cada año a los aztecas (Gasco y Voorhies, 1991; Gasco, 2017). En la época colonial la población indígena del Soconusco rindió tributo al rey de España con su cacao hasta mediados del siglo XVIII, y el cacao del Soconusco era el preferido por la familia real (Gasco, 1991a y 2016a). En el siglo XIX el cacao del Soconusco era considerado de la más alta calidad, pero a finales de ese siglo había desaparecido casi por completo del mercado internacional. Según datos de 2015, el Soconusco produce menos del 20% del cacao producido en México, y menos del 1% del cacao producido en todo el mundo proviene de México (ICCO, 2017; SIAP, 2015). Esto es tristemente irónico

porque es ampliamente aceptado que el cultivo a gran escala de cacao comenzó en México hace casi 4 000 años, y varias regiones dentro de México son ideales para su cultivo (por ejemplo, Soconusco y Tabasco). La disminución de la industria del cacao en el Soconusco y en México es una oportunidad perdida porque los cultivos de cacao bajo sombra son cada vez más vistos como sistemas agroforestales que tienen el potencial de aumentar la biodiversidad y proveer beneficios económicos (McNeely y Schroth, 2006; Rice y Greenberg, 2000).

En el Soconusco el cacao se ha cultivado en bosques manejados o agrobosques. Este tipo de bosques son un componente de los sistemas agroforestales tradicionales que, al igual que en otras partes del mundo, también han incluido la agricultura de roza, tumba y quema, y los huertos familiares (véase Alcorn, 1990; Farrell y Altieri, 1995; Ford y Nigh, 2015; Gómez-Pompa y Kaus, 1990; Levasseur y Olivier, 2000; Peters, 2000). Pasaré ahora a una revisión de lo que sabemos acerca de las prácticas agroforestales tradicionales y el cultivo del cacao en el Soconusco precolombino, colonial, poscolonial y contemporáneo.

Soconusco precolombino

Los datos arqueológicos y documentales proporcionan una extensa documentación de que el cacao era un producto clave de la región de Soconusco en el periodo Posclásico Tardío (aproximadamente 1200-1521), y muy probablemente mucho antes, como se mencionó anteriormente. Sabemos que las demandas de cacao fueron aumentando a lo largo del Posclásico Tardío como parte de la expansión del comercio de larga distancia (véase Smith y Berdan, 2003). Restos de cacao se han encontrado en vasijas de cerámica en el norte de México y en el sudoeste de Estados Unidos que datan del año 1100 o quizás antes (Washburn, Washburn y Shipkova, 2011): el cacao estaba disponible en muchos mercados en el momento de la invasión española (Smith, 2001). El aumento de la frecuencia de los bienes importados en los hogares de Soconusco en el Posclásico Tardío es una evidencia indirecta de que los comerciantes de larga distancia estaban activos en la región, presumiblemente atraídos por su cacao (Gasco 2003, 2017; Voorhies y Gasco, 2004).

El registro arqueológico y documental proporciona información adicional que nos permite entender el cultivo del cacao en el contexto de un sistema agroforestal regional en el Soconusco del Posclásico Tardío. La expansión imperial azteca a mediados del siglo XV fue estratégica, y las dificultades por conquistar el distante Soconusco quizá fueron causadas, en parte, por una amenaza percibida por los k'iche. Sin embargo, tomando en cuenta el tributo, la conquista parece haber sido motivada también por un deseo de productos forestales tropicales fácilmente disponibles en el Soconusco. El tributo del Soconusco a los aztecas incluía no solo el cacao, sino también otros productos forestales tropicales como plumas de aves tropicales de colores brillantes y pieles de jaguar, productos que eran

altamente deseados pero inaccesibles en el altiplano mexicano (Castillo Ferreras, 1974). Cualesquiera que sean las motivaciones para la conquista azteca de la región del Soconusco, es notable que la mayor parte del tributo consistía en recursos forestales de la región.

No tenemos ninguna evidencia directa sobre otros dos componentes comunes de los sistemas agroforestales tradicionales –la agricultura de roza, tumba y quema o los huertos caseros– durante el periodo precolombino. Sin embargo, parece muy improbable que los residentes locales no cultivaran plantas de subsistencia en los espacios alrededor de sus casas usando un sistema de roza, tumba y quema. Por ahora, sin embargo, no podemos decir definitivamente que este era el caso.

Soconusco, época colonial

Bajo el dominio colonial español, el cacao del Soconusco se convirtió en un producto internacional. Sin embargo, su producción disminuyó debido a las tasas extremadamente altas de despoblación de la población indígena mixe-zoque de la región. En los primeros 100 años del periodo colonial, la población cayó más del 90% y los funcionarios coloniales promovieron la inmigración a la región de trabajadores de regiones vecinas (Gasco, 1989). Quizás debido al ambiente cálido y húmedo de la región y a la percepción de que el área era poco saludable, durante la mayor parte del periodo colonial pocos españoles eligieron vivir en el Soconusco. Desde 1541 todo el Soconusco era una encomienda de la Corona (Gerhard, 1993) y el cultivo del cacao permaneció en gran parte en manos de la población nativa (Gasco, 1996 y 2006a).

Las descripciones coloniales del Soconusco se centran típicamente en los bosques densos que caracterizaron a la región (Gasco, 1991a). De hecho, es casi seguro que en el periodo colonial hubo regeneración forestal en el Soconusco debido a la alta pérdida de población y a una baja densidad de población que nunca se elevó por encima de dos personas por km² hasta mediados del siglo XIX (Gasco, 2012). La ausencia de grandes empresas españolas y el hecho de que la economía del Soconusco se mantuviera fuertemente enfocada en el cultivo del cacao y otros cultivos forestales, como la vainilla y el achiote, también contribuyeron a la preservación y expansión de los bosques de la región. Hasta mediados del siglo XVIII, la población indígena de Soconusco rindió homenaje a la Corona con cacao, maíz y pollos, una combinación de productos que se habrían producido en parcelas forestales (cacao), milpas (maíz) y presumiblemente huertos familiares (pollos). Los residentes indígenas del Soconusco incorporaron nuevas plantas (plátanos, árboles cítricos) y animales (cerdos, pollos, cabras) en sus bosques gestionados, parcelas de milpa y huertos familiares. Sin embargo, aparte de adoptar nuevas herramientas de metal, hay poca evidencia sobre el uso nuevas tecnologías.

Tenemos una vista de la vida colonial temprana en un pequeño pueblo de Soconusco en un documento de 1582 del pueblo de Guilosingo (Gasco, 1990). En Guilosingo,

un pueblo de 15 tributarios que vivían en 12 hogares, 15 individuos o familias poseían árboles de cacao que variaban de 200 a 3 200 árboles por persona o familia. Los testimonios revelan que además del cacao, la gente cultivó y pagó tributo en maíz. Asimismo, notaron que comían plátanos, zapotes y camotes, y que consumían peces de los ríos.

Una serie de padrones para la población tributaria de Soconusco de 13 pueblos, enumera cuáles tributarios tenían huertos de cacao a principios del siglo XVIII (Gasco, 1996). De los 297 tributarios listados, el 83% tenía un huerto de cacao.

Al final del periodo colonial, una encuesta agrícola de toda la Provincia del Soconusco proporciona información adicional sobre las prácticas agroforestales y el cultivo del cacao (véase Gasco, 1996 y 2012). Un funcionario colonial visitó casi 800 de lo que él llamó “haciendas”, pero en realidad estaba visitando parcelas forestales manejadas por los pueblos indígenas (“naturales”) de la región, así como un grupo de laboríos en una comunidad y un grupo de mulatos en otra. Los cultivos de estas parcelas forestales fueron cacao, achote, vainilla y café. Mientras que la investigación sobre los orígenes de la industria cafetera en Soconusco generalmente dan crédito a los inmigrantes de fuera del Soconusco por introducir el café en la región en la segunda mitad del siglo XIX (Benjamin, 1989; Spenser, 1984), los primeros productores de café en Soconusco fueron, de hecho, agricultores indígenas que lo habían incorporado en sus parcelas forestales junto a importantes plantas nativas. Aún no está claro cómo estos agricultores adquirieron este café tan temprano, pero puede haber llegado a la región de Guatemala, donde un informe de 1768 afirma que los miembros de la orden jesuita estaban cultivando plantas de café en los jardines de su monasterio en lo que hoy es Antigua, plantas que presumiblemente fueron traídas a Guatemala desde Cuba o Jamaica (Wagner, 2001).

Al final del periodo colonial, la mayoría de la población de Soconusco seguía siendo clasificada como indígena y pagaba tributo como tal, pero muchos de estos individuos habían emigrado a la región desde otro lugar (Gasco, 1991b, 2006c y 2016b). La población estaba en proceso de recuperación, y una creciente proporción de los residentes de la región fueron clasificados como no indígenas, incluyendo las clasificaciones de ladino, laborío, naborío, y hubo una pequeña pero ascendente población de españoles.

Con respecto a la agroforestería, al final del periodo colonial la región del Soconusco puede ser caracterizada como un mosaico de bosques manejados y milpas presumiblemente basadas en un sistema de roza, tumba y quema. De las investigaciones arqueológicas en un pueblo colonial abandonado, el patrón de asentamiento indica que las casas estaban separadas entre 30 y 50 metros o más, bastante similar a los asentamientos contemporáneos en las zonas rurales. Hoy en día este espacio entre los hogares se suele utilizar para huertos caseros y parece razonable sugerir que esto también fue el caso en el periodo colonial.

Soconusco, periodo poscolonial hasta mediados del siglo XX

Después de casi dos décadas de independencia política cuando, entre 1824 y 1842, el Soconusco se negó a unirse a México o a la Unión Centroamericana (Benjamin, 1989). La región fue anexionada a México como parte del estado de Chiapas. Las disputas fronterizas con Guatemala continuaron hasta 1880. Informes del Soconusco a mediados de 1840 describen un medio ambiente natural poco cambiado desde el periodo colonial. Larrainzar (1843) señaló que el cacao del Soconusco continuó siendo uno de los principales productos de esa región y fue “el mayor y mas estimado en América y Europa” (1843). Larrainzar también describe cómo los árboles del cacao crecen en el bosque sombreado por árboles como plátanos, zumpantles, y aguacates, se cultivan en la sombra que es la más apropiada para su desarrollo.

Otro informe de mediados del siglo XIX señaló que no había producción comercial de frutas y verduras en Soconusco, sino que las personas cultivaban sus propias frutas y verduras en lotes privados para su propio consumo o en campos fuera de la ciudad. Incluso los ricos adquirieron sus frutas y verduras de la producción en sus propios bienes (huertos caseros y milpas) (Ortiz Hernández, 1985).

Alrededor de la misma época, un estudio geográfico del Soconusco señaló que el cacao seguía produciéndose en 11 de las 14 localidades registradas.³ Achiote, vainilla, algodón, azúcar y pita (*Aechmea magdalenae*) para hacer cuerda fueron producidos en un número menor de pueblos. Solamente en Mapastepec, el pueblo más al noroeste de la zona, está mencionado el ganado (Pineda 1999 [1845]; Gasco, 2012).

A mediados del siglo XIX, la evidencia sugiere que la población de Soconusco continuó con las prácticas de uso de la tierra que tenían una larga historia en la región: la agricultura de roza, tumba y quema, los huertos caseros y los bosques manejados, pero todo esto cambió a partir de 1870, con el establecimiento y expansión de la industria del café comercial a gran escala. Este periodo coincide con las políticas cambiantes de la tierra, es decir, los esfuerzos para privatizar la tierra a través de la venta de terrenos baldíos. En el Soconusco, en 1890 aun había abundantes tierras vacías; la densidad de población era de alrededor de 5.5 habitantes por km², pero la mayoría de la población vivía en la llanura costera o la falda de la Sierra Madre por debajo de una elevación de 100 msnm. La industria del café se concentró en gran medida en las zonas más altas de la Sierra Madre, principalmente por encima de 400 m (Baumann, 1983; Helbig, 1964).

3 Los pueblos donde había cacao: Tapachula, Tuxtla Chico, Huehuetán, Mazatán, Tuzantán, Huixtla, Pueblo Nuevo Comaltitlan, Escuintla, Tizapa, Acacoyagua, y Acapetahua. Los pueblos donde no tenían cacao: Ayutla (hoy Tecún Umán, Guatemala), Metapa, Mapastepec.

Es probable que los residentes de los pueblos que se encontraban por debajo de la zona de café hayan utilizado durante mucho tiempo los bosques de altura para cazar y quizás adquirir otros recursos. Sin embargo, el establecimiento de las fincas de café no afectó directamente a las prácticas agroforestales tradicionales para la mayoría de los agricultores de Soconusco que vivían por debajo de dicha zona de café. Ellos siguieron trabajando en sus parcelas agrícolas y bosques manejados. Es importante notar que el cacao, el producto más importante en el Soconusco durante mucho tiempo, no estuvo normalmente cultivado a las alturas de la zona de café.

Durante la realización de los trabajos de archivo para tratar de comprender mejor los cambios en las prácticas de uso de la tierra que se estaban llevando a cabo durante estos años, encontré datos originales sin procesar para el censo de 1910.⁴ Mientras que en el censo publicado se condensan las cifras regionales, las observaciones escritas de las autoridades locales o regionales proporcionan muchos detalles sobre la producción agrícola, entre otras cosas, al café como uno de muchos otros cultivos.

La mayor parte de la investigación histórica de finales del siglo XIX y principios del XX en Soconusco se centra casi exclusivamente en la industria del café, pero estos datos proporcionaron información sobre la vida de la gran mayoría de la población de la región que se mantuvo viviendo con base en la pequeña producción. Mientras que el café se convirtió en el cultivo de exportación dominante, eso no significó necesariamente que la vida de todos los residentes de Soconusco estaba basada en éste.

Las listas de producción incluyen muchas frutas y verduras, así como árboles utilizados para la construcción y muebles (ver Gasco, 2012). Todos los árboles son nativos, y la gran mayoría de las frutas y verduras también lo son –algunos se habrían cultivado en los bosques y otros en pleno sol–. Los árboles introducidos incluyen los documentados desde el periodo colonial temprano, tales como plátanos y cítricos; y otros, como cocos, mangos y tamarindo se notan aquí por primera vez, hasta donde yo sé. La producción de azúcar (aguardiente, piloncillo) y productos lácteos (mantequilla, queso y leche) también aparecen por primera vez como productos comerciales. Notable es la muy baja producción registrada de cacao. Solo se reportan 3 950 kg, aunque no está claro si esto representa toda la producción o solo la producción comercial. Recordemos que los residentes de Soconusco pagaron por lo menos cinco toneladas de cacao en tributo a los aztecas, cifra que no refleja la producción total y que sin duda fue mucho mayor.

Tenemos la impresión de que mucho había cambiado en el Soconusco desde mediados del siglo XIX cuando los informes afirman que prácticamente no había producción comercial de frutas o verduras. Sin embargo, los tipos de frutas y hortalizas producidas a principios del siglo XX fueron principalmente plantas nativas que habían sido cultivadas en la región durante mucho tiempo. De las 41 frutas identificadas, alrededor de 75% eran nativas, incluso varias especies de los géneros *Annona* (chirimoya, guanábana, papaua)

4 Archivo Histórico de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Fondo Secretaría General de Bovierno, Estadística, Tomos IX-XII.

e *Inga* (cuajinacuil, machetón, caspirol) y otros como aguacate, mamey, chicozapote, guayaba, nance, piña, papaya, marañón, pitahaya, y pataste (ver Gasco, 2012). El café, que siguió siendo cultivado por pequeños productores, como había sido el caso desde principios del siglo XX, también se producía en grandes fincas, principalmente por inmigrantes de la región, ya fueran mexicanos o extranjeros. Pero la producción a gran escala de café, que usaba un cultivo de sombra, tuvo lugar en elevaciones que estaban muy por encima de aquellas donde vivía la gran mayoría de la población del Soconusco. Parece que en estas elevaciones más bajas, los sistemas agroforestales tradicionales continuaron sin disminuir.

Después de la Revolución mexicana, la reforma agraria llegó de una manera muy lenta al Soconusco (Nolan-Ferrell, 2010). Finalmente, se establecieron ejidos en toda la región, algunos de elevaciones más altas se concentraron en el cultivo del café, pero los ejidatarios en las elevaciones más bajas eran típicamente agricultores de subsistencia que seguían dependiendo de las prácticas agroforestales tradicionales, y todavía cultivaban cacao. Los años tumultuosos de finales del siglo XIX y principios del XX fueron testigos de cambios importantes en la economía del Soconusco. Partes significativas del paisaje continuaron siendo fuertemente boscosas, de las fincas de café a las tierras controladas por los agricultores de subsistencia. En la llanura costera inferior, la agricultura de plantación también había comenzado en algunos lugares donde el banano y el caucho se cultivaban a gran escala (Henderson, 1993; Seargeant, 1952). Esto comenzó una tendencia que se aceleró significativamente en la segunda mitad del siglo XX y continúa hoy (Richter, 2000; Villafuerte Solís, 1992).

Soconusco, mediados del siglo XX hasta principios del siglo XXI

Muchos de los problemas que enfrentan los pequeños agricultores en Soconusco hoy son el resultado de políticas y prácticas que se establecieron e impusieron desde mediados del siglo XX. El desarrollo agrícola y los esfuerzos bien intencionados para aumentar la producción de alimentos (por ejemplo, las políticas asociadas con la Revolución Verde) condujeron a la promoción de la agricultura industrializada que incluyó la adopción de insumos químicos como fertilizantes, pesticidas y herbicidas (Hewitt de Alcántara, 1976; Sanderson, 1986). En el Soconusco, la producción mecanizada y a gran escala de monocultivos (por ejemplo algodón, soya, plátanos, mangos), dependiente de los insumos químicos, se convirtió en la norma, particularmente en la llanura costera inferior (Villafuerte Solís, 1992).

Posteriormente, con el advenimiento de las reformas neoliberales y la adopción en los años noventa del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, se han desmantelado

políticas previas en México que promovían la autosuficiencia alimentaria, como los apoyos de precios y subsidios de crédito para los agricultores (Barkin y Suárez, 1985; Nadal y Wise, 2004). Uno de los resultados de estas políticas para los pequeños agricultores en el Soconusco ha sido la disminución de los precios de maíz (véase Fitting, 2011). Estos cambios también han llevado a prácticas de agroforestería insostenibles que incluyen la sustitución de tierras de milpa por pastizales para ganado, un factor importante en la deforestación (Klepeis y Vance, 2003). Aunque había ganado en pequeña escala en el Soconusco desde la época colonial, la escala creció mucho a partir de mediados del siglo XX (Villafuerte, García y Meza, 1997).

El Soconusco ha experimentado una grave degradación ambiental en las últimas décadas. En muchas partes de la región los suelos, los ríos y el aire están contaminados. La deforestación contribuye a la erosión de los suelos y ha desempeñado un papel en las devastadoras inundaciones y deslizamientos de tierra que acompañaron severas tormentas en 1998 y 2005 (Castillo y Gasco, 2018; Richter, 2000).

Al mismo tiempo que se estaban produciendo estos cambios económicos y tecnológicos, un segundo factor que ha tenido un impacto en las prácticas agroforestales locales fue el tremendo aumento de la población. Como se señaló anteriormente, la población no subió por encima de 2 personas por km² durante el periodo colonial. En 1950 la densidad de población regional había aumentado a 32 personas por km², y en 2010 había 137 personas por km². Sin embargo, estas cifras contemplan toda la región y enmascaran las diferencias importantes que existen entre los diferentes municipios: la densidad de población varía entre menos de 75/km² en ocho municipios y entre más de 200/km² en cuatro municipios (Gasco, 2018). El crecimiento de la población junto con las políticas económicas mencionadas arriba, así como la privatización de los ejidos, ha dejado a muchos residentes sin acceso a la tierra. Estos cambios han contribuido a un fuerte aumento de la emigración, ya que los residentes del Soconusco, incapaces de sostener a sus familias, han salido a trabajar en otras partes de México o migrado a los Estados Unidos (ver Fernández-Kelly y Massey, 2007). La emigración ha contribuido a cambios negativos en la organización socioeconómica familiar y comunitaria ya que un número importante de jóvenes sale de sus comunidades para encontrar trabajo, dejando a los niños pequeños a cargo de otros miembros de la familia.

Muchos de estos cambios tuvieron el mayor impacto inicial en la llanura costera inferior, pero tuvieron menos impacto en las elevaciones más altas de la llanura costera, y muchas familias rurales seguían dependiendo de las prácticas agroforestales tradicionales.

Actualmente tanto los gobiernos federal como los estatales están promoviendo agresivamente el cultivo a gran escala de la palma africana (*Elaeis guinnensis*) en los trópicos húmedos del sur de México, particularmente en Soconusco (así como en el norte de Chiapas y la Selva Lacandona) (Castellanos-Navarrete y Jansen, 2015; Fletes

Ocón et al. 2013; García Aguirre, 2013). En 2015, 43 468 ha en Chiapas fueron plantadas con palma africana, con la región de Soconusco representando el 65% de esta área. Chiapas produce el 67% de toda la palma africana en México (SIAP, 2016). Existe una preocupación de que el monocultivo a gran escala de agrocombustibles pueda ser desastroso para los pequeños y medianos agricultores, para la biodiversidad y el medio ambiente, y para los consumidores, pues probablemente “desplazará a decenas de miles de agricultores, reducirá la seguridad alimentaria en muchos países y acelerará la deforestación y profundizará la huella ecológica del modelo de agricultura industrial” (Altieri, 2009: 236). La degradación ambiental causada por la palma africana ha sido bien documentada (ver Vijay et al. 2016). En el Soconusco (y en otras zonas del trópico húmedo del sur de México) el monocultivo de palma africana amenaza los sistemas agroforestales tradicionales y es probable que sea un desastre ecológico.

La magnitud de estos cambios me llevó a ampliar mi propio programa de investigación desde un enfoque en la investigación arqueológica y etnohistórica para ahora incluir datos etnográficos. En un primer paso, me interesó particularmente documentar los diversos elementos del sistema agroforestal, en general, que todavía domina en la vida de muchos residentes rurales de Soconusco hoy, porque existe una posibilidad real de que gran parte del conocimiento sobre el que se basa este sistema desaparezca en el futuro cercano. Aquí resumo la investigación realizada en los últimos años (para más detalles ver Gasco, 2008 y 2018; Alexander, Gasco y Zeitlin, 2018; Castillo y Gasco, 2018).

Prácticas agroforestales contemporáneas en el Soconusco

Como se ha señalado anteriormente, grandes partes de la llanura costera inferior del Soconusco han sido casi totalmente deforestadas y están dedicadas a grandes plantaciones dedicadas a un solo producto (por ejemplo, plátanos, mangos y cada vez más palma africana). El café continúa dominando las elevaciones superiores de la región, especialmente las áreas sobre 400 msnm. Sin embargo, gran parte de la región del Soconusco que se encuentra entre la llanura costera inferior y el cinturón de café aún conserva un carácter rural. Mientras que más de la cuarta parte de los residentes del Soconusco viven en Tapachula, la mayoría de la población de toda la región (52%) vive en comunidades de menos de 5 000 personas y de las 2 616 localidades de la región, solo 16 tienen poblaciones superiores a 5 000 personas (INEGI, 2010). Más del 40% de la fuerza de trabajo en 10 de los 16 municipios de la región trabaja en agricultura, con excepción de Tapachula y Huixtla, así como cuatro municipios en las inmediaciones de Tapachula (INEGI, 2010). El enfoque aquí es sobre las áreas del Soconusco que siguen siendo en gran parte rurales en un esfuerzo por identificar las prácticas de agroforestería de hoy.

Bosques manejados / agrobosques y cacao

El manejo de bosques en Soconusco hoy incluye el cultivo de cacao en parcelas forestales, el cual es cada vez más considerado como un importante sistema agroforestal que puede mejorar la biodiversidad y proporcionar beneficios económicos a los pequeños productores. Rice y Greenberg (2000) y otros han identificado diferentes sistemas de manejo de sombra para el cacao que van desde sistemas “rústicos” de bajo ingreso en un extremo del continuo, sistemas de sombra sembrada en el medio del continuo, hasta sistemas “tecnificados” sin sombra en el otro extremo del continuo. Los sistemas rústicos implican la siembra de cacao bajo un bosque secundario, primario o antiguo. Los sistemas de sombra plantada varían ampliamente, desde los sistemas policultivos que utilizan una variedad de árboles de sombra plantados, incluyendo especies frutales, así como especies forestales remanentes, y sistemas más especializados que utilizan un pequeño número de especies arbóreas. Los sistemas tecnificados sin sombra implican bosques con muy baja densidad de árboles y cultivo de cacao sin sombra.

No es sorprendente que la investigación haya revelado que estos diferentes sistemas de manejo de la sombra están asociados con niveles muy diferentes de biodiversidad y sostenibilidad. Los sistemas rústicos crean un ambiente forestal fuertemente modificado, que cambia tanto el sotobosque como el dosel forestal, aunque pueden apoyar niveles relativamente altos de diversidad biológica. Además, los sistemas rústicos que se encuentran cerca de bosques naturales apoyan una diversidad mucho mayor de organismos forestales que los sistemas rústicos que están más alejados de los bosques naturales. Los sistemas de sombra plantada que tienen la mayor diversidad de árboles de sombra tienden a promover una mayor biodiversidad que los sistemas de sombra plantada con menos especies presentes. Los sistemas tecnificados sin sombra se asocian con bajos niveles de biodiversidad (Rice y Greenberg, 2000).

Recientes investigaciones han documentado la diversidad de los bosques en más de 100 parcelas forestales de Soconusco, donde el cacao se cultiva en los municipios de Tapachula, Tuxtla Chico, Huehuetán y Tuzantán (Roa-Romero, Salgado-Mora y Alvarez-Herrera 2009; Salgado-Mora et al. 2007). Los resultados fueron muy similares en ambos estudios, y los autores concluyeron que “por su composición, estructura y diversidad, los sistemas de producción de cacao estudiados pueden ser considerados como favorables a la conservación de la diversidad” (Salgado-Mora et al. 2007, 767). Un tercer y mucho más pequeño estudio lo realizamos mis alumnos y yo en el municipio de Acacoyagua donde investigamos tres parcelas forestales en las que se cultivaba el cacao (Gasco, 2018). Nuestros resultados fueron similares a los estudios anteriores, aunque hemos registrado un número menor de especies de árboles, debido, sin duda, por nuestro reducido tamaño de muestra. Como en los estudios anteriores, encontramos una mezcla de árboles frutales, mejorada del suelo,

maderables, y una mezcla de especies comunes de la selva alta perennifolia. Sin embargo, una diferencia es que, en contraste con los estudios anteriores donde el mango y el mamey eran los árboles de sombra más comunes en estas parcelas, en Acacoyagua los árboles de sombra más comunes eran cedro (*Cedrela odorata*) y chiche (*Aspidosperma megalocarpum*). Esto puede ser un reflejo del hecho de que Acacoyagua es muy rural con una baja densidad de población y una cubierta forestal significativa de manera que las especies naturales son más comunes que los árboles frutales plantados. Pero claramente tenemos que tener muchos datos adicionales para llegar a esta conclusión.

Las estrategias de manejo de sombra observadas en el Soconusco claramente caen en el extremo de sombra plantado rústico/policultivo del continuo discutido anteriormente. En cuanto al cultivo del cacao, los datos disponibles indican que las prácticas locales asociadas con el cultivo del cacao promueven la biodiversidad y son sostenibles.

Los beneficios ecológicos y económicos del cultivo del cacao han sido bien documentados, como se discutió anteriormente. Hay algunas pruebas que sugieren que los organismos del gobierno (por ejemplo, el INIFAP, SAGARPA) y las ONG locales (por ejemplo, CASFA, véase CASFA, 2013 y CSPCN, 2016) están aumentando sus esfuerzos para promover y expandir el cultivo del cacao y controlar la crisis de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) que ha causado pérdidas significativas en la producción de cacao a través de las Américas (véanse Caballero-Pérez et al. 2016; Phillips-Mora et al. 2006; Solís-Bonilla et al. 2015).

Huertos familiares

Los huertos familiares ahora son reconocidos por las importantes contribuciones que pueden hacer a las economías domésticas y la nutrición y al mantenimiento de la biodiversidad. Los jardines domésticos son elementos importantes de los sistemas agroforestales porque, a diferencia de las parcelas agrícolas, exhiben altos niveles de diversidad vegetal y, en cierta medida, imitan una estructura forestal natural (Eyzaguirre y Linares, 2004; Lok, 1998; Peters, 2000).

Se analizaron doce hogares en el municipio de Acacoyagua y todos ellos exhiben altos niveles de diversidad de especies, así como otras características que hacen que los huertos no solo sean ecológicamente sostenibles, sino también importantes por razones económicas y de seguridad alimentaria (Gasco, 2008). 240 plantas fueron registradas en estos jardines con entre 28 y 93 plantas diferentes identificadas en cualquiera de los jardines. Aproximadamente el 30% de las plantas tenían dos o más usos, siendo el principal para alimento y la medicina el segundo más común.

La medida de diversidad de Shannon-Weiner se calculó para cada jardín para explorar la cuestión de la biodiversidad en los jardines. Los niveles de diversidad van

de 3.59 a 5.47. Estas cifras son bastante altas y son iguales o superan los índices de diversidad calculados en los huertos en otras partes del mundo. Una característica común de los huertos familiares en todo el mundo es que tienden a imitar el bosque natural. Todos los jardineros del Soconusco tenían uno o más de tres árboles de bosque natural comunes que son voluntarios (“nacieron solitos” según los dueños) en los jardines: cedro, laurel y roble. Seis de los jardines tenían los tres árboles. Sin embargo, las especies arbóreas más comunes son árboles frutales intencionalmente plantados, tanto nativos como introducidos (nativos: aguacate, cacao, guayaba, papaya; introducidos: mango, coco, naranja).

Esta investigación, aún pequeña, sugiere que los huertos caseros en el Soconusco exhiben altos niveles de diversidad de especies así como otros beneficios, incluyendo la seguridad alimentaria. Un estudio de huertos familiares en los municipios de Tuxtla Chico y Huehuetán identificó patrones similares (Isern, 2011). No conozco los esfuerzos de ninguna organización o institución que promueva huertos familiares en el Soconusco, aunque esta parece seguir siendo una práctica común en toda la región, especialmente entre las familias rurales.

La agricultura de roza, tumba y quema

La agricultura de roza, tumba y quema puede ser práctica y económica. También es ecológicamente sólida, siempre que haya un periodo de descanso adecuado y que se tenga cuidado de mantener el cultivo intercalado y las historias múltiples de las plantas (véase Moran, 2008; Soto Pinto y Anzueto Martínez, 2017; Wilken, 1987). A partir de la investigación sobre sistemas de roza, tumba y quema en otros lugares, sabemos que hay rasgos clave de estos sistemas que los hacen sostenibles (véase Moran, 2008: 283). En primer lugar, se salvan ciertos árboles durante el proceso de limpieza y quema. En segundo lugar, la quema, cuando se hace cuidadosamente, tiene beneficios positivos para el suelo, y mata o expulsa las plagas. En tercer lugar, se practica “*multicropping*”, con múltiples cultivos. Una característica final se centra en el periodo de descanso.

No conozco ningún estudio sistemático de la agricultura de roza, tumba y quema en el Soconusco, ni esfuerzos para promover las prácticas positivas asociadas con la esta sistema de agricultura. Durante entrevistas y visitas de campo a un agricultor del Soconusco en el municipio de Acacoyagua, nos informó que todas las características mencionadas anteriormente eran prácticas comunes en esta área (ver Alexander, Gasco y Zeitlin, 2018; Gasco, 2018, para detalles adicionales). Es evidente que aún queda mucho por hacer antes de llegar a conclusiones, pero estas observaciones preliminares sugieren que las prácticas de al menos algunos agricultores del Soconusco se ajustan a prácticas que se consideran sostenibles.

Discusión

En este capítulo he revisado las tendencias a largo plazo de las prácticas agroforestales tradicionales en la región del Soconusco. En esta región, la mayor parte de la evidencia arqueológica, histórica y etnográfica indica que los principales recursos siempre han sido recursos vegetales, aunque las cambiantes condiciones políticas y económicas, los patrones demográficos, la producción de recursos y la tecnología han resultado en cambios de tipos de plantas cultivadas y en las formas en que se maneja la producción vegetal. Sin embargo, hay hilos de continuidad en las prácticas de los pequeños agricultores del Soconusco en cuanto a sus formas de sobrevivir y sostener su medio ambiente forestal desde los tiempos precolombinos hasta el presente. Es importante decir que muchas de estas cuestiones deben analizarse mucho más ampliamente, y que hay una cierta urgencia para registrar estas prácticas debido a los dramáticos cambios que se están produciendo actualmente. Un punto de vista optimista es que a medida que se realizan más investigaciones sobre los sistemas agroforestales tradicionales y se evalúan los impactos de estos sistemas, tenemos la posibilidad de identificar y promover aquellas prácticas sostenibles, un proceso que puede mejorar las condiciones sociales y ambientales en el Soconusco. Más específicamente, debido a la imprevisibilidad que acompaña al proceso de cambio climático, existe una urgencia aún mayor para identificar prácticas sostenibles para la producción de alimentos: es más importante que nunca, que aprendamos de los agricultores sus sostenibles prácticas de producción de alimentos durante cientos o incluso miles de años. La etnoagroforestería, como campo que integra la comprensión de las prácticas culturales junto con una comprensión empírica de la producción sostenible, ofrece una oportunidad única de hacer una contribución positiva a este esfuerzo.

Agradecimientos

Agradezco a varias instituciones que han dado apoyo a los proyectos mencionados aquí. El Consejo de Arqueología, del Instituto Nacional de Antropología e Historia, dio permiso para las investigaciones arqueológicas en el Soconusco, con fondos de la National Science Foundation (BNS 78-07664, BNS 82-14029, BCS-0947787), National Geographic Society (#1932-78, 2257-80, 2534-82, 3689-87), la Wenner-Gren Foundation, la Foundation for the Advancement of Mesoamerican Studies, Inc., y el H. Johyn Heinz III Fund. El trabajo en el Archivo General de Centroamérica fue apoyado por un Fulbright Research Grant. La Universidad Estatal de California Dominguez Hills ha dado apoyo a los proyectos de archivos y etnográficos bajo el Center for Urban Environmental Research y varias becas de la Sally Casanova Scholarship and Creative Activities Awards Program (en 2002, 2004, 2007, 2009, 2012, y 2016). Finalmente, quisiera agradecer a mis alumnos –más de 70 de ellos tras los años– que me han ayudado mucho en los trabajos de campo.

Bibliografía

- Alcorn, J. B. (1990). Indigenous Agroforestry Strategies Meeting Farmers' Needs. En A. B. Anderson (ed.). *Alternatives to Deforestation: Steps Toward Sustainable Use of the Amazon Rainforest* (pp. 141-151). Nueva York: Columbia University Press.
- Alexander, R., Gasco, J. y Zeitlin, J. (2018). Agrarian Ecology and Historical Contingency in Landscape Change. En R. Alexander y S. Kepecs (eds.). *Colonial and Postcolonial Change in Mesoamerica: Archaeology as Historical Anthropology*. Albuquerque: University of New Mexico Press.
- Altieri, M. A. (2009). The Ecological Impacts of Large-Scale Agrofuel Monoculture Production Systems in the Americas. *Bulletin of Science Technology and Society*, 29, 236-244.
- Altieri, M. A., y Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies* 38(3), 587-612.
- Atran, S., Chase, A. F., Fedick, S. L., Knapp, G., McKillop, H., Marcus, J., Schwartz, N. B. y Webb, M. C. (1993). Itza Maya tropical agroforestry. *Current Anthropology*, 34(5), 633-700.
- Balée, W. (2006). The research program of historical ecology. *Annual Review of Anthropology*, 35, 75-98.
- Barkin, D., y Suárez, B. (1995). *El fin de la autosuficiencia alimentaria*. México: Centro de Ecodesarrollo, Ediciones Océano.
- Baumann, F. (1983). Terratenientes, campesinos y la expansión de la agricultura capitalista en Chiapas, 1896-1916. *Mesoamérica*, 5, 8-63.
- Benjamin, T. (1989). *A Rich Land, a Poor People: Politics and Society in Modern Chiapas*. Albuquerque: University of New Mexico Press.
- Caballero Perez, J. F., Avendaño-Arrazate, C. H., González-Ávila, N. A. y López-Escobar, S. (2016). Influencia del tipo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en las características del fermento y secado. *Agroproductividad*, 9(1), 48-54.
- CASFA (Centro Agroecológico San Francisco de Asis, C.A.). (2013). *Cacao Real del Soconusco*. Recuperado de: <http://www.redmayacasfa.org/2013/11/06/consulta-el-catalogo-de-cacao/>
- Castellanos-Navarrete, A. y Jansen, K. (2015). Oil Palm Expansion without Enclosure: Smallholders and Environmental Narratives. *Journal of Peasant Studies*, 42(3-4), 791-816.
- Castillo, M. y Gasco, J. (2018). Historical and Contemporary Forest Transitions in the Soconusco Region of Chiapas, Mexico. En R. Alexander (ed.). *Technology and Trade in Mesoamerica after the Spanish Invasion*, (pp. 409-428). Albuquerque: University of New Mexico Press.
- Castillo Ferreras, V. M. (1974). Matrícula de Tributos, Comentarios, Paleografía y Versión. *Historia de México* Vol. 27-30. México: Salvat.
- Crumley, C. L. (1994). *Historical Ecology: Cultural Knowledge and Changing Landscapes*. Santa Fe, Nuevo Mexico: School of American Research Press.
- CSPCN (Comite Sistema Producto Cacao Nacional, C.A.). (2016). *Proyecto Plan estratégico nacional para fortalecer la producción y comercialización del Cacao en 2017*. Recuperado de: http://sistemaproductocacaomexico.org/wp-content/uploads/2017/03/4.-Proyecto-Estrategico_2017_resumen_ejecutivo.pdf
- Eyzaguirre, P. B. y Linares, O. F. (2004). *Home Gardens and Agrobiodiversity*. Washington D. C.: Smithsonian Books.
- Farrell, J. G. y Altieri, M. A. (1995). Agroforestry Systems. En M. Altieri (ed.). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture* (2a. ed., pp. 247-263). Boca Ratón, Florida: CRC Press.
- Fedick, S., Allen, M., y Gómez-Pompa, A. (eds.). (2003). *The lowland Maya area: three millennia at the human-wildland interface*. Boca Raton, Florida, CRC Press.
- Fernández-Kelly, P., y Massey, D. S. (2007). Borders for whom? The role of NAFTA in Mexico-US migration. *The Annals of the American academy of political and social science*, 610(1), 98-118. doi: 10.1177/0002716206297449
- Fitting, E. (2011). *The Struggle for Maize: Campesinos, Workers, and Transgenic Corn in the Mexican Countryside*. Durham: Duke University Press.
- Fletes-Ocón, H. B., Rangel, F., Oliva Velas, A. y Ocampo Guzmán, G. (2013). Pequeños productores, reestructuración y expansión de la palma africana en Chiapas. *Región y Sociedad*, 57, 203-239.
- Ford, A. y Nigh, R. (2015). *Maya Forest Garden: Eight Millennia of Sustainable Cultivation of the Tropical Woodlands*. Nueva York, Routledge.
- García Aguirre, M. A. (2013). Agrofuel Plantations in Chiapas and their socio-environmental Impact. *Voices of Mexico*, (93), 123-125.

- Gasco, J. (1987). *Cacao and the Economic Integration of Native Society in Colonial Soconusco, New Spain*. Tesis de doctorado. University of California, Santa Barbara.
- Gasco, J. (1989). Una visión de conjunto de la historia demográfica y económica del Soconusco colonial. *Mesoamérica*, (18), 371-399.
- Gasco, J. (1990). Población y Economía en Soconusco durante el siglo XVI: El ejemplo del Pueblo de Guilcingo, 1582. *Mesoamérica*, 20, 249-265.
- Gasco, J. (1991a). La historia económica de Ocelocalco, un pueblo colonial del Soconusco. En B. Voorhies (ed.) y R. del Moral (trad.). *La economía del antiguo Soconusco, Chiapas*. (pp. 355-378). Instituto de Investigaciones Filológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Chiapas, México.
- Gasco, J. (1991b). Indian Survival and Ladinoization in Colonial Soconusco. En D. Thomas (ed.). *Columbian Consequences* (Vol. III) (pp. 301-318). Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press.
- Gasco, J. (1996). Cacao and Economic Inequality in Colonial Soconusco, Chiapas, Mexico. *Journal of Anthropological Research*, 52(4), 385-409.
- Gasco, J. (2003). Soconusco. En M. E. Smith y F. F. Berdan (eds.). *The Mesoamerican Postclassic World* (pp. 282-296). Salt Lake City: University of Utah Press.
- Gasco, J. (2006a). Soconusco Cacao Farmers Past and Present. En C. L. McNeil (ed.). *Chocolate in Mesoamerica: A Cultural History of Cacao* (pp. 322-337). Gainesville: University Press of Florida.
- Gasco, J. (2006b). Etnoecología Histórica en la Region del Soconusco, Chiapas. *Anuario del Instituto de Estudios Indígenas*, (X), 25-47.
- Gasco, J. (2006c). Beyond the Indian/Ladino dichotomy: Shifting identities in colonial and contemporary Chiapas, Mexico. En D. Cahill y B. Tovias (eds.). *New World, First nations: Native peoples of Mesoamerica and the Andes under Colonial Rule* (pp. 115-128). Brighton: Sussex Academic Press.
- Gasco, J. (2008). 'Le da alegría tener flores': Homegardens and Biodiversity in the Soconusco, Chiapas, Mexico. *Journal of Ethnobiology*, 28(2), 259-277.
- Gasco, J. (2012). El Paisaje del Soconusco desde el Posclásico Tardío hasta el Siglo XX. En M. E. Pye y L. S. Lowe (eds.). *Arqueología Reciente de Chiapas: Contribuciones del Encuentro Celebrado en el 60º Aniversario de la Fundación Arqueológica Nuevo Mundo* (pp. 295-312). Provo: New World Archaeological Foundation, Brigham Young University.
- Gasco, J. (2016a). El Cultivo del Cacao y los Cambios Económicos en el Soconusco, Chiapas, México, Siglos XVI-XIX. En L. Caso (ed.). *Cacao, Producción, Consumo y Comercio del Periodo Prehispánico a la actualidad en América Latina* (pp. 227-256). Madrid: Iberoamericana- Vervuert.
- Gasco, J. (2016b). Linguistic Patterns, Material Culture and Identity in Late Postclassic Soconusco. En C. García-Des Lauriers y M. Love (eds.). *Archaeology and Identity on the Pacific Coast and Southern Highlands of Mesoamerica* (pp. 126-141). Salt Lake City: University of Utah Press.
- Gasco, J. (2017). Cacao and Commerce in Late Postclassic Xoconochco. En M. E. Smith, F. Berdan y D. Nichols (eds.). *Rethinking the Aztec Economy* (pp. 221-247). Tucson: University of Arizona Press.
- Gasco, J. (2018). Anthropogenic Landscapes of Soconusco Past and Present. En R. Alexander y S. Kepecs (eds.). *Colonial and Postcolonial Change in Mesoamerica: Archaeology as Historical Anthropology*. Albuquerque: University of New Mexico Press.
- Gasco, J. y Voorhies, B. (1991). El máximo tributo. El papel del Soconusco como tributario de los aztecas. En B. Voorhies (ed.) y R. del Moral (trad.). *La economía del antiguo Soconusco, Chiapas* (pp. 61-113). Instituto de Investigaciones Filológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Chiapas, México.
- Gerhard, P. (1993). *The Southeast Frontier of New Spain. Revised Edition*. Norman, Oklahoma: University of Oklahoma Press.
- Gómez-Pompa, A. y Kaus, A. (1990). Traditional management of tropical forests in Mexico. En A. B. Anderson (ed.). *Alternatives to Deforestation: Steps toward Sustainable use of the Amazon Rainforest* (pp. 45-64). Nueva York: Columbia University Press.
- Gragson, T. L. y Blount, B. G. (1999). Introduction. En T. L. Gragson y B. G. Blount (eds.). *Ethnoecology: Knowledge, Resources, and Rights* (pp. vii-xiv). Athens: University of Georgia Press.
- Helbig, C. (1964). *El Soconusco y su zona cafetalera en Chiapas*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas.

- Henderson, P. V. N. (1993). Modernization and Change in Mexico: La Zacualpa Rubber Plantation, 1890-1920. *Hispanic American Historical Review*, 73(2), 235-260.
- Hewitt de Alcántara, C. (1976). *Modernizing Mexican Agriculture: Socioeconomic Implications of Technological Change 1940-1970*. (Reporte #76.5. de las Naciones Unidas) Ginebra: United Nations Research Institute for Social Development.
- ICCO (International Cocoa Organization). (2017). *Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics*. Agosto. Recuperado de: <https://www.icco.org/about-us/icco-news/378-quarterly-bulletin-of-cocoa-statistics-august-2017.html>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010). *XIII Censo de Población, México*.
- Isern, N. (2011). *Análisis Florístico de los Huertos Caseros de dos municipios de la Región Soconusco, Chiapas, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chiapas.
- Klepeis, P. y Vance, C. (2003). Neoliberal policy and deforestation in southeastern Mexico: An assessment of the PROCAMPO program. *Economic Geography*, 79(3), 221-240.
- Larrazar, M. (1843). *Noticia Histórica de Soconusco y su incorporación a la Republica Mexicana*. México: Imprenta de J. M. Lara.
- Levasseur, V. y A. Olivier. (2000). The farming system and traditional agroforestry systems in the Maya community of San José, Belize. *Agroforestry Systems*, 49, 275-288.
- Lok, R. (Ed.) (1998). *Huertos caseros tradicionales de América central: características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- McNeely, J. A. y Schroth, G. (2006). Agroforestry and Biodiversity Conservation - Traditional Practices, Present Dynamics, and Lessons for the Future. *Biodiversity and Conservation*, 15, 549-554.
- Moran, E. F. (2008). *Human Adaptability: An Introduction to Ecological Anthropology*. (3ra edición). Boulder, Colorado: Westview Press.
- Moreno-Calles, A. I., Toledo, V. M. y A. Casas. (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: Una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4), 375-398.
- Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Rivero-Romero, D., Romero-Bautista, Y. A., Rangel-Landa, S., Fisher-Ortiz, R. A., Alvarado-Ramos, F., Vallejo-Ramos, M. y Santos-Fita, D. (eds.). (2016a). Ethnoagroforestry: Integration of Biocultural diversity for food sovereignty in Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12, 54. doi 10.1186/s13002-016-0127-6
- Moreno Calles, A. I., Casas, A., Toledo, V. M. y Vallejo Ramos, M. (comps.). (2016b). *Etnoagroforestería en México*. Morelia: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: <http://www.librosoa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/493/AgroForest%20V%20ELECTRONICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nadal, R. y Wise, T. A. (2004). The Environmental Costs of Agriculture Trade Liberalization: Mexico-US Maize Trade Under NAFTA. *Global Development and Environment Institute*, (4), 29-30.
- Nair, P. K. R. (1998). Directions in Tropical Agroforestry Research: Past, Present, and Future. *Agroforestry Systems*, 38, 223-245.
- Nazarea, V. D. (1999). Introduction. En V. D. Nazarea (ed.). *Ethnoecology: Situated Knowledge/Local Lives* (pp. 3-20). Tucson: University of Arizona Press.
- Nolan-Ferrell, C. (2010). Agrarian Reform and Revolutionary Justice in Soconusco, Chiapas: Campesinos and the Mexican State, 1934-1940. *Journal of Latin American Studies*, 42(3), 551-585.
- Ortiz Hernández, M. de los A. (1985). Formación Histórico-política de la Región del Soconusco, Chiapas. La Oligarquía de Tapachula, 1842-1890. En *Concentración de poder y tenencia de la tierra: el caso de Soconusco*, (pp. 1-87). (Vol 125 de Cuadernos de la Casa Chata). México: CIESAS, SEP Cultura (Serie Frontera Sur).
- Peters, C. M. (2000). Precolumbian silviculture and indigenous management of neotropical forests. En D. L. Lentz (ed.). *Imperfect Balance: Landscape transformations in the Precolumbian Americas* (pp. 203-223). Nueva York: Columbia University Press.
- Phillips-Mora, W., Coutiño, A., Ortiz, C. F., López, A. P., Hernández, J., y Aime, M. C. (2006). First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rot (moniliasis disease) of cocoa in Mexico. *Plant Pathology*, 55(4), 584-584.
- Pineda, E. (1999 [1845]). *Descripción geográfica del Departamento de Chiapas y Soconusco*. (Colección Libros de Chiapas). Tuxtla Gutiérrez: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Fondo de Cultura Económica.

- Powis, T. G., Cyphers, A., Gaikwad, N. W., Grivetti, L. y Cheong, K. (2011). Cacao use and the San Lorenzo Olmec. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(21), 8595-8600. doi: 10.1073/pnas.1100620108
- Rice, R. A. y Greenberg, R. (2000). Cacao Cultivation and the Conservation of Biological Diversity. *Ambio*, 29(3), 167-172.
- Richter, M. (2000). The ecological crisis in Chiapas: A case study from Central America. *Mountain Research and Development*, 20(4), 332-339.
- Roa-Romero, H. A., Salgado-Mora, M. G. y Alvarez-Herrera, J. (2009). Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Soconusco, Chiapas, México. *Acta Biológica Colombiana*, 14(3), 97-110.
- Salgado-Mora, M., Ibarra-Núñez, G., Macías-Sámans, J. E. y López-Báez, O. (2007). Diversidad Arbórea en Cacaotales del Soconusco, Chiapas, Mexico. *Interciencia*, 32(11), 763-768.
- Sanderson, S. E. (1986). *The Transformation of Mexican Agriculture: International Structure and the Politics of Rural Change*. Princeton, Nueva Jersey: Princeton University Press.
- Seargeant, H. (1952). *San Antonio Nexapa*. Nueva York: Vantage Press.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2015). *Anuario Estadística de la Producción Agrícola*. Recuperado de: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/identidad/index.jsp
- Smith, M. E. (2001). The Aztec Empire and the Mesoamerican World System. En S. E. Alcock, T. D'Altroy, K. D. Morrison y C. D. Sinopoli (eds.). *Empires* (pp. 128-154). Cambridge: Cambridge University Press.
- Smith, M. E. y Berdan, F. F. (2003). Postclassic Mesoamerica. En M. E. Smith y F. F. Berdan (eds.). *The Postclassic Mesoamerican World* (pp. 3-13). Salt Lake City: University of Utah Press.
- Solís Bonilla, J. L., Zamarripa Colmenero, A., Pecina Quionero, V., Garrido Ramírez, E. y Hernández Gómez, E. (2015). Evaluación agronómica de Híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.) para selección de alto rendimiento y resistencia en campo a moniliasis. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(1), 71-82.
- Soto Pinto, L. y Anzueto Martínez, M. (2016). Los sistemas de descanso largo o roza, tumba y quema. En A. I. Moreno-Calles, A. Casas, V. M. Toledo, y M. Vallejo Ramos (comps.). *Etnoagroforestería en México* (pp. 221-235). Morelia: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: <http://www.librosboa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/493/AgroForest%20V%20ELECTRONICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Spenser, D. (1984). Soconusco: the formation of a coffee economy in Chiapas. En T. Benjamin, y W. McNellie (eds.). *Other Mexicos: Essays on Regional Mexican History, 1911* (pp.123-143). Albuquerque: University of New Mexico Press.
- Tovilla-Hernández, C. (2004) La dimensión de la crisis ambiental en la Costa de Chiapas y la necesidad de un programa de ordenamiento de las actividades. En J. E. Sánchez y R. Jarquín (coords.). *La frontera sur. Reflexiones sobre el Soconusco, Chiapas y sus problemas ambientales, poblacionales y productivos* (pp. 25-41). México: Senado de la República, El Colegio de la Frontera Sur.
- Vijay V., Pimm, S. L., Jenkins, C. N., y Smith, S. J. (2016). The Impacts of Oil Palm on Recent Deforestation and Biodiversity Loss. *PLoS ONE*, 11(7):e0159668. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159668>
- Villafuerte Solís, D. (1992). *Desarrollo económico y diferenciación productiva en el Soconusco*. San Cristóbal de las Casas: Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste, Unidad de Estudios Económicos y Sociales.
- Villafuerte, D. M., García, D. C. y Meza, S. (1997). *La cuestión ganadera y la deforestación: Viejos y nuevos problemas en el trópico y Chiapas*. Tuxtla Gutiérrez: Universidad de Ciencias y Artes del Estado de Chiapas, Centro de Estudios Superiores de México-Centroamérica.
- Voorhies, B. y Gasco, J. (2004). *Postclassic Soconusco Society: The Late Prehistory of the Coast of Chiapas, Mexico*. Albany, Nueva York: Institute for Mesoamerican Studies, State University of New York.
- Wagner, R. (2001). *The History of Coffee in Guatemala*. Bogotá, Colombia: Villegas Editores.
- Washburn, D. K., Washburn, W. N., y Shipkova, P. A. (2011). The prehistoric drug trade: widespread consumption of cacao in Ancestral Pueblo and Hohokam communities in the American Southwest. *Journal of Archaeological Science*, 38(7), 1634-1640.
- Wilken, G. C. (1987). *Good Farmers: Traditional Agricultural Resource Management in Mexico and Central America*. Berkeley, California: University of California Press.

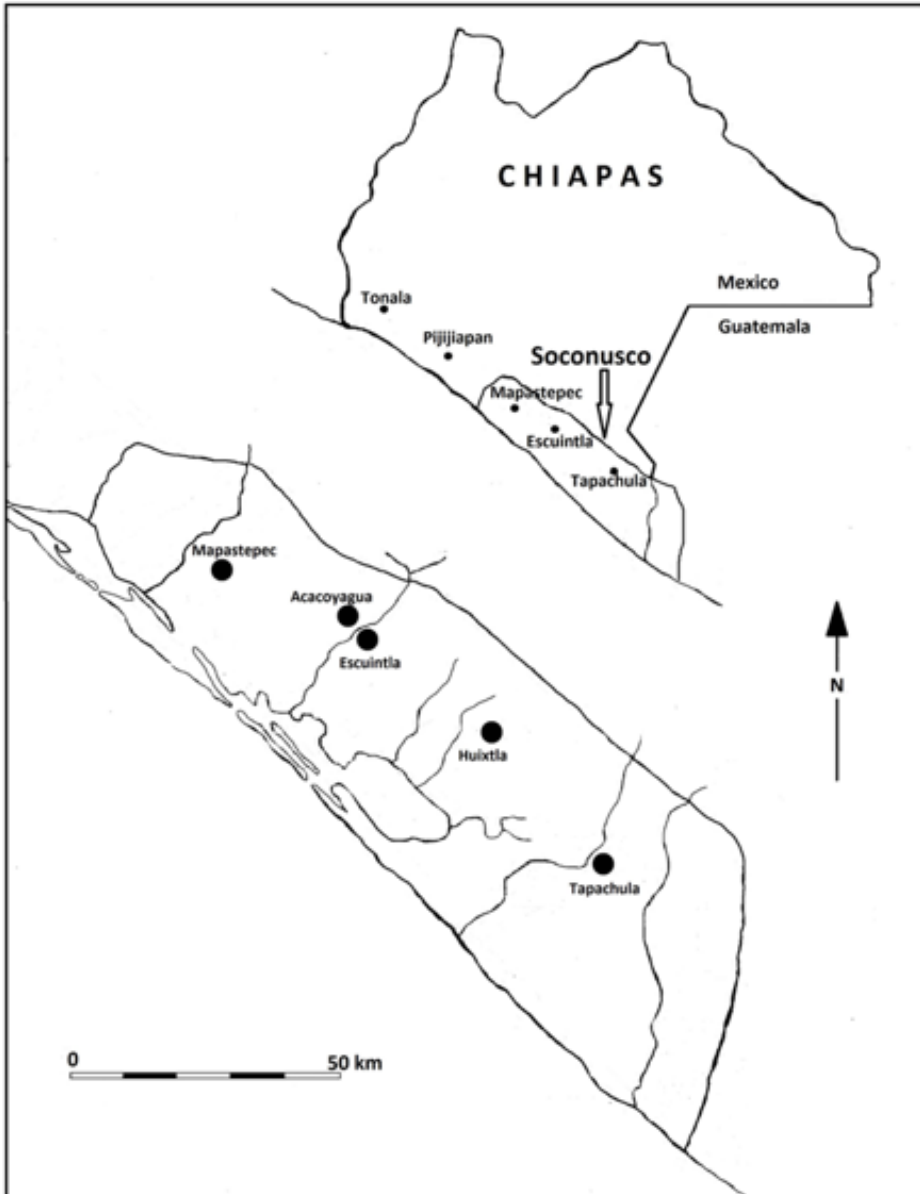


Figura 1. La ubicación del Soconusco y lugares mencionadas en el texto.

Sección II

Diversidad biocultural, historia ambiental y etnoagroforestería

Martha Micheline Cariño Olvera
Universidad Autónoma de Baja California Sur
Ana Isabel Moreno Calles
Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, UNAM
Coordinadoras

2.1 Sistemas agroforestales prehispanicos: el caso de Roaguía, Oaxaca, México

Fabio Flores Granados¹

Correo de correspondencia: fgranadosf@gmail.com

Resumen

Hasta hace algunas décadas existía la idea generalizada de que los primeros sistemas agrícolas en Mesoamérica habían sido principalmente extensivos, dando por sentado que el crecimiento poblacional y la gradual presión sobre las áreas de cultivo habrían motivado el desarrollo de, por ejemplo, sistemas intensivos con métodos de irrigación. Sin embargo, desde los años sesenta, y a partir de diferentes estudios antropológicos, se consideraría la posibilidad de que los antiguos agricultores de los altiplanos, así como de las tierras bajas, antes de optar por zonas amplias y llanas propicias para cultivos extensivos, más bien habrían seleccionado una amplia variedad de nichos favorecidos por sus características ecológicas intrínsecas. Con base en información arqueobotánica y ecológica junto con datos etnográficos, se presenta un modelo de aprovechamiento del ambiente a partir de la implementación de una variedad de prácticas agrícolas y agroforestales, así como de muy diversas estrategias basadas fundamentalmente en el manejo alternado o simultáneo de los diferentes nichos ecológicos cercanos al asentamiento precolombino de Roaguía en las estribaciones surorientales de la Sierra Madre del Sur, en Oaxaca.

Palabras clave: Época prehispanica, gradiente altitudinal, prácticas agroforestales, uso diversificado, subsistencia

¹ Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales (CEPHCIS) UNAM.

Abstract

A few decades ago, there was a generalized idea that the first agricultural systems in Mesoamerica had been largely extensive assuming that population growth and gradual pressure on cultivation areas would have motivated the development of for example, intensive systems using methods of irrigation. However, since the 1960s because of different anthropological studies it would instead be considered that the former farmers of the highlands, as well as the lowlands, before opting for wide and flat areas suitable for extensive crops, would rather have selected a wide variety of niches favored by their intrinsic ecological characteristics. Based on archaeobotanical and ecological information along with ethnographic data, a model of use of the environment is presented from the implementation of a variety of agricultural and agroforestry practices as well as very diverse strategies based fundamentally on the alternate or simultaneous exploitation of the different ecological niches near the prehispanic settlement of Roaguía in the southeastern foothills of the Sierra Madre del Sur, in Oaxaca.

Keywords: Prehispanic period, altitudinal gradient, agroforestry practices, diversified use, subsistence

Introducción

A 12 km al sureste de Mitla, Oaxaca, el poblado de Roaguía² se ubica a 1 790 msnm, tras las montañas que delimitan la cuenca suroriental del Valle de Tlacolula. El lugar, conocido popularmente como Hierve el Agua, fue dado a conocer originalmente como sitio arqueológico, aunque hoy día es visitado sólo como balneario por el agua de sus manantiales, rica en sulfatos y carbonatos de calcio, que al escurrir deposita capas de travertino sobre la superficie del terreno formando caprichosas estructuras a manera de cascadas petrificadas que descienden por los frentes de los acantilados. Prácticamente destruida, la manifestación cultural más sobresaliente del sitio prehispánico era la existencia de un intrincado sistema de terrazas y canales edificado por sus antiguos habitantes, quienes aprovechaban tanto las condiciones naturales del terreno como las características hidrológicas de los manantiales. Literalmente fosilizado por la permanente acumulación de los minerales disueltos en el agua, la función que pudo tener tal complejo arquitectónico motivaría que desde la década de los sesenta y hasta 1987, distintos equipos de arqueólogos ofrecieran dos diferentes interpretaciones sobre su uso y construcción. Mientras que una primera propuesta hablaba de que el conjunto había sido edificado para la agricultura intensiva y que representaba un antiguo ejemplo de sistemas de cultivo por irrigación en Mesoamérica (Flannery et al. 1967; Flannery,

2 De acuerdo con las entradas en el *Vocabulario en lengua zapoteca* de fray Juan de Córdova (1578), el topónimo del lugar se compone de *rohua*, *toa*, ó *tohua* para referirse a boca u oquedad, y *quíá*, *guía* o *guiaa*, para roca, montaña o montaña de roca y, dado que el rasgo más sobresaliente del paraje son sus manantiales y las formaciones calcáreas. El vocablo Roaguía, literalmente podría entenderse como "boca de piedra" o "boca de piedra en la montaña" (Bradomín, 1992). En adelante se usará el vocablo zapoteco del lugar.

1973; Flannery y Marcus, 1983; Neely, 1967; Neely et al. 1990), una segunda idea plantearía que, más bien, aquellas plataformas habían sido construidas y utilizadas para la producción de sal por el método de evaporación solar (Hewitt et al. 1987; Winter, 1985, 1994). Si bien ambos estudios aportarían valiosa información del sitio arqueológico en general, sería hasta después del Proyecto Arqueológico Hierve el Agua (Flores, 2003) que nuevos conjuntos de datos mostrarían que dichas interpretaciones sobre la función de las terrazas y canales distaban de ser congruentes respecto a la información etnoarqueológica y de manera particular, de acuerdo con ciertas limitaciones hidrológicas intrínsecas a los manantiales. En resumen, ni las características químicas del acuífero, ni el tipo de sustrato edafológico y los datos arqueobotánicos, respaldaban la hipótesis de que en aquellas plataformas hubiera podido ser implementada algún tipo de práctica agrícola. Por otra parte, la ausencia de evidencias particulares, como de algunos indicadores comúnmente asociados a las salinas prehispánicas mesoamericanas, permitieron descartar el respectivo modelo y reforzaron la idea de que la construcción y uso del complejo fue motivado por otras razones más allá de la agricultura o la producción de sal comestible (Flores, 2016) (Figura 1).

Razonando que la apropiación del lugar debió ser inspirada por la existencia de los manantiales junto con las particulares formaciones rocosas y los acantilados en la ladera de la montaña, la investigación arqueológica involucró tanto la evaluación del potencial hidrológico de los acuíferos (Flores y García, 2002) como la caracterización ambiental y de recursos alrededores del asentamiento prehispánico (Flores y Pecci, 2003; Flores, 2016). En especial, los estudios partieron de una detallada caracterización ambiental que involucró análisis arqueobotánicos y edafológicos con el propósito de contar con elementos que permitieran confrontar los datos etnográficos y etnoarqueológicos relacionados con los sistemas agrícolas mesoamericanos y con las formas de uso de los recursos vegetales en el asentamiento prehispánico cuya principal ocupación ocurrió entre ca. 900 y 1300.

Aproximación ambiental

La compleja trama del aspecto humano junto con el escenario natural del territorio oaxaqueño constituye uno de los rasgos más sobresalientes de su historia en tanto que la accidentada orografía de aquellas latitudes no solo aisló y condicionó las relaciones entre los distintos grupos humanos que lo habitaron desde la antigüedad, sino también porque esta misma fomentaría el desarrollo de una variedad de estrategias de subsistencia a lo largo de los distintos pisos altitudinales de sus serranías. Con el propósito de abordar las peculiaridades del problema de estudio, fue imperativo, primeramente, compilar un sólido marco de referencia biogeoclimático que involucrase la región suroriental de los valles centrales de Oaxaca (VCO), así como el área en la que se localiza Roaguía que

permitiese aproximarse al paisaje natural del antiguo asentamiento.³ Entre otros, un hecho de particular relevancia fue constatar que la ubicación y relativa cercanía a los océanos de esta amplia región se traduce en importantes aportes de humedad atmosférica en las estribaciones más elevadas de sus serranías aun considerando las respectivas variaciones estacionales a lo largo del año.⁴ De esta forma, mientras que en las partes bajas de sus cuencas pueden encontrarse formaciones de vegetación riparia, pastizales y matorral xerófito, en las zonas elevadas se desarrollan estratos de bosque templado subtropical en los que gradualmente, y conforme aumenta la pendiente de las laderas, se traslapan manchones de encinos (*Quercus* sp.) para dar paso a asociaciones de *Pinus-Quercus* y de coníferas en las partes altas de las montañas. En general, estas características orográficas y climáticas del altiplano oaxaqueño, aunado a los datos etnográficos, permiten señalar que sus antiguos habitantes bien pudieron hacer uso de manera alternada o simultáneamente, tanto de recursos propios de las tierras altas como de aquellos otros obtenidos en las tierras bajas tropicales. En Roaguía, y con la premisa de que cada tipo de suelo permite el desarrollo de determinadas especies vegetales adaptadas a más de un solo tipo edáfico, un primer paso consistió en la caracterización de las principales unidades de vegetación. Con un pronunciado gradiente altitudinal que va desde los 1 000 msnm hasta casi los 3 000 msnm de altura, las elevadas montañas del lugar no solo constituyen el principal rasgo fisiográfico que afecta la temperatura, sino que también la orientación de sus laderas determina marcadamente la formación de zonas microclimáticas en la zona, así como el desarrollo de particulares patrones de cobertura vegetal. Aunado a lo agreste del terreno y la relativa cercanía con ambos litorales, la dinámica hidrológica regional no solo fue un elemento de particular importancia para caracterizar a las comunidades vegetales sino también un principal referente al relacionar los datos vegetacionales⁵ respecto a la información arqueobotánica recuperada de los contextos habitacionales y agrícolas del sitio (Figura 2).

Relacionando los conjuntos de datos con observaciones directas, fue posible definir de manera general las distintas formaciones vegetales que, por su composición florística y patrones de distribución, permitirían a su vez bosquejar un modelo sobre la hipotética cobertura vegetal que pudo desarrollarse en los alrededores del asentamiento desde hace aproximadamente 2 000 a 3 000 años (Cuadro 1).

3 Abarcando una considerable porción del sur del país, el territorio oaxaqueño se ubica en la zona hemisférica comprendida entre el Trópico de Cáncer y el Ecuador, lo que además de propiciar particulares condiciones ambientales típicas de los trópicos, da albergue a alrededor de diez mil especies diferentes de plantas constituyendo también un enclave biogeográfico en el que prácticamente es posible encontrar todos los ecosistemas descritos para México (Challenger, 1998).

4 Actuando las montañas como barreras captadoras de agua, tales factores fomentan que en determinadas vertientes de los valles centrales puedan formarse zonas microclimáticas propicias para el desarrollo tanto de bosques perennifolios como de bosques tropicales subcaducifolios y bosques tropicales subcaducifolios.

5 El reconocimiento de las formaciones vegetales alrededor del sitio involucró tanto los datos sobre la cobertura vegetal actual como aquella otra reconocida para épocas pasadas en Oaxaca (Smith, 1978; Rzedowski, 1981; Álvarez, 1998; Challenger, 1998; Flores y Manzanero, 1999). Abarcando un radio de hasta 15 km alrededor del sitio, el principal criterio para definir fronteras o zonas de ecotono entre una formación y otra se basó en el reconocimiento de la vegetación primaria diagnóstica para cada una de unidades geomorfológicas antes distinguidas.

Unidades geomorfológicas y de vegetación

El territorio oaxaqueño representa una de las regiones más interesantes de México no solo por la variedad de elementos pétreos y mineralógicos sino también por su compleja columna estratigráfica que abarca poco más de ochocientos millones de años de la historia del planeta (Barrera, 1946). Ocupando prácticamente toda la superficie del territorio estatal, las principales cadenas montañosas que lo surcan son la Sierra Atravesada, la Sierra Madre de Oaxaca (o Sierra Norte) cuya zona de confluencia con la Sierra Madre del Sur coincide con la ubicación de Roaguía. Junto con esta última región, los valles centrales representan la unidad edafológica de tipo andomontañoso más extensa cuya orografía fomenta el aporte de grandes aluviones en tanto la excesiva erosión de las laderas y montañas que la circundan. Dado que cada tipo de suelo permite el desarrollo de determinadas especies vegetales, las que a su vez se adaptan a más de un solo tipo de suelo, las relaciones observadas en campo entre ambas entidades permitió caracterizar las distintas unidades edafológicas existentes en Roaguía.⁶ Básicamente, el escenario geológico debe su origen a la presencia de antiguos afloramientos holocénicos de rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias que se intercalan de forma irregular por toda la región con otras formaciones andesíticas visibles en la superficie de las tierras altas al norte del lugar (Barrera, 1946). En este marco, las principales unidades edafológicas consideradas fueron las correspondientes a la cuenca del río Guiobehe al fondo de la cañada, la formación calcárea que distingue el paraje, la amplia terraza aluvial en la que se ubica el asentamiento prehispánico, el piedemonte y la zona de montaña (Flores, 2016). Aun considerando la profunda alteración del paisaje actual, el estudio edafoecológico sustentó la idea de que las formaciones vegetales presentes en la época prehispánica pudieron ser muy semejantes al escenario natural que hoy día se observa en la ladera meridional de las montañas de Nueve Puntas. En estrecha relación con las antiguas fuentes de agua dulce disponibles, los datos del potencial ecológico de los suelos mostraron que su humedad relativa, sobre todo en las zonas de aluvión en los alrededores de Roaguía, pudo ser considerablemente mayor a la registrada actualmente. El análisis de otros indicadores como el drenaje, la porosidad, la retención y la disponibilidad de agua en los suelos permitió a su vez bosquejar las condiciones edafológicas en los alrededores del antiguo asentamiento y, principalmente, en aquellos terrenos que pudieron

6 Tanto los estudios de Kirkby (1973), como el trabajo de Earl Smith *The vegetational history of the Oaxaca Valley* (1978), constituyeron la principal referencia; no solo para aproximarse al paisaje y las condiciones ambientales prevalecientes en el altiplano oaxaqueño al menos durante los últimos 5 000 años, sino también para contar con un modelo básico de la cobertura vegetal predominante en los valles centrales a finales del Pleistoceno y durante gran parte del Holoceno. En conjunto, la información arqueobotánica y ecológica sugiere que, al terminar la etapa de cambios climáticos, hacia 7 000 a. C., la distribución de la flora y fauna pudo lucir de manera muy semejante a su actual arreglo, manteniéndose las características climáticas en la región sin cambios relevantes durante dicho periodo.

ser propicios para la agricultura. Asociados a suelos arcillo limosos, de cafés a rojizos (tipo *Pseudogley podzolico* o *Rendzinas* cafés antrópicas), los macrorrestos botánicos, indicadores de vegetación primaria y hallados en los horizontes más profundos, indican que la cubierta vegetal de aquel entonces debió lucir muy semejante a la distribución presente en el lugar hoy día. Aunado a la presencia de vestigios cerámicos en dichos niveles, las características de las unidades edáficas distinguidas corresponden a las de suelos que pudieron ser utilizados en el pasado. Asumiendo que en el pasado la tasa de deforestación pudo ser considerablemente menor, y que la restauración natural del suelo pudo también permitir una mayor captación y retención del agua de lluvia, es posible señalar que las fuentes de agua dulce en los alrededores de Roaguía y a lo largo de todo el periodo de su ocupación entre 300 y 1250, no solo debieron ser suficientes sino también permanentes durante todo el año. De igual forma, los aportes pluviales en la época invernal se reflejarían en una cobertura vegetal uniforme, mejor desarrollada y diversa, abarcando desde el bosque tropical caducifolio hasta las formaciones de *Pinus* y *Quercus*, junto con las de coníferas en las cimas de las montañas. A su vez, ello debió traducirse en una mayor riqueza de flora y fauna. Tal situación bien pudo motivar el desarrollo de una amplia variedad de estrategias de uso de los recursos tanto agrícolas como no agrícolas en los diferentes nichos ecológicos circundantes al antiguo asentamiento, y durante todo el ciclo anual (Figura 3).

Alternando criterios ecológicos y culturales, los esquemas bosquejados serían confrontados mediante ejemplos etnográficos, así como con base en referencias etnohistóricas. En conjunto, el análisis de los datos junto con aquella otra información obtenida de los materiales arqueológicos recuperados (Flores, 2016) sustentaron ampliamente la revocación del modelo agrícola (Neely et al. 1990) que planteaba que el complejo de terrazas y canales construido en el área nuclear del asentamiento, y asociados a los manantiales minerales, habían sido utilizadas para la agricultura intensiva con irrigación.

Agricultura tradicional: sinopsis

Contrario a la idea generalizada de que los primeros sistemas agrícolas en el ámbito mesoamericano habían sido principalmente extensivos, de roza, tumba y quema, hoy día es mayormente aceptada la idea de que los antiguos agricultores de los altiplanos, así como de las tierras bajas, antes de preferir zonas de monte alto para sembrar, más bien pudieron seleccionar muy diversos nichos favorecidos por sus características ecológicas intrínsecas. Tomar en cuenta factores como la humedad, la estructura y la riqueza de los suelos en las orillas de los afluentes, tierras con alto nivel freático, o bien lugares libres de heladas o de humedad excesiva son considerados como algunos de los principales rasgos de los métodos empleados por los antiguos productores

agrícolas (Rojas y Sanders, 1985; Rojas, 1990 y 2001).⁷ Entre otras particularidades, las fuentes etnohistóricas dan prueba de que las técnicas de cultivo buscaban maximizar la riqueza de los suelos, la vegetación y la humedad, tanto en las zonas montañosas altas, hasta en las bajas y planas de las llanuras costeras y valles. Dado a que estas técnicas involucraban el manejo manual de las plantas básicas, con el tiempo irían creándose una gran variedad de razas con espectros de diversidad y elasticidad ecológica particular. Al mismo tiempo, tanto el uso de una variedad de instrumentos como el aprovechamiento de nichos ambientales específicos promovería el desarrollo de muy diversas obras de infraestructura agrícola.

Al no existir un modelo único que logre explicar el desarrollo de la agricultura prehispanica en Mesoamérica, la alternativa metodológica para confrontar el modelo agrícola en Roaguía (Flannery et al. 1967; Neely et al. 1990), partió del estudio de las distintas estrategias agrícolas que, desde casos locales o regionales, aportasen referentes específicos sobre aquellas prácticas que los antiguos habitantes del lugar podrían haber implementado en los alrededores del complejo hidráulico de terrazas y canales. Integrando los resultados de los estudios biogeomorfológicos e hidrológicos (Flores, 2010) realizados en el sitio, y cotejando esta con toda aquella otra información obtenida mediante observaciones directas y entrevistas a los productores rurales del lugar (Flores, 2016) fue posible formular distintos modelos sobre los antiguos sistemas agrícolas susceptibles de haber sido instrumentados en las laderas montañosas de Roaguía.

Agricultura y subsistencia en Roaguía: ca. 900 a 1350

En referencia a los sistemas extensivos de temporal en los alrededores del sitio, la práctica de rozar, tumar y quemar, aún hoy día se practica en las zonas altas de las serranías de Nueve Puntas y el Guiarú donde los vientos cargados de humedad permiten el desarrollo de manchones de bosque de *Pinus* y *Pinus-Quercus*, que propician a su vez la formación de terrenos con suelos profundos que son los preferidos por los campesinos para abrir sus parcelas. Debido a que la regeneración de vegetación primaria generalmente es muy lenta en aquellos campos destinados para cultivar maíz, una vez desmontados éstos, los agricultores de San Lorenzo y Roaguía queman solo la vegetación baja y los pastizales como paso previo a cada temporada de siembra. Tal como sucede en muchas otras regiones de Mesoamérica, este mismo sistema pudo ser utilizado durante la antigua ocupación del lugar, y aunque su práctica igualmente

⁷ La relativa simplicidad de los instrumentos y técnicas de trabajo en la antigüedad no significó de ningún modo una agricultura sencilla o ineficaz, sino un género de esta cuyas alternativas productivas deben entenderse en sus propios términos culturales y contextos ambientales. Por eso es que el estudio de la agricultura prehispanica parte del entendimiento de una serie de atributos particulares enmarcados en diversos ámbitos ecológicos y sociales.

pudo afectar la retención de suelo en las zonas de ladera, tanto la rotación de parcelas como una menor intensidad de desmonte, pudieron ser prácticas implementadas a fin de amortiguar el proceso erosivo, así como otros impactos en el ecosistema. Descritos también como sistemas de temporal de mediana intensidad (Rojas, 1990), la agricultura de roza ha tenido pocos cambios en cuanto a métodos y técnicas, y –tal como pudo ser en el pasado– esta práctica se realiza aún hoy día en las laderas de las montañas, así como en los escasos terrenos relativamente planos en las cercanías de Roaguía. Se compararon los datos etnohistóricos respecto de las observaciones en campo y entrevistas con los campesinos del lugar. Así, pudieron documentarse prácticas consideradas de mediana intensidad, como el *tlacolol*, por ejemplo, implementado en algunas parcelas cercanas o incluso dentro del actual poblado. En éste, tanto la resiembra como su cuidado son actividades en las que interviene toda la familia o incluso la comunidad (*tequio*) siendo la escarda otra tarea que absorbe gran cantidad de trabajo pues se realiza a mano. Además de lo escarpado del terreno, la dificultad de encontrar tierra fértil entre las rocas motiva que los campesinos corten solo las malezas sin arrancarlas para así aminorar la pérdida de suelos. Si bien el trabajo invertido resulta oneroso, la escasez de buenos terrenos en los alrededores de Roaguía debió incentivar esta alternativa agrícola entre sus antiguos habitantes. quienes al igual que los actuales agricultores se verían en la imperiosa necesidad de aprovechar al máximo los aportes de las lluvias de temporal y las azarasas precipitaciones invernales (Figura 4).

Las montañas de la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre de Oaxaca, la Chinantla y de la zona mixe constituyen una región fisiográfica diferenciada en dos grandes áreas que son la húmeda y caliente de la llanura costera del Golfo; y la fría subhúmeda en las partes altas de las montañas, donde sus particulares condiciones meteorológicas permiten realizar dos ciclos agrícolas al año. Constituyendo barreras para los vientos húmedos provenientes del Golfo y en menor medida del Pacífico, las serranías de Guia-gaá (2 680 msnm) y del Guiarú (2 510 msnm), constituyen un factor determinante en el patrón pluvial, así como de las condiciones microclimáticas locales originadas en conjunto por el viento y las montañas. Ello se manifiesta en las asociaciones vegetales de bosques húmedos hacia las cimas y vertientes orientales de los cerros de San Lorenzo Albarradas y Roaguía, donde algunos agricultores, aprovechando el aporte de humedad suplementario una vez pasada la temporada de lluvias y durante el estiaje invernal, practican la milpa de tonamil con el propósito de lograr una segunda cosecha anual sin la aplicación de riego (Figura 5).

A fin de aprovechar al máximo los terrenos, los campesinos de Roaguía destinan las laderas de los cerros para sus milpas de temporal mientras que las de tonamil son cultivadas en las cañadas, hoyas y otros lugares que conservan mejor la humedad recibida gracias a los vientos invernales. Igualmente, al *tlacolol*, las tareas de roza, desmonte y preparación del suelo, se realizan solo en las milpas de temporal mientras que, en algunos

casos, la hierba baja en los tonamiles es solo quemada para luego escardar el suelo con azadón. Posterior a la siembra –en la que ocasionalmente se cultiva calabaza o camote entre el maíz– viene la resiembra y limpia y, por último, cuando las lluvias persisten, los campesinos suelen doblar las plantas entre agosto a septiembre, cuando las mazorcas han madurado, para luego cosecharlas en septiembre u octubre. En algunas laderas cercanas a Roaguía así como en algunas terrazas aluviales al oriente del sitio, ambos ciclos se practican en una misma parcela de tal forma que en octubre o noviembre los campesinos levantan la cosecha de temporal al mismo tiempo que inician la preparación del tonamil. Además de dichos terrenos, igualmente utilizan otras parcelas ubicadas en algunas barrancas resguardadas del viento y la insolación en las que los suelos conservan mayor humedad después de la temporada de lluvias. Corroborado por el estudio edafológico, esta práctica sustentaría la idea de que, en el pasado, aquellos suelos poco erosionados protegidos por una cubierta vegetal menos perturbada debieron propiciar una mayor retención de humedad en el sustrato. De esta forma no solo se habrían reducido los riesgos inherentes al tonamil, sino que, además, ante las limitantes de agua libre de sales, lluvias insuficientes o la falta de terrenos propicios para otras prácticas agrícolas, los antiguos agricultores de Roaguía pudieron optar por esta práctica, más que como un complemento a los cultivos de temporal, como una estrategia implementada de forma regular año con año. Entre otras ventajas, la posibilidad de realizar el cultivo alternado de maíz, frijol, calabaza e incluso de diversos tubérculos no solo pudo traducirse en una dieta más variada, sino también en una alternativa de manejo que les permitiría mantener la calidad del suelo en las parcelas, y los escasos recursos edafológicos en los alrededores de su asentamiento.

Los sistemas intensivos con acondicionamiento del suelo fueron ampliamente documentados en las fuentes etnohistóricas del siglo *xvi*. Para la época prehispánica, los mejor descritos son los de temporal con acondicionamiento y riego en laderas como las terrazas, metepantles y presas, además de los de humedad y riego, que incluyen aquellos de irrigación permanente como chinampas y campos drenados, los de riego de presas efímeras, los de riego por inundación con agua de lluvia, los de riego a brazo, así como los de humedad en arenas, vegas, lagunas y terrenos húmedos (Rojas, 1990). De este último grupo, en Roaguía se hallaron varios ejemplos al fondo de la cañada donde los campesinos, usando canales dirigidos hacia distintas plataformas aluviales, desvían el curso del río Guiobehe justo por arriba del nivel de su cauce. Con esas sencillas obras, algunos agricultores irrigan y cultivan sus parcelas mediante atajos construidos con piedras y troncos con los que “sangran” el río por medio de canales cavados en la tierra de 30 a 50 cm de ancho y 30 cm de profundidad para conducir agua hasta las inmediaciones de cada campo. Los acueductos principales, haciéndolos discurrir por las márgenes de los terrenos, derivan a su vez en otros canales más angostos que distribuyen el líquido por toda el área de cultivo sea antes de la siembra o durante el periodo de crecimiento de

las milpas. La presencia de materiales arqueológicos de uso doméstico –como por ejemplo cajetes y fragmentos de metates entre otros (Flores, 2016)– en algunas plataformas habitacionales aledañas a estos campos, sugiere que en el pasado, y salvo eventuales crecidas del río, este método de irrigación pudo ser utilizado durante casi todo el año, y que permitía no solo cultivar maíz, frijol, tomate y chile –como hoy día se hace–, sino también para la siembra de frutales como zapotes y ciruelos tanto a la vera del río como de los mismos canales. Otro ejemplo de estos sistemas fue registrado en algunos solares de Roaguía en los que el riego a brazo se practica aprovechando diversos pozos de agua dulce de las cercanías del poblado.

Siendo uno de los rasgos dominantes en Mesoamérica, la agricultura que depende de la lluvia de temporal no solo sería la práctica más extendida sino también fue la que aseguró la mayor parte del abasto de un buen número de poblaciones prehispánicas. Principalmente, esta misma funcionó mediante el acondicionamiento del suelo y riego en laderas, ya sea utilizando hoyos y camellones como por ejemplo las terrazas, bancales y presas, o mediante el riego de temporal aprovechando el agua de lluvia mediante conducción por escurrimientos y muy probablemente similares a los primeros. Como rasgo distintivo del paisaje y la topografía de gran parte del área mesoamericana, las tierras de ladera constituyeron una de las influencias más poderosas en las actividades agrícolas y en los altiplanos; la construcción de terrazas, metepantles y presas fueron obras muy comunes y de una amplia distribución (Figura 6).

Junto con la información etnohistórica, los datos arqueológicos corroboran la existencia de al menos tres principales tipos de terrazas que fueron las de ladera propiamente dichas, los bancales o metepantles, y las presas (o atajos) construidas en barrancas y cárcavas para frenar las escorrentías, atrapar suelo y retener la humedad. Mediante tales estructuras y desde épocas remotas, los campesinos mesoamericanos han modelado la superficie natural de las montañas con el propósito principal de conservar y manejar el agua de lluvia o, en el mejor de los casos, la de riego. Al igual que muchos otros lugares de Oaxaca, el emplazamiento de bancales o metepantles en Roaguía se hizo en laderas de suave pendiente cuya superficie fue modificada mediante retenes de piedra reforzados con cercas vivas de agaves, teteches (*Neobuxbaumia tetetzo*) o incluso árboles frutales. Justo detrás de dichos bordos, en algunas ocasiones se cavaron zanjas no solo para acumular el agua de lluvia, sino también para frenar las escorrentías y aminorar los procesos erosivos. En aquellas laderas de menor pendiente hacia la zona oriental de lo que fue el asentamiento prehispánico actualmente se utilizan metepantles⁸ y las evidencias arqueológicas halladas en el lugar sugieren que estas parcelas, con retenes de piedra en su contorno, también pudieron ser utilizadas en el pasado mediante una técnica similar (Figura 7).

8 Conocidos también como melgas en Zapotitlán, o apantles en San Luis Atolotitlán, Puebla (Moreno Calles, 2018 comunicación personal).

En otro tipo de terrazas de ladera (o cercas), llamadas *besana* en zapoteco o *tenamitl* en nahua, pudieron observarse algunas variantes en función de la pendiente, la disponibilidad del agua, así como por los materiales disponibles en las cercanías y para su construcción.⁹ Por ejemplo, a 3 km de Roaguía, al otro lado de la cañada del río Guiobehé y en las cercanías del sitio arqueológico de Llegoyiachi, igualmente se reconocieron distintos elementos arquitectónicos junto con algunos restos cerámicos de tipo utilitario asociados a lo que podrían haber sido terrazas de tipo lama-bordo (Figura 8).

Estos diferentes tipos de atajadizos también fueron registrados en algunas barrancas cercanas a San Lorenzo Albarradas, emplazados primeramente como trampas de sedimentos para luego ser nivelados mediante muros de piedra y, posteriormente, emplearse como parcelas para cultivar palma de sombrero (*Brahea dulcis*). Tanto por el área total de cultivo, como por la persistencia de estas y otras prácticas de manejo del suelo, las terrazas de ladera, los metepantles y las terrazas tipo lama-bordo, pudieron constituir, en conjunto, algunas de las principales alternativas de producción agrícola para los antiguos pobladores de Roaguía.

Definidos como cultivos permanentes de terrenos especiales (Rojas, 2001), los huertos constituyen la cuarta forma para el cultivo de plantas en Mesoamérica. Dos principales tipos son los huertos domésticos aledaños a las áreas de habitación y preparación de alimentos, y los huertos diversificados o plantíos en los linderos de los poblados. Generalmente, los huertos domésticos, solares, milpas de la casa –o *calmil*–, son mixtos en su composición vegetal, producen de forma escalonada alimentos, bebidas, condimentos, plantas medicinales y ornamentales, así como materias primas artesanales, entre otros bienes. Aún hoy día, consisten en parcelas estables de uso continuo, y en el ámbito mesoamericano –e incluso del norte de México– constituyen la despensa doméstica básica que, por sus altos rendimientos y cercanía a las unidades habitacionales, pueden ser fertilizadas y vigiladas cuidadosamente. Sobre algunas plataformas arqueológicas en las que aún se conservaban casas erigidas con materiales tradicionales en Roaguía se hallaron huertos domésticos y, en ciertos casos, también pudo registrarse la variedad de especies ahí cultivadas (Figura 9).

Hasta hace poco tiempo, el cultivo de los huertos en Roaguía se realizaba a lo largo de todo el año y para ello las plantas eran regadas a brazo tomando el agua directamente de algunos pozos en los alrededores del poblado. Junto con otras principales especies

9 Como aún puede observarse en diversos lugares de la Mixteca Alta, lo más común es que el muro o retén sea construido con piedra, tepetate o de pura tierra. Las hubo también cuyo manejo implicaba solamente agua de lluvia con agricultura de temporal (terrazas secas), y otras que contaron con irrigación a partir de fuentes semipermanentes o permanentes luciendo a manera de escalones, con fuertes muros de contención y superficies de cultivo casi horizontales para distribuir el agua de manera homogénea. (Donkin, 1979; Rojas, 1990). Conocidas igualmente como presas, trincheras (Chihuahua), atajadizos (valle del Mezquital), lama bordo (Mixteca Alta) y tecercas (cuenca de México), este tipo de terrados fueron erigidos en series, hacia el interior y lo ancho de las barrancas mediante muros de piedra con los que se atajan los sedimentos o la "lama" que arrastran las escorrentías es lo que gradualmente formará el sustrato edáfico de una terraza agrícola.

comestibles, en dichos solares pudieron identificarse además algunas variedades de plantas condimenticias y medicinales (Cuadro 2).

Además de los solares domésticos, en los alrededores del sitio igualmente se registraron algunas áreas específicas que en el pasado pudieron corresponder a huertos especializados siendo usados actualmente para el cultivo del agave espadín (*Agave striata*) y de la palma de sombrero (*Brahea dulcis*). Aprovechando principalmente aquellas tierras marginales, la palma hoy día se cultiva en terrenos pedregosos inútiles para cualquier otra práctica agrícola y, por otra parte, el agave se siembra en campos preparados especialmente para ello o como parte de cultivos múltiples (maíz-calabaza-agave) e incluso como cercas vivas para el cuidado de aquellas otras milpas sembradas en suelos de mejor calidad (Figura 10).

Relacionado con la cubierta vegetal original, así como con una mayor retención de humedad en el suelo, puede decirse que el nivel freático en determinados puntos alrededor del antiguo asentamiento debió ser menos profundo de lo que es hoy día. Este hecho pudo constatarse en Roaguía, pues sus habitantes, antes de contar con agua potable entubada, se abastecían del líquido a partir de algunos veneros ubicados en las inmediaciones del poblado, así como de algunos pozos excavados en sus alrededores. Localizados en pequeñas barrancas formadas por los arroyos de temporal, tales nacimientos manan donde suelos ricos en arcilla favorecen el crecimiento de pasto, arbustos e incluso pequeños árboles propiciando que el nivel freático se encuentre cercano a la superficie aún en la temporada de secas. En estos sitios, los antiguos habitantes del Roaguía, igualmente pudieron beneficiarse del vital líquido reteniéndolo mediante la construcción de sencillas obras de mampostería tales como muros bajos y piletas (Figura 11). Así, y tal como se practicaba hasta la década de los noventa en el Valle de Tlacolula (Flores, 2016) el riego a brazo pudo ser una práctica recurrente en los huertos u otras parcelas modificadas mediante cajetes y cercanas a las unidades domésticas del asentamiento prehispánico de Roaguía.

Dadas las particulares condiciones orográficas y climáticas del altiplano oaxaqueño, pudo constatarse que tanto los productores rurales de Roaguía como de muchas otras comunidades en las montañas de Oaxaca desde el pasado hasta hoy día continúan haciendo uso –ya sea de manera alternada o simultánea– tanto de recursos propios de las tierras altas como de aquellos otros que solo pueden encontrarse en las tierras bajas tropicales (Cuadro 3).

A manera de conclusión

Al igual que en muchos otros lugares del ámbito mesoamericano, los antiguos habitantes de Roaguía no solo pudieron implementar una variedad de prácticas agrícolas acordes a los suelos fértiles en los alrededores del asentamiento sino también muy diversas estrategias

de subsistencia basadas fundamentalmente en el manejo múltiple, alternado o simultáneo de los diferentes nichos ecológicos cercanos al lugar. Tales formas de apropiación de los recursos, muchas aún hoy día vigentes, debió asegurarles una amplia gama de recursos a lo largo de todo el ciclo agrícola, involucrando principalmente los cultivos de temporal y de tonamil, junto con otras prácticas de riego, fuese a brazo o mediante la conducción de escorrentías, a partir del abastecimiento permanente de agua dulce desde algunos venenos disponibles en el lugar (Flores, 2016). Sustentados por los datos ambientales y la información arqueobotánica, la información etnográfica resultó de particular relevancia para bosquejar algunas de las estrategias de subsistencia que los antiguos habitantes de Roaguía pudieron implementar (Figura 12).

Ubicadas en distintos pisos altitudinales y con características ecológicas similares a los registrados en el asentamiento prehispánico, las observaciones realizadas en otras comunidades rurales de Oaxaca como la región de la Cañada, la Sierra Norte y los mismos valles centrales, sustentaron ampliamente los modelos referentes al uso y manejo de los recursos agrícolas y no agrícolas durante la ocupación prehispánica en las montañas del suroeste de los valles centrales de Oaxaca (Flores, 2016).

Los antiguos habitantes de Roaguía pudieron apropiarse de una gran variedad de nichos ecológicos distribuidos y a lo largo de un gradiente altitudinal de más de 2 000 msnm de desnivel en los que no solo implementarían una variedad de métodos agrícolas, sino también en los que pudieron hacer uso y aprovechar una amplia gama de recursos no agrícolas. Al fondo de la cañada, por ejemplo, además de los beneficios obtenidos de parcelas permanentemente irrigadas por el “sangrado” del río Guiobehé, contaron igualmente con otros recursos mediante la recolección, así como de la cacería, la pesca y la captura de distintas especies dulceacuícolas. Hacia las laderas de las montañas y en aquellas otras áreas poco propicias para realizar algún tipo de cultivo igualmente dispondrían de una amplia variedad de productos maderables y no maderables con los que no solo completarían sus necesidades de abasto alimenticio sino también de otros bienes de uso cotidiano, como por ejemplo leña para sus hogares, distintos materiales naturales de construcción o destinados para la elaboración de muy distintos artefactos, entre otros. En correspondencia con la estación del año –o más precisamente, en función de la época de lluvias o la de seca– la variedad de recursos susceptibles de ser cazados, colectados o cultivados en los diferentes pisos altitudinales no solo serían manifestaciones propias de la apropiación de la naturaleza, la producción material y la subsistencia de los antiguos habitantes de Roaguía: es también la apropiación de otras esferas menos conspicuas como la de los significados involucrados en todas aquellas formas de adecuación y uso del paisaje natural, así como del uso ritual y simbólico de los manantiales minerales, escenarios que en conjunto, debieron motivar el asentamiento prehispánico en aquel lugar de las montañas oaxaqueñas (Flores, 2016).

Agradecimientos

El texto completo fue publicado por el Centro Peninsular en Humanidades y en Ciencias Sociales de la UNAM, con apoyo de los proyectos PAPIIT 401112 y 404015. La presentación de este trabajo en la Primera Reunión Nacional de la Red Conacyt de Sistemas Agroforestales de México, en la UABCS, fue apoyada tanto por la red SAM, como por la red sobre Patrimonio Biocultural.

Bibliografía

- Álvarez, L. R. (1998). *Geografía general del estado de Oaxaca*. Oaxaca, México: Carteles Editores.
- Barrera, T. (1946). *Guía geológica de Oaxaca*. México: Instituto Geológico de México / Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bradomín, J. M. (1992). *Toponimia de Oaxaca*. Oaxaca, México: Imprenta Camarena.
- Bravo-Hollis, H., y Sánchez-Mejorada, H. (1991). *Las Cactáceas de México. (Vol 2)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Córdova, F. J. de. (1987). *Vocabulario en lengua zapoteca (1578)*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia / Ediciones Toledo.
- Challenger, A. (1998). *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México*. México: Sierra Madre / Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Donkin, R. A. (1979). *Agricultural terracing in the Aboriginal New World*. (Viking Fund Publications in Anthropology, 56). Tucson, Arizona: The University of Arizona Press
- Flannery, K. V. (1973). *Prehistory and Human Ecology of the Valley of Oaxaca*. (Memoirs No. 7). Ann Arbor: University of Michigan, Museum of Anthropology.
- Flannery, K., Kirkby, A., Kirkby, M. y Williams, A. (1967). Farming systems and political growth in ancient Oaxaca. *Science*, 158, 445-454.
- Flannery, K. y Marcus, J. (1983). *The Cloud People: Divergent Evolution of the Zapotec and Mixtec Civilizations*. Ann Arbor: University of Michigan / Academic Press
- Flores, A. y Manzanero, G. (1999). Tipos de vegetación del estado de Oaxaca. En M. A. Vásquez Dávila (ed.). *Sociedad y naturaleza en Oaxaca*, Núm. 3: *Vegetación y flora* (pp. 7-4). México: Instituto Indigenista Interamericano / Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología / Instituto Tecnológico Álvaro Obregón, Oaxaca.
- Flores-Granados F. (2003) *Informe del "Proyecto arqueológico Hierve el Agua, Oaxaca, México"*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia / Consejo de Arqueología.
- Flores-Granados, F. (2010). Hierve el Agua, un lugar naturalmente sagrado. *Aprender*, 2(6), junio-julio 2010, 24-27.
- Flores-Granados, F. (2016). *Apropiación cultural del paisaje natural en la época prehispánica: Hierve el Agua*. (Serie Regiones). Mérida, Yucatán: Centro Peninsular en Humanidades y en Ciencias Sociales / Universidad Nacional Autónoma de México.
- Flores-Granados, F., y García, T. (2002). Debating Hierve el Agua: Nuevas evidencias, nuevos problemas. En *Quinto Simposio Internacional Bienal de Estudios Oaxaqueños*, Memorias del Instituto Welte para Estudios Oaxaqueños, A. C. Oaxaca.
- Flores-Granados, F., y Pecci, A. (2003). Transformación cultural del paisaje natural en tiempos prehispánicos. En D. Domenici, C. Orsini y S. Venturoli (eds.). *Il sacro e il paesaggio nell'America indigena*. (Actas del congreso internacional Lo Sagrado y el paisaje en la América indígena: Cómo el hombre interpreta la relación con su medio). Universidad de Bologna, Italia. LEXIS 1 / Biblioteca di Scienze Umane 14.
- Hewitt, W. P., Winter, W., y Peterson, D. A. (1987). Salt Production at Hierve el Agua, Oaxaca, México. *American Antiquity*, 52(4), 799-816.
- Kirkby, A. (1973). The use of land and water resources in the past and present, Valley of Oaxaca, Mexico. En K. Flannery y A. Kirkby, (eds.). *The Use of Land and Water Resources in the Past and Present Valley of Oaxaca, Mexico*. Ann Arbor: University of Michigan Press. doi: 10.3998/mpub.11396189

- Neely, J. (1967). *Organización hidráulica y sistemas de irrigación prehistóricos en el Valle de Oaxaca* (Boletín 27 INAH), 15-17
- Neely, J. A., Caran, C. y Winsborough, B. M. (1990). Irrigated Agriculture at Hieve el Agua, Oaxaca, México. En J. Marcus (ed.). *Debating Oaxaca*. Ann Arbor, Michigan: University of Michigan.
- Rojas Rabiela, T. (1990). Época prehispánica. En T. Rojas Rabiela (coord.). *La agricultura en tierras mexicanas desde sus orígenes hasta nuestros días*. (15-138) (Los Noventas 71). Mexico: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes / Grijalbo.
- Rojas Rabiela, T. (2001). La tecnología agrícola. En L. Manzanilla y L. López Luján (coords.). *Historia Antigua de México*. (pp. 13-68) (Vol. IV). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia / Universidad Nacional Autónoma de México / Porrúa.
- Rojas R., T., y Sanders, W. T., (1985). La tecnología agrícola mesoamericana en el siglo XVI. En R. T. Rojas y W. T. Sanders (eds.). *Historia de la Agricultura. Época prehispánica-siglo XVI* (Tomo 1) (pp. 128-232) (Colección Biblioteca). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Rzedowski, J. (1965). Relaciones geográficas y posibles orígenes de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana*, 29, 121-177.
- Rzedowski, J. (1981). *La vegetación de México*. México: Limusa-Noriega Editores.
- Smith, C. E. (1978). *The Vegetational History of the Oaxaca Valley*. (Memorias del Museo de Antropología. Número 10). Ann Arbor: University of Michigan.
- Winter, M. (1985). Los Altos de Oaxaca. En T. Rojas Rabiela y W. T. Sanders (eds.). *Historia de la Agricultura. Época prehispánica-siglo XVI*, (Tomo 2) (pp. 76-124). (Colección Biblioteca). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia / Consejo de Arqueología.
- Winter M. (1994). La zona oaxaqueña en el Clásico. En L. Manzanilla y L. López Luján (coords.). *Historia Antigua de México*. (Vol. 2) (pp. 41-62). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia / Universidad Nacional Autónoma de México / Porrúa.

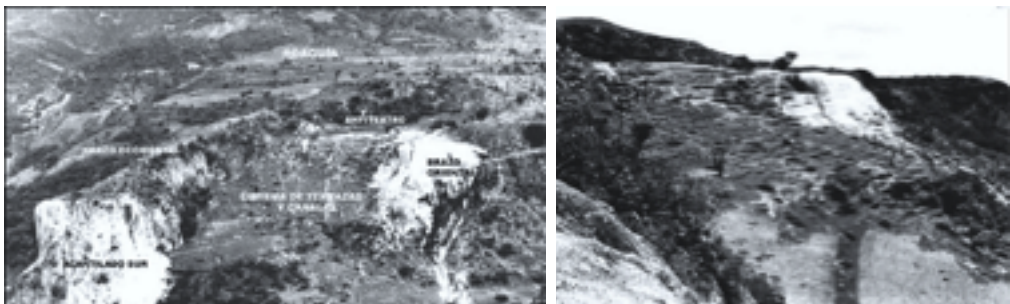


Figura 1. a) Vista general del poblado y sitio arqueológico de Roaguá. b) Área central, y en primer plano al centro, sistema de terrazas y canales; en la parte superior, plataforma calcárea y zona de manantiales; a la derecha, escurrimientos y canales del brazo oriental (tomadas de Neely, Caran y Winsborough, 1990, 133. Con autorización del autor).

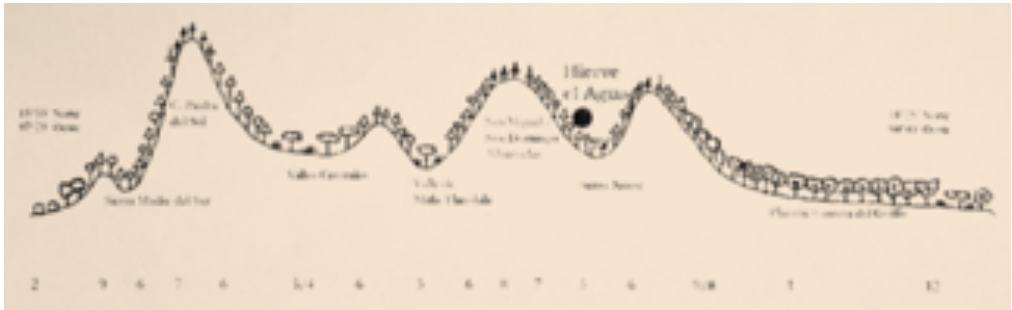


Figura 2. Principales formaciones vegetales a lo largo del gradiente altitudinal en el que se ubica Roaguía, desde el nivel medio del mar, hasta cerca de los 3 800 m de la altitud: Bosques, 1. tropical perennifolio, 2. tropical subcaducifolio, 3. caducifolio, 4. espinoso, 5. matorral xerófilo, 6. bosques de quercus, 7. pinus-quercus, 8. de coníferas, 9. mesófilo de montaña, 10. Pastizal, 11. Vegetación acuática y subacuática, 12. pastizal marino (reelaborado de Álvarez, 1998).



Figura 3. Perfil altitudinal de las principales unidades de vegetación hacia las vertientes suroeste y noreste de las montañas de Roaguía, y con respecto al asentamiento prehispánico (Flores, 2003).



Figura 4. a) cultivos de ladera hacia el piedemonte y cercanos a Roaguía;
b) afloramientos rocosos bajo el brazo occidental donde se siembra maíz-calabaza mediante un sistema tipo tlacolol de texcal mismo que también se practica en los terrenos calcáreos de San Lorenzo Alabarradas para el cultivo de la palma de sombrero (*Brahea dulcis*) (Flores, 2003).



Figura 5. Unidad doméstica tradicional, troje, y milpa de tonamil de invierno en terreno nivelado y cercano al poblado de Roaguía (Flores, 2003).



Figura 6. Terrazas de ladera prehispánicas en Apoala, Mixteca Alta, Oaxaca (Flores, 2010).

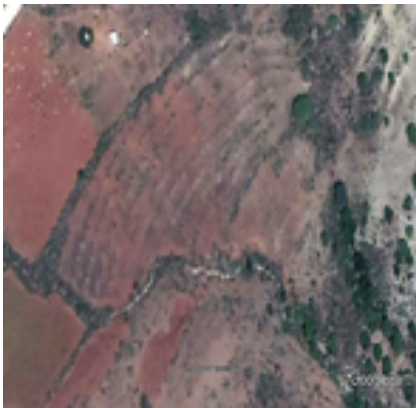


Figura 7. Metepantles arqueológicos en las laderas orientales de Roaguía (vista satelital actual $16^{\circ}52'34.94''$ N; $96^{\circ}16'19.07''$ O, a 1798 m. 11/0372015), y reutilizados hoy día (Flores, 2010).

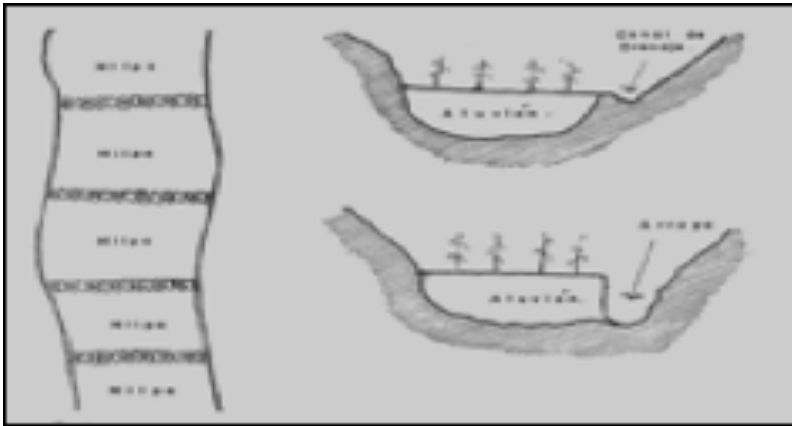


Figura 8. Esquema de terraza tipo lama-bordo en la Mixteca Alta (tomado de Winter, 1985: 105. Con autorización del autor).



Figura 9. a) casas en Roaguía erigidas sobre plataformas prehispánicas reutilizadas; y b) huerto familiar adyacente a unidad doméstica (Flores, 2003).



Figura 10. a) unidades domésticas tradicionales erigidas sobre plataformas prehispánicas reutilizadas y nivelada con piedra y tierra apisonada, b) materiales constructivos para el techo hojas de palma (*Brahea dulcis*), postes y soportes el ocote (*Pinus* sp.), y para las paredes de bajareque, carrizos (*Croton* sp.) y lodo (Flores, 2003).



Figura 11. Pozo de agua dulce excavado en el fondo de una cárcava en Roaguía, y cuyo nivel freático se encontraba a 1.5 m de la superficie en el mes de mayo, al final de la temporada seca (Flores, 2003)



Figura 12. a) interior de unidad doméstica tradicional; b) campo de temporal preparado previo a la siembra y solar doméstico (Flores 2003).

Cuadro 1. Principales componentes de las unidades de vegetación reconocidas en las vertientes suroeste y noreste de Roaguía ocupación prehispánica del lugar (Flores, 2016, 43-50).

Unidad de Vegetación I

A partir del lecho del río Guiobehe a 1 400 m, y hasta la cota en la que se ubica Roaguía (1 600 a los 1 800 m), existe una franja de vegetación compuesta esencialmente por dos diferentes formaciones que, aunque se traslapan, pueden ser distinguidas entre sí como subunidades 1 y 2, de acuerdo con la abundancia relativa de especies diagnósticas, así como por su predominio y patrones de distribución. Subunidad 1: caracterizada como Bosque Tropical Caducifolio (BTC), esta comunidad se desarrolla por debajo de los 1500 m de altitud, en zonas con tipo climático BS1 que predominan a lo largo del cauce del río Guiobehe. Con una temperatura superior a los 20° C, y una época de sequía de 5 a 8 meses, la mayoría de las especies presentes expresan una marcada caducifoliedad, y en Roaguía se distribuyen de manera homogénea por el fondo de la cañada donde prevalece un clima más seco y cálido. Hacia el suroeste, en dirección a San Baltasar Guelavila, la formación abarca solo unos 3 kilómetros mientras que río abajo, en las barrancas al noroeste del sitio la entidad se extiende poco más de 7 kilómetros. Al parecer, la combinación de factores como altitud, orientación, humedad y una temperatura más elevada propician en esta zona el desarrollo de comunidades arbóreas riparias de las que se reconocieron géneros como, *Alnus*, *Ficus*, *Guazuma*, y *Salix*. Igualmente, desde el lecho del río y hasta poco más de los 1600 m, se observan géneros representativos del bosque tropical caducifolio entre los que destacan, *Accacia*, *Agave*, *Bursera*, *Bumelia*, *Ceiba*, *Erythrina*, *Ipomea*, *Lysiloma*, *Lonchocarpus*, *Morisonia*, *Stenocereus* junto con la familia Leguminosae entre otros (Flores y Manzanero, 1999: 19). Entre 1250 y 1500 m, y aflorando sobre manchones de suelos calizos al oeste y principalmente al este del sitio, se observan palmares bajos de *Brahea dulcis* que, junto con el cultivo de agave mezcalero, hoy día representan importantes fuentes de ingreso para los habitantes de la zona (Acevedo y Vázquez, 1995: 71-79). Subunidad 2: Entre los 1460 y 1550 m, se nota una paulatina sobreposición entre la vegetación tropical caducifolia, cada vez menos predominante con respecto a la siguiente formación vegetal que se desarrolla conforme aumenta la altura. Montaña arriba, en la zona de ecotono prevalecen en el paisaje manchones de matorral xerófilo (MX) compuesto de arbustos o matorrales (*Calliandra*, *Croton*, y *Neopringlea*), cactáceas y opuntias, asociación vegetal que igualmente prospera en localidades con clima tipo BS1 (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991). Aunque esta formación se extiende de manera uniforme por las laderas entre los 1480 y 1680 m, a partir de esta última cota su presencia disminuye notablemente.

Unidad de Vegetación II

El macizo calcáreo en el que se asienta Roaguía no solo constituye un rasgo geomorfológico determinante en la distribución de los tipos de suelo sino también en el arreglo de las unidades de vegetación en la zona. Coincidiendo con la influencia que ejercen la altitud y la humedad en la distribución de las plantas, su ubicación en la montaña hace de dicha estructura una especie de barrera natural que actúa sobre las comunidades vegetales típicas de las tierras bajas y calientes, con respecto a aquellas otras que se desarrollan en tierras altas y frías.

Aunque en la zona nuclear del sitio arqueológico es difícil de apreciar, en las cercanías del asentamiento puede observarse cómo, alrededor de los 1620 m, el matorral xerófilo comienza a traslaparse no solo con la unidad III, sino también desaparece prácticamente hacia la zona de suelos aluviales más propicios para el cultivo de temporal que para el crecimiento de cactáceas y agaves. A pesar de la intensa perturbación y deforestación actual, la franja de Bosque de *Quercus* (BQ) se desarrolla de manera uniforme a partir de los 1680 m, distribuyéndose esta misma hasta las cimas de los cerros Buenavista (2300 m) y El Plan (2300 m). Presente en todos los sistemas montañosos de Oaxaca, entre los 100 y 3000 m y preferentemente en lugares con clima A(C)w y Aw, esta comunidad vegetal aún es poco conocida (Flores y Manzanero, 1999: 26), y a pesar de las limitaciones intrínsecas en la identificación del género *Quercus*, el mosaico vegetal desde el piedemonte en Roaguía y hasta los 2400 m, incluyó especies de encinos como *Q. laurina*, *Q. liebmannii*, *Q. chinantlensis*, y *Q. sororia*, que se acompañan de otras especies como *Oreopanax xalapensis*, *Ternstroemia pringlei* y *Phoebe* sp., junto con algunos géneros de matorral xerófilo como *Calliandra* sp., *Croton* sp., *Agave* sp., *Opuntia* sp., y *Neomammillaria* sp.

Unidad de Vegetación III

La comunidad vegetal caracterizada por la asociación de diferentes especies de *Pinus* y *Quercus*, con dominancia de los primeros, se considera como una categoría particular debido principalmente a las grandes extensiones que ocupa en todos los sistemas montañosos de la entidad al igual que en otras zonas de la región mesoamericana de montaña. Así, las formaciones boscosas de *Pinus-Quercus* (BPQ), se ubicaron entre los 300 a los 2500 m de altura relacionadas generalmente con zonas de clima templado como por ejemplo, en la vertiente suroriental de las serranías de Nueve Puntas (2600 m) y del Guiarú (2510 m), donde el bosque de *Quercus* deja de predominar y comienza a diversificarse no solo por la presencia de diferentes especies de robles y encinos sino también por el desarrollo de de *Pinus oaxacana*, *P. teocote*, *P. lawsoni*, *P. herrari*, *P. leiophylla* entre otras especies. De igual forma, hacia las cumbres de los cerros se aprecia también la coexistencia de dichas especies junto con otras como *Quercus crassifolia*, *Q. castanea*, *Q. magnoliifolia*, *Alnus* sp., *Arbutus xalapensis*. En correspondencia con la información meteorológica y los valores higrométricos en la región (INEGI, 1997), las observaciones en campo permitieron constatar que hacia la vertiente sur y sureste de dichas elevaciones, la asociación de *Pinus-Quercus* es la predominante mientras que en la vertiente norte que desciende hacia el valle de Mitla y Tlacolula, se observa una marcada disminución de *Quercus*, destacando en el paisaje diversos manchones formados principalmente por algunas especies del género *Pinus*.

Cuadro 2. Principales especies cultivadas en los huertos domésticos en Roaguía, el registro se hizo en el mes de noviembre del 2003 (Flores, 2003).

Especies cultivadas	Nombre local
<i>Achras zapota</i> L.; <i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen (1953).	Zapote Chirimoya o guanábana
<i>Annona</i> L.	Huautli o amaranto
<i>Amaranthus</i> L.	Achiote
<i>Bixa orellana</i> L.	Nanche
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth (1822)	Chiles
<i>Capsicum</i> L.	Epazote, quintonil
<i>Chenopodium ambrosioides</i> Hance	Jícara
<i>Crescentia cujete</i> L.	Tronador, chepil
<i>Crotalaria longirostrata</i> Hook. y Arn.	Calabacita chomba
<i>Cucurbita pepo</i> Vell.	Flor de nochebuena
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch.	Aguacate, tonalahuate
<i>Persea americana</i> Mill.	Hierba santa
<i>Piper sanctum</i> Miq.	Chayote
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Guaje
<i>Leucaena esculenta</i> Benth.	Nopalillo o lengua de vaca
<i>Nopalea auberi</i> Salm-Dyck	Pitayo o xoconoxtle
<i>Stenocereus</i> Riccob.	Nopal, tunillos, xoconostles
<i>Opuntia</i> spp. Mill.	Pericón y cempoalxochitl
<i>Tagetes</i> L.	Garambullo
<i>Myrtillocactus</i> Console	Romero
<i>Suaeda nigra</i> J.F. Macbr.	Camote
<i>Ipomoea</i> sp.; L., 1753	Verdolaga
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Maíz
<i>Zea mays</i> ; L.	

Cuadro 3. Principales especies identificadas en aquellas unidades de vegetación que pudieron predominar durante la época de ocupación del asentamiento prehispánico en la región de Roaguía (Flores, 2003)

Formación vegetal	Principales especies	Nombres locales
Bosque Tropical Caducifolio (BTC) (incluyendo los géneros: Alnus, Ceiba, Ficus, Ipomoea, Lonchocarpus, Salix, Guazuma Stenocereus, entre otros).	<i>Achras zapota</i> L.	Zapote
	<i>Ficus petiolaris</i> Kunth	Amate amarillo
	<i>Heliocereus speciosus</i> (Cav.) Britton y Rose	Pitaya o xoalacatl
	<i>Ipomoea</i> sp. L., 1753; <i>Ipomoea tryanthina</i> Lind.,	Guaje, manto o cazahuate
	<i>Crescentia alata</i> Kunth	Cuastecomate
	<i>Pileus mexicanus</i> I.M.Johnst.	Bonete
	<i>Cercidium praecox</i> Harms	Palo verde
	<i>Senecio praecox</i> DC.	Palo loco
	<i>Beaucarnea oedipus</i> Rose; <i>Dasyliiron gracile</i> (Lem.)	Izote
	<i>Cissus sicyoides</i> L.	Temecate, bejuco
	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd. <i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson)	Huizache o tehuixtle
	<i>Bursera</i> Jacq. ex L.	Cuajote colorado, copal
	<i>Cassia emarginata</i> Clos	Tepeguaje
	<i>Cephalocereus senilis</i> (Haw.) Pfeiff.,	Viejito
	<i>Echinocactus</i> sp.	Biznaga
	<i>Fouquieria formosa</i> Kunth	Ocotillo o rabo de iguana
	<i>Jatropha urens</i> L.	Mala mujer
	<i>Leucaena esculenta</i> Benth.	Huaje o guaje
	<i>Neobuxbaumia tetetzo</i> (F.A.C.Weber ex K.Schum.) Backeb.	Gigante o teteche
	<i>Nopalea</i> Salm-Dyck	Nopales
	<i>Opuntia</i> (L.) Mill.	Nopaillo o lengua de vaca
	<i>Opuntia pumila</i> Rose.	Cholla
	<i>Stenocereus</i> Riccob.	Cardón
<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate, tonalahuate	

CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA

Cuadro 3. VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR

Formación vegetal	Principales especies	Nombres locales
Matorral Xerófilo (MX)	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd. <i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson)	Huizache o tehuixtle
	<i>Aporocactus conzattii</i> Britton y Rose	Junco
	<i>Agave</i> sp. y <i>Agave asperrima</i> Jacobi	Magueyes y Maguey cenizo
	<i>Agave lechuguilla</i> ; Torr., 1859	Lechuguilla
	<i>Agave stricta</i> Salm-Dyck	Espadín
	<i>Ferocactus macrodiscus</i> ssp. (Torr. y Grant) Britton y Rose	Biznaga
	<i>Brahea dulcis</i> Mart.	Palma de sombrero
	<i>Croton ciliatoglandulosus</i> Ortega ex Steud.	Jaras
	<i>Heliocereus speciosus</i> (Cav.) Britton y Rose	Órgano
	<i>Ipomoea pauciflora</i> M. Martens y Galeotti	Hierba santa
	<i>Stenocereus</i> Riccob.	Órganos o pitayos
	<i>Mimosa polyantha</i> Benth.	Uña de gato
	<i>Malpighia mexicana</i> A.Juss.	Nanche rojo
	<i>Myrtillocactus geometrizans</i> Console	Garambullo
	<i>Neobuxbaumia tetetzo</i> (F.A.C.Weber ex K.Schum.) Backeb.	Gigante o teteche
	<i>Nopalea auberi</i> Salm-Dyck	Nopal
	<i>Neomammillaria</i> Britton y Rose	Biznaga
	<i>Opuntia pilifera</i> F.A.C.Weber,	Nopales, tunillos, xoconostle
	<i>Opuntia pumila</i> Rose	Cardón
	<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Pericón
	<i>Pereskiaopsis pititache</i> Britton y Rose	Mezquite
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Mezquite
	<i>Pachycereus marginatus</i> (DC.) Britton y Rose	Cardón
	<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb.	Pitaya
	<i>Ipomoea</i> sp. L.	Guaje
	<i>Malpighia mexicana</i> A.Juss.	Mala mujer
	<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	Nopal cardón
	<i>Opuntia cholla</i> F.A.C.Weber	Cholla
	<i>Opuntia microdasys</i> ; (Lehm.) Pfeiff.	Nopal cegador
	<i>Opuntia pubescens</i> H.Wendl. ex Pfeiff.,	Nopal crinado o piaviachi
<i>Opuntia leucotricha</i> DC.	Nopal cascarón	
<i>Pereskiaopsis pititache</i> Britton y Rose	Pititache	
<i>Pachycereus marginatus</i> (DC.) Britton y Rose	Mezquite	
<i>Euphorbia antisiphylitica</i> Zucc.	Candelilla	
<i>Jatropha urens</i> L.	Mala mujer	

Formación vegetal	Principales especies	Nombres locales
Bosque de <i>Quercus</i> (BQ)	<i>Quercus laurina</i> Liebm. ex A.DC.	Encinos de cáscara amarilla, de cáscara negra
	<i>Quercus liebmannii</i> Oerst. y Trel.	
	<i>Quercus chinantlensis</i> Liebm.	
	<i>Quercus sororia</i> Liebm	
	<i>Oreopanax xalapensis</i> Decne. y Planch.	Mazorco
	<i>Arctostaphylos</i> Adans.	Manzanita
	<i>Amelanchier</i> Medik.	Madroño
	<i>Agave</i> L.	Magueyes
	<i>Neomammillaria</i> Britton y Rose	Biznagas
Bosque de Pinus- <i>Quercus</i> (BPQ)	<i>Pinus oaxacana</i> Mirov	Pino
	<i>Pinus lawsonii</i> var. <i>gracilis</i> (Roezl ex Gordon) Debreczy y Rácz	Pinocote
	<i>Pinus herrerae</i> Martínez	Ocote
	Pinus teocote; Schiede ex Schtdl. y Cham.	Teocote, pino teocote
	<i>Quercus obtusata</i> Bonpl.; <i>Quercus magnoliifolia</i> Née	Encinos
	<i>Alnus</i> Mill.	Roble
	<i>Tillandsia prodigiosa</i> Baker	Pie de gallo
Bosque de Coníferas (BC)	<i>Pinus strobus</i> , <i>P. Oaxacana</i> , <i>P. lawsoni</i>	Pinos, ocotes
	<i>Q. crassifolia</i> , <i>Q. magnoliifolia</i> .	Encinos
Vegetación halófito (VH)	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene; <i>Distichlis stricta</i> (Torr.) Rydb.	Pastos, zacates
	<i>Equisetum</i> L.; <i>Panicum</i> L.; <i>Eragrostis</i> Wolf.	Pastos, zacates
	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Epazote, quintonil
	<i>Chenopodium berlandieri</i> Moq.	Quintonil
	<i>Suaeda nigra</i> J.F.Macbr.	Romero
	<i>Polygonum</i> L.	Junquillo
	<i>Amaranthus</i> Adans.	Quintoniles, huautli
	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga
<i>Opuntia</i> (L.) Mill.	Chollas	

2.2 Los archivos históricos: fuentes de estudio para el pasado agroforestal de Michoacán

Yaminel Bernal Astorga¹

Correo de correspondencia: ybernal@enesmorelia.unam.mx

Resumen

Los archivos históricos, espacios responsables de salvaguardar la memoria de toda sociedad, trabajan como dispositivos de información que dan cuenta de los hechos y las acciones emprendidas en el pasado. La multiplicidad de tópicos en ellos es una característica, sobre todo cuando se habla de documentos escritos por instituciones públicas. La presente investigación parte de la noción del documento archivístico como una herramienta metodológica, que brinda la posibilidad de volver a “lo dicho”, para identificar el carácter enunciativo en el manejo agroforestal.

Para ello, se estudian dos tipologías de documento generadas en contextos y con alcances diferentes: la *Gaceta Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de Michoacán* de finales del siglo XIX, y la revista *El Maestro Rural* de mediados del siglo XX; ambos ofrecen discursos sobre el manejo de la tierra, los cultivos y los actores; sin embargo, el primero, al tratarse de una fuente semioficial, se perfila con mayor interés en los procesos exitosos de cultivo y en la dicotomía entre productor y proceso de siembra. Entretanto, la revista se direcciona a una etapa en la cual el profesor traspasa el salón de clases para transformarse en el guía de las comunidades –principalmente, las rurales e indígenas–, de tal forma que ya no solo enseña a leer y escribir, también debe educar en materia de salud, del campo, de los oficios, etcétera. Así, el objetivo es entrever parte del pasado agroforestal en México a partir del documento archivístico, y con ello reconocer actores y acciones aplicadas tanto al uso y manejo de suelos como al esfuerzo de vinculación social del Estado.

Palabras clave: documento archivístico, Michoacán, cultivo, *Gaceta oficial*, *El Maestro Rural*

¹ Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, UNAM

Abstract

The Historical Archives, spaces responsible for safeguarding the memory of every society, work as information places that give account of the facts and actions undertaken in the past. The multiplicity of topics is a characteristic of them, especially when it comes to files written by public institutions. This research consider the notion of the archival document as a methodological tool that provides the possibility of returning to “what was said” to identify the expository character in agroforestry management.

To do so, two types of documents generated in different contexts and scopes are studied: Gaceta Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de Michoacán [Official Gazette of the Government of the Free and Sovereign State of Michoacán], from the end of the nineteenth century; and the magazine El Maestro Rural [The Rural Teacher], from the middle of the twentieth century. Both offer speeches about crop management. The first document, a semi-official source, pays more attention to successful cultivation processes and the dichotomy between the producer and planting process. On the other hand, the magazine refers to a phase when a teacher goes further of the classroom and become a guide for the communities, mainly rural and indigenous. This said teacher not only teaches how to read and write, but also educates in areas like health, farming, jobs, etc. Thus, the objective is to see part of the Mexican agroforestry in the past from the archival document perspective, and recognize actors and actions applied not only to the use and handling of soil, but also as a social vinculation aim from the Government.

Keywords: archival document, Michoacán, growing, *Gaceta Oficial*, *El Maestro Rural*

Introducción

Los Archivos² históricos funcionan como un entretrejido de narrativas que se urden a partir de las acciones, las decisiones, las imágenes, los sonidos, los nombres y los rostros que se manifiestan en el pasado y el presente de una sociedad. Hablamos, pues, de espacios a los que se retorna constantemente para encontrarse con los hechos que son objeto de estudio e interpretación: son lugares de memoria, contruidos de manera individual y colectiva, que poseen información desde la cual edificar el conocimiento.

El acervo que resguardan los archivos históricos en materia agroforestal y ambiental es significativo. La pista puede seguirse mediante los diferentes expedientes, que en muchos Archivos se localizan desde la época colonial hasta el día de hoy: iconográficos, hemerográficos, fotográficos; al igual que cédulas, bandos, decretos, mapas, etc. La tipología documental y los asuntos son diversos. Todo lo que en algún momento se pensó sobre las sociedades rurales como los sistemas agroforestales puede rastrearse desde estas fuentes.

² Para fines de este trabajo se utiliza Archivo con mayúscula para referirse a la institución, en tanto que en minúscula para remitirse al acervo documental que resguarda (Heredia, 1987).

La propuesta, entonces, es detenernos en dos tipos de documentos con espacios, tiempos y alcances diferentes. El primero será la *Gaceta Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de Michoacán* de finales del siglo XIX, documento informativo donde se publicaban resoluciones e información de interés para la sociedad. En la *Gaceta* era posible encontrar la participación de especialistas sobre diversos temas, a diferencia del *Periódico Oficial del Estado*,³ que circunscribía únicamente la voz oficial.

La *Gaceta* estaba conformada de varias secciones: semblanzas, gacetillas, notas relacionadas con las visitas de personalidades, anuncios sobre titulación de jóvenes, noticias internacionales, sección de avisos y venta de productos. El apartado sobre agricultura se consolidaría luego de los primeros números.⁴

Los finales del siglo XIX, época de la *Gaceta*, corresponden a un parteaguas en la ciencia, que poco a poco cobraba mayor relevancia en México y en el mundo. Las distintas disciplinas de estudio pretendían explicarse desde aquella teniendo como primicia el método científico y la experimentación. Se trataba de una revolución intelectual, tecnológica y discursiva cuyo propósito era hacer las cosas de un modo diferente; la ciencia decimonónica se posicionó como mecanismo para legitimar la verdad en términos institucionales, sociales y de poder. A este contexto hay que sumarle el apoyo del Estado. Así, la *Gaceta* funcionó como un órgano informativo y de control capaz de transformar saberes y prácticas; impactando con ello tanto la vida de las personas como la de los espacios públicos y privados.

Nuestro segundo documento nos remite al siglo XX, en tiempos de la posrevolución mexicana: *El Maestro Rural* (Ruíz, 2013). El preámbulo es por demás complejo como resultado de las vicisitudes entre las relaciones de poder y una población recuperándose de la Revolución iniciada en 1910. Claramente, estaban latentes los esfuerzos por consolidar un proyecto de nación. *El Maestro Rural* tendría dos momentos cruciales en su discurso, uno al comienzo en tiempos del Maximato (1929-1934), y otro más sucedería con el Cardenismo (1934-1940).

La revista abordó una política educativa y esperanzadora para el campo. Pretendía funcionar como herramienta para forjar ciudadanos en las comunidades rurales e indígenas del país.

El objetivo de las siguientes páginas es entrever parte del pasado agroforestal en México a partir del documento archivístico, lo que ayudará a reconocer actores y acciones aplicadas tanto al uso y manejo de suelos como al esfuerzo de vinculación social propio de una nación en diferentes momentos de su construcción. Para ello, hemos planteado a manera de preguntas de investigación ¿cuáles fueron los alcances discursivos para las comunidades rurales e indígenas a partir de estos documentos archivísticos? Y ¿qué visión del campo y sus actores se forjó con estas experiencias?

3 El *Periódico Oficial* era definido, ya desde el siglo XIX, como el medio que “tiene por objeto dar a conocer a los ciudadanos las leyes, reglamentos y resoluciones dictadas por los poderes públicos, y todos los actos administrativos que, en virtud de las disposiciones legales o por interés del Gobierno, sea necesario publicar” (*Periódico Oficial del Estado*, 1893, p. 5).

4 En su momento, este documento llegó a venderse jueves y viernes de la semana. La suscripción para la capital de la entidad era de 50 centavos mensuales y 62 para el resto de los municipios.

El documento archivístico y la posibilidad del retorno a...

El hombre, con el tiempo, ha buscado los mecanismos para registrar aquello que resulte relevante tanto para sí mismo como para los demás. Esta necesidad por comunicar un testimonio lo ha llevado a grabar el mensaje en distintos soportes: piedra, papel, óleo, video, audio, película, fotografía; incluso en su propio cuerpo. Los medios que ha dispuesto para grabarlos realmente son múltiples, sobre todo, porque han evolucionado conforme los intereses de las personas, las instituciones y los avances tecnológicos. De esta forma, el mensaje comprende ese código cargado de signos que ayuda a entender lo que el emisor quiere decir; el objetivo es que pueda descifrarse de la manera correcta y, también –si así se requiere– preservarse. En suma: el mensaje se desplaza entre el emisor y el receptor como fuente de información para ser entendida y utilizada.

Un Archivo emerge poco a poco, refiere a una entidad en donde se localizan una serie de documentos ordenados cuya información “dice algo” acerca de quien lo elaboró –llamada unidad productora– y, por consiguiente, hay un interés para organizarlo, catalogarlo, resguardarlo, consultarlo, difundirlo... hablamos, pues, del quehacer de la archivística. Al respecto, Estela Islas Pérez, quien parte del planteamiento de Antonia Heredia, la describe como la ciencia que:

estudia la naturaleza de los archivos, los principios de conservación y organización y los medios para su utilización. Su objeto de estudio, los archivos, y su finalidad, la del servicio de los archivos a la sociedad, ya sea a la institución que sirve o a los investigadores (Islas, 2003, 60).

Esta ciencia tiene por objeto de estudio el documento, que bien puede abordarse desde la perspectiva de la diplomacia, el derecho, la historia o hasta de la etimología. Esta última deriva la palabra “documento” del latín: *docere*, que indica “enseñar” (Islas, 2003, 43); por tanto, el documento archivístico tiene como fin último mostrar algo, y por ello es que se le ha conservado en el tiempo: porque la información resulta significativa. Lo anterior conduce a que dicho concepto se aborde de manera objetiva y subjetiva. Evidentemente, la primera engloba el hecho de comunicar y la segunda se vincula al análisis del que es objeto el mensaje. Rodríguez establece que la variable

subjetiva es construida en el pensamiento de los receptores y es entendida y localizada en un específico contexto de tiempo-espacio. En contraste, la información objetiva es una entidad externa, que llega a ser un objeto autónomo y no controlado o influido por el productor ni por el receptor (Rodríguez, 2002, 68).

El trabajo subjetivo del documento archivístico es la clave para la investigación: el punto es qué hacemos con ese mensaje, a dónde lo llevamos y en qué lo convertimos.

Señalaba que un documento se guarda porque tiene un fin, porque la información que contiene es de interés: el valor está en que ayuda a descifrar las formas de pensamiento de una sociedad. De tal manera, hay documentos cuya información sirve para un periodo corto de tiempo, pero también están aquellos cuyo contenido trabaja como fuente de saber, como instrumentos que ayudan a la reconstrucción del pasado.

Lo mencionado convierte al documento –con todo y su información– en objeto de estudio,⁵ pues, sin importar el soporte, ayuda a recuperar la memoria colectiva y a partir de ello podemos construir el entretejido de interpretaciones.

La propuesta está encaminada a entender que el documento archivístico da la posibilidad de tratarlo en su carácter enunciativo: el *retorno a...*, proceso que parte del ejercicio reflexivo de Michel Foucault, esto en relación a la conferencia impartida por el filósofo en la Universidad de Búfalo en 1970, bajo el título “¿Qué es un autor?” momento que analiza la relación entre el *autor* con la escritura y la obra, en donde subraya

En efecto, para que haya retorno es preciso, primero, que haya habido olvido, no un olvido accidental, no un ocultamiento debido a alguna incompreensión, sino olvido esencial y constitutivo. En efecto, el acto de instauración es tal, en su misma esencia, que no puede ser olvidado [...] La instauración discursiva así olvidada es a la vez la razón de ser del cerrojo y la llave que permite abrirlo, de modo que el olvido y el impedimento del retorno mismo no pueden cesar más que por el retorno (Foucault, 1999, 347)

Así, el *retorno a...* no es un descubrimiento ni tampoco una reactualización, es la posibilidad de observar lo que siempre ha estado frente a nosotros con nuevos ojos; es explicar de otra manera lo que tanto ha sido dicho. La información que contiene un documento archivístico amerita estudiarse una y otra vez, pero también desde diferentes enfoques disciplinarios y metodológicos. Los casos de la *Gaceta Oficial* y *El Maestro Rural* no solo son fuente para historiadores o juristas, lo son también para estudiosos sobre educación, cultura, agricultura, política, salud, arte... las posibilidades son diversas. Un documento –cual cerrojo– estará dándonos algo distinto conforme el lector cambie –cual llave–.

5 El manejo o análisis del documento como probatorio o veraz desarrollará otra disciplina de estudio: la diplomacia, que se centra en todo el conjunto del documento, examinado de manera científica. En el pasado, el diplomata confería la autenticidad y la calidad de los documentos, tenía la capacidad de extraer todos los elementos de contenido aptos para ser utilizado a su conveniencia ya sea para un historiador, jurista o archivista. Era un estudioso del contexto en el cual emergía el documento. En la actualidad, la diplomática autentifica, pero también permite identificar cómo mejorar o simplificar procesos administrativos y servicios, lo que ayuda a la reducción de papel y con ello de espacio en los acervos, para la valoración de éstos: saber qué dar de baja y qué resguardar (Villanueva, 2007).

Documentos que reconstruyen una perspectiva agroforestal

La *Gaceta Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de Michoacán* producida a finales del siglo XIX fue –por mucho– reflejo de la época, al menos así lo muestra la sección dedicada a la agricultura. En las últimas dos décadas del siglo XIX, en buena parte del mundo, se generaron avances que permitieron implementar nuevos procesos de cultivo, e incorporar otras herramientas y adoctrinamientos en la tierra; el objetivo era difundir dicho conocimiento entre el gremio de productores, campesinos, comerciantes y, desde luego, en la sociedad. El sector agrícola fue, en definitiva, uno de los sectores más beneficiados con la “consolidación de la Química como Ciencia en la que la experimentación es el punto de referencia para descubrir correlaciones lógicas y formular las leyes que las rigen” (Jiménez, 2003, 4).

Desde luego, el manejo distinto de la tierra y las siembras trajo consigo otras dificultades que se vieron expuestas con los cultivos de moda, falta de nutrientes en la tierra, pesticidas, plagas... Si bien, se avanzaba en el conocimiento sobre el campo, también se generaban nuevas problemáticas. Esto evidenciaba la necesidad de políticas públicas. Aunando a este desarrollo científico, Segundo Jiménez señala la preocupación que para la época se tenía, por ejemplo en Europa, con la presencia de organismos que afectaban las cosechas, así como la reciente implementación de “la rotación de cultivos para mejorar la fertilidad de los suelos” (Jiménez, 2003, 45).

Notoriamente, el siglo XIX concluía en tiempos de modernidad y progreso. La *Gaceta Oficial* –y en específico la Sección Agricultura– funcionaba como instrumento del gobierno para difundir la información que se gestaba en los distintos sectores, sobre todo en tiempos en que la comunicación no tenía la inmediatez de hoy, aunado a que las publicaciones periódicas todavía eran irregulares.⁶

No pasemos por alto que este documento fue la vía para que una mayoría accediera a la información, y el hecho de que se realizara a través de un órgano oficial lo volvía objeto de un saber legitimado por el Estado. En la *Gaceta* del año de 1885 se presentaba la teoría del químico llamado Barón Justo De Liebig,⁷ quien retoma la teoría de la nutrición de las plantas. El trabajo fue traducido al castellano por José C. Segura. Según el traductor, en ese momento la teoría no era del todo conocida por los agrónomos de México ni por los cultivadores de la época, por lo que ve en dicho artículo la oportunidad de que se aprendiera sobre aforismos que ya eran sabidos y utilizados en otros continentes. Entre los 21 puntos que se enlistan destacaban:

6 Esto debido a que lidiaban con los costos de producción, el acceso a la tecnología y el papel, los permisos por parte de las autoridades, entre otras.

7 Uno de los precursores de la química agrícola, que estudió el manejo y la industria de fertilizantes, el proceso de fermentación, la nutrición de las plantas; de esto último pensaba que “las plantas tomaban del suelo sales minerales que, después, habría que reponer para mantener la fertilidad” (Jiménez, 2003, 48).

1. Las plantas reciben su carbono y su ázoe (directa o indirectamente).
2. Las plantas deben cultivarse en diferentes terrenos, bajo climas variados.
3. El terreno es más rico antes de la siembra que después de la cosecha.
4. Después de varios años y de un número correspondiente de cosechas, la fertilidad disminuye.
5. En la composición del estiércol, los nutrientes penetran por las raíces.

También, se mencionaba que “todas las plantas, sin distinción, tienen necesidad para su alimentación, del ácido fosfórico, del ácido sulfúrico, de los álcalis, de la cal y del fierro. La planta no prospera si no recibe todos los principios nutritivos” (*Gaceta*, núm. 3, 1885). El hecho de compartir tales avances dejaba en claro que gran parte de la investigación científica en aras del campo aún no se estaba produciendo en nuestro país; y ello se verá reflejado en las primeras décadas del siglo XX, cuando se construyeron las primeras escuelas rurales. Además de socializar logros científicos del extranjero en materia de cultivos, en el apartado de “Agricultura”, de igual forma, se publicaban análisis estadísticos de los municipios de Michoacán y sus productos. Es por ello que sabemos del cultivo de azúcar, cacao y vainilla en el poblado de La Piedad; que pese a la pequeña producción también se informa del maíz, el ajonjolí, el frijol, la caña de azúcar y el chile en la localidad de Zirándaro (*Gaceta*, núm. 10, 1885).

Desde luego, si tomamos en cuenta la época de dicho documento, es posible identificar hacia dónde estaban dirigidas las políticas del gobierno en ese momento. Para 1885, la apuesta era aprovechar las condiciones en el municipio de La Piedad⁸ y sus alrededores para fortalecer el cultivo del cacao y la vainilla; esto derivado de la información que tenían en relación al mercado de Liverpool, Inglaterra. Daban por hecho que se necesitarían “cuatrocientas o quinientas mil toneladas de azúcar de remolacha, pues lo que se ha cosechado es de mala clase. Esto hace esperar que sea bueno el precio para la azúcar mexicana y se cree se pueda vender el quintal de 20 a 22 chelines” (*Gaceta*, núm. 13, 1885). Lo mencionado es un claro ejemplo de cómo la *Gaceta*, de entrada, funciona como un medio de información objetiva –a la que refiere Blanca Rodríguez (2002)–, de tal forma que serían recurrentes las notas sobre la siembra y la trasplante tanto de cacao como del azúcar. Incluso se estableció como prioridad por parte del gobernador, general Mariano Jiménez, el cultivo de ambos productos en la región michoacana, llegándolos a considerar como “exóticos” (Imagen 1).

La intención era que al liberar de impuestos a la producción del cacao y la vainilla se ayudaría a fomentar el cultivo de éstos, tal y como llegó a solicitar al secretario de Hacienda para las personas que los sembraran, cosecharan y vendieran –situación que también se presentó para el algodón–. La apuesta era grande. Claramente se pensaba que la entidad obtendría riqueza y prosperidad; sin embargo, el cultivo de moda genera-

⁸ En ese momento se reconocía en dicho lugar la siembra de maíz, frijol y garbanzo; así como de cebada, lenteja, haba, papa y camote, pero en menor escala.

ría otras situaciones –que aún hoy llegan a darse–: la siembra habitual sería desplazada por la de oro, redituable, que reflejaban el cacao y la vainilla. El sector productivo sería calificado de avaricioso “al ocultar arbustos y perjudicando el cultivo masivo de este” (*Gaceta*, núm. 21, 1885). Todos querían probar de lo que parecía aguardar el mercado europeo.

Años más tarde, en la “Sección de Agricultura” de la *Gaceta* se habla de otros productos, tal y como ocurrió con el melón y la naranja. Del primero difundía información relacionada a mejorar las técnicas de cultivo y cómo aprovechar de manera eficiente el fertilizante (*Gaceta*, núm. 342, 1889), incluso en números posteriores se detalla el cuidado de los melones. Por los problemas con la calidad y escasez de esta fruta, resultaba apremiante resolverlos. Para ello, se expuso cómo obtener melones grandes y dulces a partir de un buen abono en cantidad suficiente para fertilizar las tierras, pues estos

productos suficientemente triturados, se aplican por encima una capa de cal viva, que se riega con igualdad hasta la saturación de cal. Periódicamente se cortan las hojas para que no sufran las hojas que han de quedar, después de la segunda poda es cuando se trasplanta la plantita, se procede a verter en cada hoyo una cucharadita de sal común, bien pulverizada, regando enseguida (*Gaceta*, núm. 444, 1889).

El objetivo era que al socializar estos avances y recomendaciones se obtuvieran los resultados esperados, además de contar con productos competitivos para el mercado internacional.

En el caso de la naranja, ésta representaba otro bien para la entidad con la ayuda del ferrocarril: dicho transporte garantizaba que la producción llegara a los estados de Luisiana y Florida en Estados Unidos, aunado al hecho de que la naranja mexicana, al ser más dulce, generaba una mayor aceptación. Así, comenzaron una vez más las campañas para fomentar la siembra de un cultivo y, como en los otros casos, el interés se centraba en los beneficios que le significarían al productor. En los documentos se aprecian distintas recomendaciones para un mayor éxito:

cada naranja debe venir envuelta en papel de china muy delgado y [los] arreglos deben ser iguales como los que se usan en California y la Florida, procurando que las naranjas se traigan a la estación el mismo día, o pocas horas antes de la salida del tren (*Gaceta*, núm. 343, 1889),

Algo similar sucedería con la caña de azúcar, pues con el propósito de mejorar la producción se publicarían distintas fórmulas que ayudaran a obtener mejores resultados; entre las recomendaciones destaca la del ingeniero químico Albert Codé, quien sugiere bagazo de colza para proveer al suelo de cierta cantidad de materia orgánica y que dicho desarrollo era posible a partir de lo siguiente:

1. Examinando las plantas que vegetan espontáneamente en el terreno.
2. Estableciendo campos experimentales para ensayar la acción de los diversos abonos sobre las variaciones en las clases de tierras.
3. Ayudándose en estas observaciones con análisis químicos comparativos (*Gaceta*, núm. 346, 1889).

El estudio y mejoramiento sobre la caña de azúcar, para entonces, ya llevaba cuatro años. El objetivo de publicar recomendaciones tan específicas era para que los distintos productores conocieran las mejoras en el cultivo y los abonos. De hecho, se ve como ventaja la fábrica de azúcar en Frisco, Texas, ya que ayudaría a contrarrestar la carencia, así como subir la demanda y el acceso al producto.

La *Gaceta* se caracterizará por la diversidad en sus contenidos, aunque una buena parte de éstos fueron pensando en el mercado externo: lo mismo se encontraban recomendaciones para mejorar el cultivo de la azúcar y el jitomate que del girasol, planta que también destacó entre sus páginas debido al “gusto que tienen de ella los aristócratas”, (*Gaceta*, núm. 346, 1889) así como de los usos medicinales que le atribuyen, por lo que promovieron su cultivo para su posterior venta, dada su demanda.

Hasta aquí el documento de la *Gaceta* cumplía con el acto inmediato de informar a un sector específico, pero solamente comunicaba lo que el receptor debía saber. Una característica que tendrían las distintas publicaciones de la “Sección de Agricultura” era que constantemente se enfocaban en los beneficios para el productor, el consumo de las personas (salud) y el ambiente. Sin embargo, durante este periodo, fueron pocas o nulas las notas vinculadas al fracaso de una política agroforestal; al detrimento del campo y sus actores, así como la apertura para un análisis más detallado de las distintas problemáticas. Fueron constantes las recomendaciones decretadas por autoridades y especialistas para probar nuevos cultivos, perfilando al campo como el medio para alcanzar bienestar, estabilidad y capital; se hizo, también, pensando en que la colocación de los productos se diera antes en un mercado extranjero que en el nacional.

Es necesario puntualizar que, al tratarse de un documento semioficial, la *Gaceta* no estaba exenta de favorecer el contexto político-social del país.

Para principios del siglo XX, particularmente entre 1910 y 1911, se pierde un poco de vista la cuestión agraria para enfocarse en la problemática industrial, en el descontento de la ciudadanía –como consecuencia de la Revolución–, e incluso la moda extranjera o las expresiones culturales europeas. La “Sección Agrícola” no tendrá la misma frecuencia y pasará de ciertas mejoras para el cultivo de hortalizas como el jitomate (modalidad invernadero), o bien el manejo plagas.

Ahora bien, el segundo caso de tipología documental seleccionada, *El Maestro Rural* (Imagen 2), permite identificar el discurso posrevolucionario que, de entrada, pretendió integrar a la población campesina e indígena del país al tan sonado proyecto de nación, como a los tiempos de modernización. La Revolución mexicana de 1910 ayudó al

modelo de un Estado rector gracias a la Constitución de 1917. Al mismo tiempo, este movimiento social dejó en claro las constantes vicisitudes de la población, particularmente la marginada.

La idea de una modernidad estaría más allá del desarrollo arquitectónico, el tecnológico, el de las comunicaciones, e incluso del pronunciamiento de leyes y normas; en cambio, el eje rector estaría depositado en la educación. La pieza clave de este plan fue José Vasconcelos, quien al desempeñarse como rector de la Universidad Nacional (1920) estableció de manera contundente el pulso que la educación debía tener. La dirección que había de tomar la dejó en claro a partir de sus primeras acciones como rector con la campaña de alfabetización mediante los llamados “profesores honorarios” (Cárdenas, 2008) Así, la Universidad recurrió a los Talleres Gráficos de la Nación con el objetivo de que la cultura fuera comprensible. Se dio marcha a las impresiones de obras clásicas, de historia y geografía, y más tarde vería la luz la revista *El Maestro* (Cantón y Aguirre, 1997). El rumbo que tomaba la enseñanza en el país, como parte del proyecto universitario de Vasconcelos, se materializó un año más tarde con el surgimiento de la Secretaría de Educación Pública (SEP) de que la sería el primer secretario.

El panorama estaba puesto para que la educación fuera el mecanismo de unificación. Sobre todo, de acoger al sector social más desprotegido. Joaquín Cárdenas explica cómo durante este periodo proliferan las escuelas, las bibliotecas y las artes, especialmente, el muralismo –de la mano de Diego Rivera, José Clemente Orozco y Siqueiros–. No obstante, poco a poco se visibilizaría que enseñar a leer y escribir a campesinos e indígenas no era suficiente. Como todo proceso por controlar y uniformar a la población, por castellanizar a los indígenas, había sectores que cuestionaban el alcance de tal propósito, como el trabajo del maestro debido a que se percibía como una injerencia que se daba de afuera hacia dentro (Mejía, 1981).

Fue así que comenzó otro proceso de normalizar y enseñar. Así llegó la escuela rural, un espacio concebido para que el estudiante entrara en contacto con su entorno, fuera capaz de conocer la naturaleza y ya no solo el acto mecanizado de leer y escribir: “nace para servir a los grandes y pequeños grupos tradicionalmente marginados; es decir, enfoca toda su atención educadora a las comunidades rurales de indígenas y campesinos” (Mejía, 1981, 203).

Sin embargo, el proyecto de Vasconcelos quedaría mermado con la llegada de Plutarco Elías Calles y su Maximato de 1928 a 1934. Es en este contexto que inicia la revista *El Maestro Rural*. La peculiaridad que tendría esta publicación fue la vinculación que formaba ente la Secretaría de Educación Pública, los maestros y las sociedades rurales; por ello su objetivo obedecía:

al multiforme deseo de la Secretaría de mejorar la calidad de sus maestros rurales [...] ser un agente orientador y educativo de tanta importancia para

la educación rural como las Escuelas Normales Rurales y como las Misiones Culturales Viajeros (*El Maestro Rural*, núm. 1, 1932, 3).

La Secretaría de Educación inició la publicación de un órgano de comunicación mutua entre las escuelas rurales federales del país y la propia fuente de sus orientaciones que residía en los departamentos de Enseñanza Rural y de Misiones Culturales (*El Maestro Rural*, núm. 1, 1932).

En la revista colaborarían intelectuales, políticos, maestros y autoridades educativas; en sus inicios estaría organizada en tres secciones principales: información oficial, participación de lectores (encabezada por maestros) y cursos por correspondencia (Ruiz, 2013). Los trabajos que se manejaron fueron desde la relevancia sobre hechos históricos, información sobre enfermedades; las misiones culturales; las escuelas y normales rurales; aspectos culturales (danzas, poemas, letras de canciones); avances en tópicos rurales (cultivos y sus procesos, construcción de viviendas para el campesino), hasta el hecho de compartir la interacción que había con lectores de Latinoamérica. Entre sus estrategias, destacó la integración del personaje *Gejo*, quien

hablaba sobre diversas situaciones cotidianas en el campo y la escuela rural [...] respondía las inquietudes de los profesores, proporcionaba consejos y propagaba una actitud comprometida con los problemas ejidales, a la vez defendía el derecho de las comunidades de tener maestros con buena formación (Ruiz, 2013, 47).

Claramente, el discurso en *El Maestro Rural* partía de una construcción sobre quién era el campesino y el indígena (Imagen 3), sujetos a los que se pretendía motivar; hablarles sobre higiene, alejarlos de los vicios, y mejorar su estilo de vida. Para tal fin, había que educarlos, pero ante las dificultades presentadas por un sistema presencial de educación –como los requerimientos del desarrollo de infraestructura– se desarrollaría, más bien, por correspondencia: el lector debía estudiar los contenidos y resolver una evaluación al final de cada tema para enviarse por correo, esto le permitía aspirar para la obtención de un certificado.

En la figura del maestro recae en buena medida la tarea de integrar a un país, cuya población campesina e indígena era –y sigue siendo– una de las más desprotegidas. Desde ese momento, fue dotado de una multiplicidad de significados y usos para que consiguiera aquello que ni las autoridades ni la propia Revolución habían logrado. A través de la revista se continúa capacitando al maestro, particularmente en los tópicos que pudieran ser de utilidad a las personas del campo: hacer gallineros; casas “tipo campesino”; siembra de hortalizas (cebolla, rábano, tabaco, chiles); construir silos en áreas rurales; información sobre procesos de siembra: cultivos según las temporadas, la cosecha y el corte, o el uso de las nuevas herramientas (*El Maestro Rural*, núm. 6, 1932). El maestro

era facilitador de la formación a distancia, pero se encontraba ante la disyuntiva de instruir sobre el campo y la agricultura, o bien dedicarse a la enseñanza tradicional.

Esta figura tuvo un alto nivel de legitimidad en las comunidades rurales, como si se tratase de una segunda evangelización, que se daría de cierta forma con las llamadas misiones culturales –se sustituye al franciscano por el maestro–. Eran evidentes los distintos mundos que convergían en México. En uno de los artículos titulado “Curiosidades Mexicanas” de Salvador Novo, quien fuera director de la revista, se dejaba entrever ese encuentro de mundos; analizando cómo un indígena que se traslada del campo a la ciudad a vender sus artesanías es objeto de todo tipo de peripecias para lograrlo, en cambio llegará un extranjero, también a la ciudad para vender sus productos con precios estratosféricos y su experiencia será totalmente diferente (Novo, 1932).

Había que formar ciudadanos; campesinos con buenas bases y, además, productivos; profesores con habilidades para enseñar, pero también, capaces de instruir sobre el propio campo, la salud, la higiene, las artes y lo que hiciera falta; mujeres que fueran parte de este modelo formativo (Imagen 4) y que se integraran de manera participativa al campo. Pero, tal y como había ocurrido en tiempos de la evangelización, tanto al campesino como al indígena se les anticipaba como sujetos que detendrían la modernidad, con sus vicios y suciedad. De esta forma continuaba

una política de desarrollo rural, pero en la lógica de la legitimación política y no económica: El Estado ya no cuenta con los campesinos para salir de la crisis. El Estado ha renunciado a seguir promoviendo las funciones que la agricultura tradicional venía desempeñando en las políticas de desarrollo social (Zepeda, 1988, 42-43).

El Maestro Rural tendrá entre sus intereses mostrar cómo edificar y poner en funcionamiento una escuela rural; diseño de aulas, letrinas, aljibes, la casa del maestro y del campesino. Buena parte de sus páginas pretendieron enseñar cómo era la vida del campo y cómo había que trabajarlo, aunque en sus inicios no hay casi registros sobre otros manejos de vegetación, florales ni de reforestación pese al fuerte uso de la madera, por ejemplo.⁹ No había del todo una perspectiva de sustentabilidad.

Más tarde vendrían otros problemas. La educación agrícola, luego de la llegada de Lázaro Cárdenas a la presidencia (1934), pasó al control de las escuelas prácticas de agricultura sujetas al Departamento de Enseñanza Agrícola. Esto obedecía

a que la mayoría de los alumnos, al término de los dos primeros años, continuaba la carrera magisterial, y solo una minoría se dedicaba a las labores agrícolas e industriales ya que nadie con un mínimo de educación quería trabajar en la tierra; sus perspectivas eran mejores en otra parte (Greaves, 2008, 182).

⁹ A diferencia de los contenidos que se manejaban en la *Gaceta Oficial* donde variaban las recomendaciones e información sobre otro tipo de vegetación (florales, ornamentales) y procesos (exportación, mercados).

Así, y entre la visibilidad de un fenómeno social más –la migración del campo a la ciudad– surgiría otra publicación: *Revista de Educación* (1937), que mantendría similitudes con *El Maestro Rural*, pero con el evidente propósito de marcar distancia en relación al Maximato. Con el general Cárdenas continuaron las políticas, los programas, la construcción de escuelas, incluso emergería la figura del *extensionista*, un actor más que se vinculaba al campo.

Algunas consideraciones finales...

1. Los Archivos históricos son espacios significativos, que gracias a la información contenida en sus documentos permiten comprender los hechos que irrumpieron en la construcción de una sociedad y sus instituciones: su renovación no se reduce a la incorporación de más acervo, sino también a la utilidad que se hace del mismo como resultado de la consulta e investigación, permitiendo así el estudio de nuestro pasado. Por ello, los Archivos ameritan tratarse con suma atención, pues debe cuidarse que dicha memoria no acomode los acontecimientos que convienen al recuerdo de unos cuantos. Estos lugares no funcionan como almacenes ni tampoco como espacios de olvido donde los documentos solo se vuelven viejos y se cubren de polvo; al contrario, son repositorios para ser vividos y apropiados: en ello reside su carácter como patrimonio tangible. Lo que se deposite en ellos es –y será– lo que un individuo va a pensar y a saber.

2. Es claro que aún se necesita estudiar las publicaciones oficiales y no oficiales generadas tanto a finales del siglo XIX como las surgidas en tiempos de la posrevolución; sobre todo, porque denota que los impresos fueron el medio substancial por el cual el Estado accedía a la mayoría de los sectores. La breve revisión que se hizo de la *Gaceta Oficial del Estado de Michoacán* y la revista *El Maestro Rural* identifica las estrategias implementadas por el Estado. La primera utilizada como fuente oficial para tener un mayor alcance sobre los programas, las técnicas y los logros en los cultivos teniendo a la ciencia como contexto; no obstante, este documento careció de una visión crítica tanto del manejo como del desarrollo en el campo, ni qué decir del nulo testimonio de quienes se resistieron a estas directrices. Además, en el afán de aprovechar el mercado de oportunidades ante la idea de prosperidad y modernidad (“modas”), perdió de vista las ventajas que ya se tenían y requerían del apoyo, especialmente, aquellos cultivos, procesos y usos que formaban parte de una identidad y conjunto de saberes.

El segundo documento, *El Maestro Rural*, exploró las estrategias del Estado para desarrollar la educación de los habitantes de las sociedades rurales cuya figura principal era encabezada por el campesino y el indígena, por lo que recurrió a un sistema educacional que los integrara al plan nacional. La estrategia formulaba acciones y medidas externas, establecía lo que debía ser una población rural y, con ello, lo que esperaba

de un ciudadano en tiempos de modernidad, pero no era claro un plan que explicara de manera práctica y continua las necesidades de la población campesina e indígena. Esto puede vislumbrarse con las distintas publicaciones que el gobierno generó durante varias décadas esperando “domesticarlos”.

Ambos casos demuestran cómo trabajaba la maquinaria del Estado mexicano para integrar a las sociedades rurales a las políticas del momento, clara muestra de que el poder “se funda en el control de recursos estratégicos que pueda tener un actor, y se vuelve efectivo en el uso que se hace de tales recursos frente a otros actores” (De la Peña, 1998, 481). Se trató, pues, de prácticas centradas en imposiciones y aportaciones tanto específicas como limitadas, y no en lo que realmente estos sujetos podían y querían dar al otro.

3. Por último, cabe subrayar que el documento archivístico integra esa fuente de saber que sirve al rompecabezas del pasado agrícola y forestal de nuestro país. No olvidemos –tal y como lo precisa el *retorno a...*– que la tipología que da cuenta de ello es diversa: los periódicos oficiales, los libros de secretaría de los distintos municipios del país, o bien los documentos hemerográficos, por mencionar algunos: *Seminario dedicado a la agricultura práctica, a la industria y al comercio* (1889-1900), *El pastor rural* (1957), *El periódico semanal al servicio del campo* (1959),¹⁰ *Mercado agrícola ganadero* (1959), *El rural* (1959), *El heraldo del campo* (1960), *El campesino michoacano* (1984), así como *El sembrador*, entre otros más.¹¹ Cada uno de ellos son ejemplo de las acciones y discursos pensados en las sociedades agrarias e indígenas que se desarrollaron en buena parte del siglo XX como resultado de la proliferación de periódicos para favorecer el acceso a la información. No obstante, habría que subrayar que varios de estos impresos –a diferencia de los mecanismos oficiales– fueron la mirada y la voz crítica de los proyectos sociales del Estado mexicano.

Agradecimientos

A los coordinadores del libro por fortalecer los estudios acerca de los sistemas agroforestales y los actores de ellos. Al Archivo Histórico Municipal de Morelia, por las facilidades para la consulta y reproducción del material, de manera especial a Melba Maya Guzmán y Magali Zavala García. De igual forma, a Valentina Gutiérrez López por su apoyo en la investigación y revisión de los documentos, así como a Amalia Ochoa Juckme y Zeydel Bernal Astorga por su colaboración.

¹⁰ Periódico fundado el 6 de enero de 1951 en la ciudad de Morelia, Michoacán, de circulación nacional; en el que colaboraron distintas instituciones como la Confederación Nacional de la Pequeña Propiedad Agrícola, la Asociación Mexicana de Profesionistas Forestales A. C., la Sociedad Agronómica Mexicana, entre otras.

¹¹ Nota: Los años adjuntados corresponden a los documentos que se han revisado (Bernal, 2013), y no necesariamente a su fecha de creación.

Bibliografía

- Archivo Histórico Municipal de Morelia, Sección Hemeroteca
Gaceta Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de Michoacán, “Sección Agricultura”
 Número 3, Tomo I, septiembre 27 de 1885.
 Número 10, Tomo I, noviembre 12 de 1885.
 Número 13, Tomo I, noviembre 1 de 1885.
 Número 21, Tomo I, diciembre 10 de 1885.
 Número 342, Año IV, enero 13 de 1889.
 Número 343, Año IV, enero 17 de 1889.
 Número 444, Año IV, enero 22 de 1889.
 Número 346, Año IV, enero 29 de 1889..
- El Maestro Rural*
 Número 1, tomo 1, México, 1932.
 Número 4, tomo 1, México, 1932.
 Número 6, tomo 1, México, 1932.
 Número 9, tomo 1, México, 1932.
- Periódico Oficial del Estado*, 1893.
 Caja 1, exp. 1L, Tomo I, septiembre de 1893.
- Bernal-Astorga, Y. (comp.). (2013). *Índice de hemeroteca*. Archivo Histórico Municipal y Museo de la Ciudad de Morelia, Ayuntamiento de Morelia, Morelia.
- Cantón, A., V., y Aguirre, B. M. J. (1997). *Revista El Maestro (1921-1923). Raíces y vuelos de la propuesta educativa vasconcelista*. (Cuadernos, 19). Morelia, Michoacán: Instituto Michoacano de Ciencias de la Educación.
- Cárdenas, N. J. (2008). *José Vasconcelos, caudillo cultural*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- De la Peña, G. (1998). Nuevos y viejos sujetos sociales en el agro mexicano. En J. Zepeda Patterson (ed.). *Las sociedades rurales hoy*. (pp. 481-485). Zamora: El Colegio de Michoacán.
- Foucault, M. (1999). ¿Qué es un autor? En M. Morey (intro., trad. y ed.). *Michel Foucault. Entre filósofo y literatura. Obras esenciales*, (Vol. 1) (pp. 329-360). Barcelona: Paidós.
- Greaves, L. C. (2008). *Del radicalismo a la unidad nacional. Una visión de la educación en el México contemporáneo, 1940-1964*. México: El Colegio de México.
- Heredia Herrera, A. (1987). *Archivística General. Teoría y Práctica*, Sevilla. España: Diputación Provincial de Sevilla.
- Islas, P. M. E. (2003). *La archivística en México*. México: Red Nacional de Archivos de Instituciones de Educación Superior / Archivo Histórico de la Benemérita Universidad Autónoma de México.
- Jiménez-Gómez, S. (2003). La Química Agrícola de Liebig: una forma de integración de conocimientos. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 69(4), 41-58. Recuperado de: www.analesranf.com
- Mejía Zúñiga, R. (1981). La escuela que surge de la Revolución. En F. Solana, R. Cardiel Reyes y R. Bolaños (coords.). *Historia de la Educación Pública en México* (pp. 183-233). México: Secretaría de Educación Pública.
- Novo, S. (1932). Curiosidades Mexicanas. *El Maestro Rural*, 4, 1.
- Rodríguez, B. B. (2002). *El documento, entre la tradición y la renovación*. España: TREA.
- Ruiz Lagier, V. (2013). El Maestro Rural y la revista de Educación. El sueño de transformar el país desde la editorial, *Signos históricos*, 29 (enero-junio), 36-63. Recuperado de: www.redalyc.org/pdf/344/34428269002.pdf
- Villanueva Bazán, G. (2007). *La archivística. Objeto e identidad*. (Serie Formación Archivística), México: Archivo Histórico de BUAP / Heroica Puebla de Zaragoza / Renais.
- Zepeda P., J. (1988). Los estudios sobre el campo. En J. Zepeda Patterson (ed.). *Las sociedades rurales hoy*. (pp. 15-47). Zamora: El Colegio de Michoacán.

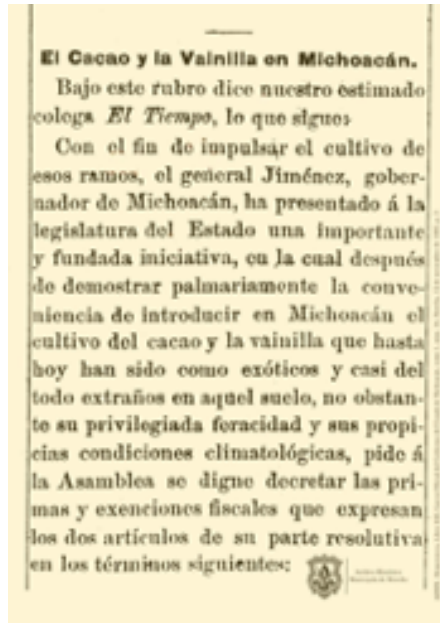


Imagen 1. En relación a que el cacao y la vainilla quedarán exentos de impuestos (Gaceta, núm. 13, 1885).



Imagen 2. Portada de la revista *El Maestro Rural* (1932).



Imagen 3. Portada de la revista *El Maestro Rural*, un ejemplo de la diversidad de soportes y contenidos que se pueden localizar en los distintos Archivos (*El Maestro Rural* Núm. 1, 1932, p. 1).



Imagen 4. “Alumnas preparando la semilla de papas para la siembra” (*El Maestro Rural* Núm. 6, 1932, p. 20).

2.3 Territorio, políticas públicas y sistemas agroforestales en la costa de Michoacán, México

David Figueroa Serrano¹

Dídac Santos-Fita²

Correo correspondencia: davdatura@hotmail.com

Resumen

En este trabajo exponemos las perspectivas y condiciones de valoración y construcción del territorio en comunidades nahuas –Pómaro, Coire y Ostula– de la costa de Michoacán, México, a partir de los procesos de continuidad y desfase de los sistemas agroforestales tradicionales y las políticas públicas ligadas a la conservación y el desarrollo. Las políticas ambientales enfocadas a la conservación y delimitación de áreas protegidas han generado formas locales de negociación y articulación intracomunitarias, así como con los interlocutores de las instituciones oficiales. Las formas locales de vinculación con el entorno están ampliamente influenciadas y definidas, en ciertos casos, por las políticas y programas ambientales. Estas condiciones, así como la injerencia de diversos actores empresariales, han modificado las formas de acceso a los espacios comunales y las estrategias locales para la protección de los recursos naturales y del territorio. Un punto central que se expone en este

1 Facultad de Antropología, Universidad Autónoma del Estado de México.

2 Instituto Amazónico de Agriculturas Familiares, Universidade Federal do Pará.

texto es la interacción entre el territorio comunal y los sistemas agroforestales tradicionales, a partir de las condiciones de transición generadas por políticas y programas que se bifurcan tanto en tendencias de conservación ambiental como en perspectivas de promoción del desarrollo local y regional. En ese sentido, explicamos el ejercicio de diversas políticas públicas, su efecto en la forma de acceso a los recursos comunales, la modificación y apropiación de perspectivas sobre la conservación y el territorio en función de las prácticas y dinámicas de negociación y apropiación de las comunidades nahuas.

Palabras clave: relaciones socioambientales, territorialidad, pueblos nahuas, recursos comunales, gobernanza

Abstract

This work exposes the perspectives and conditions of valuing and constructing territory in the nahua communities of Pómaro, Coire and Ostula, of the Michoacan coast, in Mexico. This process is analyzed through the continuity and the gaps of traditional agroforestry systems and public policies linked to conservation and development. Environmental policies focused on the conservation and delimitation of protected areas have generated local forms of negotiation and articulation within the communities and with the interlocutors of official institutions. Local forms of connection with the environment are widely influenced and delimited, in certain cases, by environmental policies and programs. These conditions, as well as the interference of various business actors, have modified the forms of access to communal spaces and community strategies for the protection of natural resources and the territory. A central point exposed in this text is the interaction between the communal territory and the traditional agroforestry systems, based on the transition conditions generated by policies and programs that diverge both in trends of environmental conservation and in perspectives of local and regional development. In that sense, we explain the exercise of various public policies, their effect on the way of access to communal resources, the modification and appropriation of perspectives about the conservation and territory in function of the practices and dynamics of negotiation and appropriation of nahua communities.

Keywords: socio-environmental relations, territoriality, nahuas, communal resources, governance

Introducción

Las relaciones socioambientales son construcciones que se tejen tanto a través de las formas de vinculación y apropiación del entorno –en los usos, prácticas, conocimientos y significaciones– como por la influencia de diversos factores tales como las normativas del Estado, sus instituciones y actores diversos. Esto otorga un sentido específico y una determinada apropiación sobre la naturaleza.

Los pueblos nahuas de Michoacán se enmarcan en una serie de procesos históricos vinculados a la protección territorial, valoraciones de la naturaleza, y dinámicas de convivencia y aprovechamiento del entorno. Esto forja relaciones ambientales de gran aliento, lo mismo puede decirse de diversos actores sociales, agentes y políticas del Estado que han reorganizado históricamente las relaciones con el entorno y la forma de asumir el territorio.

El estado de Michoacán es reconocido por su diversidad cultural y biológica con importantes recursos maderables, mineros e hídricos, entre otros. La región de la costa-sierra de Michoacán es atravesada por la cadena montañosa de la Sierra Madre del Sur, ésta genera un paisaje diverso caracterizado por desniveles abruptos los cuales, en las partes bajas de la sierra, se transforman en pequeñas barrancas que desembocan en las planicies costeras o bien en el mar.

Las tres comunidades agrarias nahuas a las que nos referiremos: Pómaro, Coire y Ostula, pertenecen al municipio de Aquila, al sur del estado, colindando con el océano Pacífico. Cada uno de los núcleos agrarios está formado por un pueblo cabecera y un amplio número de asentamientos distribuidos a lo largo y ancho de las tierras en propiedad social, ya sea bajo la forma de tierras comunales o de ejidos. Estas comunidades cuentan con una diversidad natural muy amplia; las zonas a nivel del mar son caracterizadas por una selva baja y conforme se va enfatizando la altitud se localizan diferentes especies arbóreas, entre ellas tropicales y de clima frío hacia la sierra.

En ese contexto, los sistemas agroforestales tradicionales que han dado continuidad al sistema milpero y a los solares han entrado en un proceso de transformación dirigido a la producción comercial. Las condiciones productivas, así como las políticas ambientales instauradas en la región a partir de la definición de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), han generado formas locales de negociación y articulación de las perspectivas ambientales del Estado en un contexto de interés público y privado por los recursos naturales. Así, en la sierra-costa nahua las políticas y programas ambientales, los actores empresariales y otros actores interesados en los recursos naturales, han modificado y replanteado las formas de acceso a los espacios comunales y las estrategias de acción (negociación, confrontación) en la protección de dichos recursos y del territorio.

En el presente texto buscamos explicar la interacción entre las formas que ha adquirido el territorio en los pueblos nahuas de Michoacán, a partir de la dinámica entre la continuidad de los sistemas agroforestales tradicionales y sus condiciones de transición, al ser influidos por diversos actores sociales y políticas públicas que se bifurcan tanto en tendencias de conservación ambiental como en perspectivas de promoción del desarrollo local y regional. En esas dinámicas, los procesos de negociación entre las comunidades y el Estado adquieren diversas facetas que han devenido en estrategias de acción en torno a las formas de acceder a los recursos comunales y las estrategias de conservación derivadas de las instituciones oficiales.

Las poblaciones nahuas han articulado sus relaciones y dinámicas locales con las políticas públicas, en especial con aquellas que incumben a la conservación de la vida silvestre, así como las que están relacionadas con procesos de producción que trastocan el sentido de los sistemas agroforestales tradicionales en función de tendencias de maximización de beneficios económicos a partir de cultivos comerciales. En ese sentido, identificamos la relación de los sistemas agroforestales tradicionales con el territorio, desde la continuidad de dichos sistemas en espacios controlados por las comunidades indígenas, así como la intervención de diversos actores en la renta y concesiones de espacios comunales que movilizan dinámicas comerciales de producción, medierismo y migración regional.

El territorio. Una revisión conceptual

El territorio, como constructo social, depende en gran medida de los procesos de interacción y significación de los espacios aprehendidos en diferentes temporalidades, y así genera connotaciones explícitas en las prácticas y discursos locales. El territorio es una construcción dependiente de una amalgama de circunstancias normativas, políticas, sociales, económicas, religiosas, y otras de trascendencia local; lo cual ha configurado diferentes tipos de relaciones sociales, propiedad, uso y control del espacio.

Odile Hoffmann (1992) considera que el territorio es “una porción del espacio apropiado por un grupo social, ya sea material, simbólica o políticamente hablando”. El espacio es un elemento intrínseco a la organización social y en general a la forma en que los seres humanos se conciben a sí mismos en un espacio y una temporalidad. El territorio está habitado por diversas representaciones que “marcan” a los seres humanos, creando una identidad indisoluble con sus experiencias situacionales.

Desde la perspectiva de Carmen Ventura (2009), la territorialidad es un control sobre cierta área geográfica y lo que hay en ella: su gente, sus recursos naturales o simbólicos, etc. Aunque el territorio incluye la propiedad y uso de las tierras, éstas son solo un factor de la territorialidad, puesto que el territorio, al ser una construcción social, es mucho más que el carácter físico y productivo: el territorio es una dimensión cultural.

Emilia Velásquez (2001), retomando a Gatti (1987), considera que los espacios son organizados y estructurados a partir de prácticas de aquellos que los viven. A pesar de que los poderes centrales regionalizan y planifican según sus intereses, no desaparece la forma propia o grupal de organizar el espacio pese a la ocurrencia de cambios fuertes en la organización política, en la división administrativa y en la actividad económica. La diferenciación de los espacios corresponde tanto a las actividades como a los géneros.

El territorio, desde sus diferentes elementos, es un proceso de estructuración que un grupo social imprime en la relación con el espacio; dicha condición está claramente proyectada en su contextualidad. Esta correlación significativa transita por códigos compartidos en la cual el espacio es asumido como territorio, lo historiza y lo forma parte de la vida social. En esa medida, el espacio presenta un carácter discontinuo, donde existe una interconexión de espacios jerarquizados y de diferencias culturales (Castilleja, 2009):

La territorialidad es un referente de primer orden en la comprensión y formas de apropiación del espacio, tanto del reconocido como propio, como de aquel o aquellos que, como el paisaje, se extienden a todo lo visible o a otros rumbos hacia donde se desplazan y despliegan acciones de diversa índole, sea de manera cotidiana, periódica o eventual (Castilleja, 2009, 13).

En ese punto, el paisaje implica la relación entre los espacios internos y externos, así como la forma en que diferentes actores sociales están organizados y representados en el espacio de una manera concreta. El paisaje permite ver cómo ha sido organizado el espacio y qué elementos lo integran (Uzeta, 2001). En una dimensión constructiva, el paisaje no se limita a las improntas que han dejado las sociedades en el espacio, sino en identificar y analizar quién hizo posible esa construcción espacial, lo cual implica la identificación de los diversos actores, agentes, instituciones, así como sus motivaciones y sustratos ideológicos que comúnmente pueden ser referentes de políticas y programas de carácter local, regional, nacional e internacional.

En este contexto es importante poner atención en las interpretaciones del paisaje y el uso de los recursos naturales desarrollados por las comunidades:

Una lectura adecuada del paisaje debe tomar en cuenta al menos cuatro procesos y sus complejas relaciones: el sentido ritual del espacio, la migración laboral, la presencia de nuevos actores con nuevos proyectos, y las luchas políticas ligadas al control de los puestos públicos (Uzeta, 2001, 81).

Esta visión posibilita entender los espacios comunes en los cuales incluso los mismos espacios imaginados adquieren mayor significación en la geografía social. El territorio como constructo cultural no sólo es asunto de sistemas productivos y límites geopolíticos, es una recreación constante dependiente de las relaciones sociales sistémicas, los conocimientos locales, y la influencia y efecto de perspectivas ideológicas y actores sociales diversos que imprimen su actuar en las dinámicas locales espaciales. En ese sentido, la tradición como elemento de transición temporal de los significados y la memoria toma especial atención en la comprensión de la territorialidad y los conocimientos intrínsecos que lo constituyen (Figueroa, 2015).

Sistemas agroforestales tradicionales en un contexto territorial

Los sistemas agroforestales tradicionales, como un proceso histórico en las formas de uso y manejo del suelo e interacción con el entorno, son una base que ha permitido la continuidad de diversos ecosistemas y la conservación de sus recursos, consolidado el patrimonio biocultural de algunos pueblos. Los conocimientos bioculturales van forjando diversas dinámicas desde las cuales los sistemas agroforestales se convierten en parte sustantiva de la apropiación del espacio. En ese contexto, las influencias regionales, nacionales e internacionales se hacen presentes a partir de intervenciones normativas y ejercicios que definen las tendencias de interacción entre las comunidades, sus modelos de vida y las perspectivas del Estado.

La interacción entre los grupos culturales, sus sistemas agrícolas de producción, así como el uso y manejo de los entornos forestales, marítimos, entre otros, marcan las bases de las dinámicas de los procesos bioculturales. En ese sentido, para la agroforestería, enfocada a las relaciones de las unidades sociales con sus sistemas agrícolas y forestales, una visión integral de estas relaciones permite tener una dimensión más profunda del sistema agroforestal tradicional en términos culturales. De acuerdo con Moreno-Calles, Toledo y Casas (2013), la importancia de los sistemas agroforestales tradicionales en el desarrollo y conservación de la diversidad biocultural se debe a las estrategias múltiples de uso y manejo de la diversidad, la conservación de especies nativas, así como la recreación de cosmovisiones, conocimientos y prácticas.

A ello hay que agregar que, desde un contexto de apropiación del entorno, los sistemas agroforestales marcan una dinámica de acción en el espacio socialmente construido que no está exento de intereses políticos, procesos económicos de mayor escala, así como conflictos territoriales que son evidentes en términos de relaciones sociales, normatividades sobre el acceso, aprovechamiento y manejo de los recursos. Estos elementos dejan su impronta en el espacio, constituyendo paisajes diversificados, la recreación de las cosmovisiones locales, y la incorporación de valores y prácticas diversas en contextos económicos que acentúan el valor del capital, lo cual también puede llevar a la pérdida parcial o total de estos sistemas tradicionales.

En ese sentido, el territorio es un elemento clave que nos permite identificar, por un lado, los límites espaciales y sociales en función de condiciones geopolíticas, de apropiación del espacio y de sistemas productivos –entre ellos los sistemas agroforestales–; por otro lado, la influencia de políticas públicas y actores sociales diversos que marcan transiciones en las formas de percepción del entorno, la asimilación de esquemas económicos y de conservación en relaciones desfasadas.

Territorio, prácticas agroforestales tradicionales y políticas públicas en la costa nahua de Michoacán

El paisaje de las comunidades nahuas costeras tiene un clima cálido, subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, con temperaturas cercanas a los 30°C en promedio. El calor es abundante con vientos provenientes del mar y escasas lluvias desde junio hasta octubre, aproximadamente. Ya en la sierra, a una altura cercana a los 1 200 msnm, el clima es templado y las lluvias son abundantes y recurrentes en temporada de huracanes. Esto posibilita la siembra, generalmente de temporal, a diferencia de la costa, donde aparte del temporal, utilizan los humedales cercanos a la ribera de los ríos para diferentes tipos de cultivos, aunque en ambas zonas se llegan a realizar cultivos de riego.

El río Cachán es uno de los más importantes en la zona, se forma con la unión de los ríos San José y Coalcomán. Junto con el río Huahua, son los principales cuerpos de agua de la zona y de la comunidad de Pómaro, mientras que diversos arroyos como los de Colola, Motín, Iztapilla y Ticla serpentean los montes de Coire y Ostula hasta desembocar en el Pacífico. Estos ríos y arroyos son aprovechados en la pesca de diversas especies de peces y langostinos de agua dulce que habitan la zona. Todos estos aspectos forman un paisaje de abundante biodiversidad y un manejo diversificado de los recursos, con preponderancia en las actividades agrícolas, la ganadería local y la pesca ribereña (Figura 1).

Los sistemas agroforestales que caracterizan a la región son el de roza, tumba y quema, el sistema de humedales y los huertos o solares en estancias próximas al espacio habitacional.

Los pueblos nahuas han estado vinculados históricamente con la siembra del maíz (*Zea mays* L.). Las tierras de cultivo en el monte son tierras ganadas al bosque, que se van rotando para permitir su descanso y desmonte. En contraste, las barrancas que mantienen mayor humedad no se incluyen en el cultivo de rotación puesto que son más difíciles de desmontar, además de que sus nutrientes son menos duraderos porque se “limpia” cada vez que llueve. Por ello sólo se utilizan para pastoreo de ganado.

Actualmente las comunidades nahuas tienen tierras de humedades, parejo y de monte. Las tierras de humedal son las que se encuentran en los bordes de los ríos, donde las crecientes dejan una capa de arcilla y diferentes materias orgánicas que sirven de abono para la tierra, listas para sembrarse en la época de secas. Estas tierras son las más propicias para sembrar variedad de cultivos. Los campesinos no se preocupan tanto de

las lluvias cuando tienen tierras de humedad, dicen que con cuatro lluvias o riegos sale la cosecha: una cuando está recién sembrada la milpa, otras dos cuando está creciendo y la última cuando la planta empieza a jilotear.

Con las altas temperaturas y las escasas lluvias de la costa se requiere una buena cantidad de agua para los cultivos. Actualmente, en las parcelas cercanas a los ríos y arroyos se puede practicar siembra de riego gracias a bombas de agua. Originalmente el cultivo era de temporal, pero las exigencias de la comercialización de los productos agrícolas generaron esta necesidad solo satisfecha para las tierras de parejo y muy pocas tierras de monte. La zona de la costa registra una temporada corta de lluvias que va de mediados de junio hasta octubre, aunque las lluvias son muy variables y la falta de agua afecta el crecimiento de la siembra, de los pastos para el ganado y del bosque; no obstante, en algunos casos en los que se tiene la infraestructura, se aprovecha el agua de río para los cultivos o se realizan algunas norias para este fin (Figueroa, 2015).

Un buen número de campesinos tienen sus tierras en el monte, de hecho, en la primera mitad del siglo XX predominaba la organización poblacional dispersa a lo largo de los territorios comunales, donde las familias formaban pequeños solares a veces a tres o cuatro kilómetros de distancia de sus vecinos. A mediados de ese siglo, se consolidaron los pueblos costeros que mantuvieron una población semidispersa y extensiva. En el caso de los pueblos de la serranía, también a su alrededor llegaban a tener pequeños ranchos familiares a varios kilómetros de distancia que persisten en la actualidad. La ocupación de tierras costeras como estrategia para evitar la ampliación territorial de los mestizos, así como la apertura de la carretera federal a principios de la década de los ochenta, fueron elementos que reorganizaron poblacionalmente a las familias indígenas que optaron por migrar hacia las productivas tierras bajas.³ Precisamente las primeras familias que llegaron a la costa aproximadamente desde la década de los cincuenta, son las que actualmente poseen las tierras planas y de humedad. Los demás, aunque viven en los pueblos costeros, tuvieron que buscar tierra de labor rumbo a la sierra o mantuvieron tierras en sus rancherías de origen. Los que tienen pocas o ninguna tierras generalmente trabajan como peones en siembras ajenas. De igual forma es más común que los mestizos de Huahua, Tizupan y San Pedro, o del lado oeste en la Placita y El Ranchito, busquen peones en los pueblos indígenas y se los lleven a trabajar a sus potreros durante toda la semana. Otros más se convierten en mano de obra para la recolección del limón en Tecomán o más al norte, hacia los estados de Jalisco, Sinaloa y Durango, donde trabajan en los campos de algodón (*Gossypium hirsutum*), recolectan la sandía (*Citrullus lanatus*) y otros productos.

Los cultivos dentro de los límites de las localidades están protegidos por cercas, de lo contrario corren el riesgo de que los animales se coman la siembra o que la gente se robe los frutos. El cerco también, y de manera primordial, delimita el terreno de cada comune-

³ Entrevistas realizadas en las tres comunidades agrarias de la costa entre 2006-2017. Asimismo, Hubert Cochet (1991) y Gustavo Marín (2007) también llegaron a la misma conclusión.

ro, un proceso que se formó desde la llegada de los mestizos que acapararon tierras para ganado y las delimitaron con alambradas, lo que formó procesos de privatización de los espacios comunales (Cochet, 1991).

Los primeros pobladores nahuas que migraron hacia la costa a mediados del siglo XX, ocuparon para la siembra los terrenos más fértiles, principalmente en planicies y en los humedales: con el tiempo se los apropiaron, avalados por las autoridades comunales. En esta medida, la cerca delimita estos terrenos y evita que alguien quiera tomarlos o que los vecinos “les ganen terreno”. De igual forma, hay terrenos no cultivados ni desmontados, pero son cercados para que nadie los reclame a la Asamblea Comunal. Cuando se cerca un terreno aún sin desmontar, se puede alegar que están por sembrarlo en algún momento (aunque pasen años). Con la cerca se defiende la propiedad familiar en las tierras comunales, o, en otras palabras, la pequeña propiedad va aumentando por las condiciones mismas de crecimiento poblacional, al tiempo en que discursivamente la propiedad de la tierra gira con relación a la defensa de la propiedad comunal (Figuroa, 2015).

La siembra del maíz se ha mantenido como una continuidad productiva y simbólica siendo muy relevante en las comunidades nahuas. Es común que en el terreno familiar se siembre una parte de maíz y otra de un cultivo frutal, como la sandía, que puede dar un beneficio con su venta local o para el consumo familiar. No obstante, algunas personas están optando por ocupar sus predios para la siembra comercial. Cuando esto sucede, tienen que comprar maíz con algún vecino que haya tenido un excedente, y algunos prefieren comprarlo en las tiendas de la red de distribución Diconsa (instaurada en la región a principios de los años ochenta; en ese entonces Conasupo, aún así llamada por algunos pobladores).

A su vez, la ganadería se convirtió en una de las actividades primordiales a partir de la influencia de los mestizos que migraron de la sierra de Coalcomán a las comunidades indígenas desde el siglo XIX, y en una nueva oleada de migraciones en las primeras décadas del siglo XX producto de la Revolución y la guerra cristera (Sánchez, 1988; Cochet, 1991; Marín, 2007; Figuroa, 2015). En muchos casos la ganadería sustituyó a la agricultura, modificándose el uso del suelo y ahora generándose una deforestación para tierras de pastizales. Estas dos actividades son el principal referente que ha estructurado las relaciones laborales y socioambientales en la costa de Michoacán, en conjunto con la pesca ribereña y, en menor escala, con algunas otras actividades como la caza y la recolección de frutos, al desarrollar un esquema de explotación en gran medida caracterizado por el autoconsumo y la venta de excedentes en las localidades. No obstante, a finales del siglo XX la agricultura de autoconsumo, principalmente enfocada al maíz, tuvo un giro relevante hacia la siembra de productos comerciales. Este aspecto no era algo nuevo, puesto que en otros momentos los pobladores ya habían tenido la posibilidad de vender algunos excedentes de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) y

coco (*Cocos nucifera* L.) a barcos que venían de Colima y Guerrero. Sin embargo, en esta nueva fase, la agricultura comercial se convirtió en un esquema importante para la producción de mayor escala y la transformación de los sistemas agroforestales tradicionales.

Las actividades del campo en gran medida se relacionan con un amplio conocimiento del clima, los ciclos lunares y solares. Los momentos para el desmonte y la siembra dependen de la lluvia, la cual da los tiempos específicos para que la tierra quede lista y se siembre la semilla o para el momento de cosechar. Los campesinos nahuas consideran que “las buenas cosechas vienen de Dios” y de él depende que llueva o no, por ello acostumbra a bendecir en Viernes Santo la semilla que se va a sembrar.

A su vez, la identificación de los tiempos de lluvia a partir de aspectos cíclicos es relevante para el momento de sembrar y cosechar, puesto que un exceso de agua en el cultivo afectaría la calidad de la siembra. Según los campesinos, es un buen año cuando empieza a llover a mediados de junio, puesto que deja húmeda la tierra y se puede sembrar del día 21 al 24 de dicho mes, en torno al día de San Juan. Con eso, se puede pasar la canícula ya sin problemas de que la milpa se seque. La canícula, que entra el 14 de julio y que dura aproximadamente un mes, es tomada en cuenta para una buena siembra, esto es, los pobladores creen que dependiendo de su entrada es como el clima predominará: si entra la canícula con lluvia entonces será un mes de lluvias, y si es con secas esa será su suerte (Figuroa, 2015).

Las lluvias se acentúan con la luna llena: “Cuando hay luna llena vienen las tormentas [...] Antes de luna llena hay que cosechar para que el maíz no se pique. También tiene sus reglas. Antes de luna llena”.⁴ De igual forma, para aspectos forestales, los ciclos lunares son fundamentales. Para el corte de madera es conveniente hacerlo unos días después de la luna llena, ya que cercana al cuarto menguante, la madera es más resistente, no corre el riesgo de guardar agua que provoque la alteración de su forma o rajaduras debido a hinchazón del tronco (Figuroa, 2015).

El paisaje, desde hace algunas décadas, ha entrado en transición: de los cultivos familiares de maíz, frijol (*Phaseolus* sp.), calabaza (*Cucurbitaceae*) y diversos frutales, hacia el cultivo comercial de papaya (*Carica papaya* L.), plátano (*Musa* sp.), sandía (*Citrullus lanatus* [Thunb.] Mansf.), entre otras. Este esquema productivo implicó la existencia de una reestructuración económica que cada vez más daba los indicios de un sistema capitalista posicionado en las relaciones laborales y las formas de acceso y negociación de los recursos. Es decir, no sólo fue la tendencia de producción comercial y venta a intermediarios de la fruta, sino que también generó una dinámica de relaciones laborales internas caracterizadas por el pago de trabajo, aspecto que en otros momentos se remuneró con diversas formas de apoyo mutuo entre familias. Los procesos productivos de mayor escala replantearon la relación social con la naturaleza. La explotación para una remuneración económica posicionada como una tendencia en el cultivo. Asimismo, la siembra de productos considerados ilícitos como la marihuana (*Cannabis sativa*) y la amapola (*Papaver somniferum* L.), por ser

4 Entrevista a don Graciano Jiménez, realizada por David Figuroa, 17 de julio de 2006.

propensos de traficar y comerciar con ellos, han ocupado espacios que eran utilizados tradicionalmente para la milpa: la influencia del narcotráfico ha modificado notoriamente formas de organización social y de las áreas naturales por el saqueo de recursos maderables por parte de estos grupos para su posterior venta en China.

A diferencia de la situación que prevalece en el campo, los solares son espacios de carácter familiar e incluso comunitario. Como sistema, generan la reproducción de diversas especies arbóreas y plantas en una condición de biodiversidad domesticada. Entre vecinos pueden regalarse o venderse una planta medicinal para curar, o bien el pie de planta para que el vecino la siembre en su solar. Lo mismo sucede con otras plantas o con los propios frutos de los árboles que se llega a tener en el solar. De esta manera se posibilita una reproducción de la biodiversidad de los solares a partir del intercambio vecinal y local, así como la recreación de las relaciones sociales de intercambio y apoyo a partir de la reciprocidad en el uso de los recursos del solar. A los procesos de reproducción de los sistemas agroforestales tradicionales se suman otras actividades históricas relacionadas con el medio: tal es el caso de la recolección de frutos silvestres en la sierra, así como la cacería del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y de las iguanas verde y negra (*Iguana iguana* y *Ctenosaura pectinata*, respectivamente), que comúnmente son alternos a las actividades agrícolas, de ganadería y de pesca.

Políticas públicas en el contexto comunal

En la sierra-costa nahua en Michoacán, las políticas y programas ambientales han replanteado las formas de acceso a los espacios comunales, así como la continuidad de los sistemas agroforestales tradicionales, en términos de las estrategias que internamente regulan el uso de diversos espacios comunitarios y la reproducción de conocimientos y valoraciones sobre la naturaleza.

A finales del siglo XX, el enfoque nacional sobre el desarrollo se dirigió hacia el “desarrollo sustentable”, como parte de una vinculación con las normativas de conservación ambiental de carácter internacional. Así, la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), tomó esa dirección dejando atrás las políticas indigenistas del desaparecido Instituto Nacional Indigenista (INI). En ese contexto se insertan los proyectos ecoturísticos que han traído, en cierta medida y por temporadas, recursos económicos a las comunidades indígenas de la costa de Michoacán, pero al mismo tiempo han generado una ruptura con algunas formas de acción ambiental sustituyendo estrategias de apoyo comunitario por la dependencia de los proyectos gubernamentales. En contraste, las políticas enfocadas a la conservación ambiental han logrado posicionarse en los pueblos nahuas, sobre todo los que se encuentran bordeando el océano Pacífico; dichas políticas se han enfocado principalmente a la protección de diversas especies de la tortuga marina (*Chelonia agassizii*, *Lepidochelys olivacea* y *Dermochelys coriacea*).

El antecedente más antiguo surgió con el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas, el cual decretó en 1986 a las playas de Colola, Maruata y Mexiquillo como zona de reserva y sitios de refugio para la protección y conservación de las diversas especies de tortuga marina, cubriendo así una longitud de 12.5 km de las playas de Aquila, esto es, un total de 144 ha. El 16 de julio de 2002 fueron recategorizadas como Santuarios (Conanp, 2002; Alvarado et al. 2005). Dos años después, fueron incorporadas al listado de Sitios RAMSAR por las condiciones de sus humedales.

Estas normatividades se vinculan a otras de carácter internacional como la que tuvo lugar en 1992 con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), así como el Convenio de Diversidad Biológica surgido en la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, mejor conocida como la Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro, Brasil, que a partir de su firma en 1992 fue un punto de partida para las políticas de protección de la diversidad biológica.

En los siguientes años se fortalecieron estas políticas a partir de diversos programas que buscaban determinar y supervisar el cumplimiento de las normatividades –entre ellas la veda– así como la regulación de las actividades de los programas de conservación. En el caso de la costa de Michoacán diversas instancias, tanto nacionales como internacionales, gestaron proyectos de conservación ambiental desde la década de los ochenta. En un primer momento, los valores de la conservación ambiental institucionalizada por el Estado se confrontaron con las perspectivas locales sobre la naturaleza, así como con el uso y manejo de diversos recursos naturales o el aprovechamiento de especies animales para la alimentación. Con el tiempo, estos proyectos, apoyados en estrategias de educación ambiental, han tenido cierto impacto logrando en algunos casos conciliar las estrategias de conservación institucionales con las perspectivas comunitarias de acceso a los recursos naturales.

En ese proceso, el Programa de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) planteaba la perspectiva de la conservación de los ecosistemas a través de diversas estrategias como el aprovechamiento sustentable y la participación de la sociedad en su protección, preservación, restauración y administración. Como parte de esa iniciativa se consideró la creación de un Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (SUMA), de la que se desprenden las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA). En el caso de las comunidades nahuas, los programas ambientales se han articulado a partir de diferentes asociaciones ambientales y educativas. El ejemplo más claro fueron las UMA instauradas en las comunidades para la protección de algunos animales en riesgo de extinción local como el venado cola blanca, el caracol púrpura (*Plicopurpura pansa*) y el jaguar (*Panthera onca*), entre otros.

En el ámbito de las comunidades donde se han ejercido acciones para la recuperación ecológica, es común que nuevas disposiciones se contrapongan o entrelacen con

formas anteriores y propias que se han mantenido ahí donde está vigente el sentido de los bienes comunes, tanto en la manera de acceder a la tierra como en las instituciones sociales que la rigen.

En el ejercicio de las políticas públicas, las comunidades nahuas han generado formas de negociación, aceptación y adecuación de las perspectivas institucionales, readecuando las relaciones con la naturaleza y los esquemas de apropiación del entorno. Con ello, las comunidades han forjado sus propias organizaciones comunitarias para definir las dinámicas de apropiación, acceso y uso de los recursos y de su territorio.

Conclusiones

El territorio, como forma de apropiación, eminentemente es producto de una lógica histórica y tradicional, es decir, de transmisión de conocimientos y experiencias sobre el entorno apropiado y aprehendido. De igual forma, el paisaje expone las circunstancias, condiciones y representaciones del ser humano y su sociedad en cuanto a las dinámicas para el espacio que pueden trascender el mero sentido del territorio, dando un panorama de las relaciones locales y regionales en los procesos de ejercicio de formas de producción, programas y políticas gubernamentales que interactúan con un nivel global. Es así que en el territorio, en un contexto local, como en el paisaje, como extensión regional, vemos las referencias de las políticas públicas como un esquema de diferenciación espacial de las zonas decretadas para la conservación, y que se articulan a lo largo de la franja costera, trascendiendo los límites del territorio comunal.

Además de la instauración de normatividades institucionales, hay una tendencia discursiva hacia la construcción ideológica de la protección ambiental, lo cual, desde lo local, genera procesos de negociación simbólica sobre la percepción del entorno y los recursos. Es decir, las instancias institucionales no sólo moldean las prácticas sociales de acuerdo a las restricciones y permisividad que generan ciertas normativas, sino también en la forma en que es concebido el recurso, así como la visión de protección ambiental institucionalizada, como referentes relativamente nuevos en la visión ambiental de las comunidades indígenas.

El intervencionismo gubernamental ha traído diferentes consecuencias que se han integrado a las formas locales de organización social y que en varios casos han sido favorables, pero en la mayoría han traído consigo tensiones por la modificación de acceso a los recursos y la limitación de los espacios y bienes que en algunos casos eran comunitarios, y que por la transformación normativa han pasado a estar restringidos para las comunidades. A ello se suma la dependencia de las formas de organización social redirigidas a los modelos de sustentabilidad rentable, modificando la percepción de la naturaleza y la continuidad de ciertos procesos de sustentabilidad tradicional y del patrimonio biocultural.

Agradecimientos

Parte de las ideas de este texto surgieron en las diversas reuniones de trabajo del equipo INAH Michoacán en marco del Programa *Etnografía de los Pueblos Indígenas de México* del Instituto Nacional de Antropología e Historia. Por ello, agradecemos a Aida Castilleja, Rodolfo Oliveros (Coordinadores del Equipo en diversas etapas), Juan Gallardo, Daniel Gutiérrez y Lilia Roldan (miembros del equipo).

Bibliografía

- Alvarado, J., Figueroa, A., y Delgado, C. (2005). *Programa universitario de protección de la tortuga negra en Michoacán. La biodiversidad en Michoacán, estudio de Estado*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Gobierno del Estado de Michoacán / Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Castilleja, A. (2009). Articulación e integración: dos lógicas en la organización del espacio. Un estudio en pueblos de la región purépecha. En M. Chávez y M. Checa, *XXXI Coloquio de Antropología e historia regionales, El espacio en las ciencias sociales. Geografía, interdisciplinariedad y Compromiso*. Llevado a cabo en El Colegio de Michoacán (CD de las ponencias del congreso).
- Cochet, H. (1988). *Paisajes agrarios de Michoacán*. Zamora, Michoacán: El Colegio de Michoacán.
- Cochet H. (1991). *Alambradas de la Sierra: un sistema agrario en México, la sierra de Coahuila*. México: Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos / El Colegio de Michoacán / Office De La Recherche Scientifique Et Technique Outre-Mer.
- Conanp (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). (2002). *Programa de Trabajo. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2001-2006* (Segunda edición). México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Figueroa, D. (2015). *Litorales de la memoria. Percepción del territorio y las relaciones interétnicas en Pómaro, Michoacán*. Zamora, Michoacán: El Colegio de Michoacán.
- Gatti, L. (1987). La Huasteca totonaca (u "otra vez la cuestión regional"). En L. M. Gatti y V. Chenaut (eds.). *La costa totonaca: cuestiones regionales II* (pp. 3-24). México: CIESAS.
- Giménez, G. (2000). Territorio, cultura e identidades. La región socio-cultural. En R. Rosales (coord.). *Globalización y regiones en México*. México: PUEC / Porrúa.
- Hoffmann O. (1988). Lugares y extensión, red y territorio: percepción diferencial de un territorio indio a partir de la Conquista en el México oriental. *Sotavento*, 2(3), 89-105.
- Hoffmann, O. (1992). *Tierras y Territorio en Xico, Veracruz*. Xalapa, Veracruz: Gobierno del Estado de Veracruz.
- Marín G. (2007). *Vidas a contramarea. Pesca artesanal, desarrollo y cultura en la costa de Michoacán*. Zamora, Michoacán: CIESAS / El Colegio de Michoacán.
- Moreno-Calles, A. I., Toledo, V. y Casas, A. (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales en México: Una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4), 375-398.
- Sánchez, G. (1988). *El suroeste de Michoacán. Economía y Sociedad 1852-1910*. Morelia, Michoacán: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Sauer, C. (1963). The personality of México. En J. Leighly (comp.). *Land and Life. A selection of the Writing of Carl Sauer*. Berkeley, California: University of California Press.
- Toledo, A. (2004). Territorio, medio ambiente y población en la costa de Michoacán. En G. Marín (comp.). *El fin de toda la tierra: Historia, Ecología y Cultura en la costa de Michoacán* (pp. 101-123). Zamora: El Colegio de Michoacán.
- Uzeta, J. (2001). El paisaje desde el cerro: la construcción de un entorno otomí en Guanajuato. *Relaciones*, 22(87), 79-107.

Velázquez, E. (2001). El territorio de los popolucas de Soteapan, Veracruz: transformaciones en la organización y apropiación del espacio. *Relaciones*, 22(87), 15-47.

Ventura, C. (2009). Territorios indígenas y conflictos agrarios en Michoacán. En

M. Chávez y M. Checa, *XXXI Coloquio de Antropología e historia regionales, El espacio en las ciencias sociales. Geografía, interdisciplinariedad y Compromiso*. Llevado a cabo en El Colegio de Michoacán (CD de las ponencias del congreso).

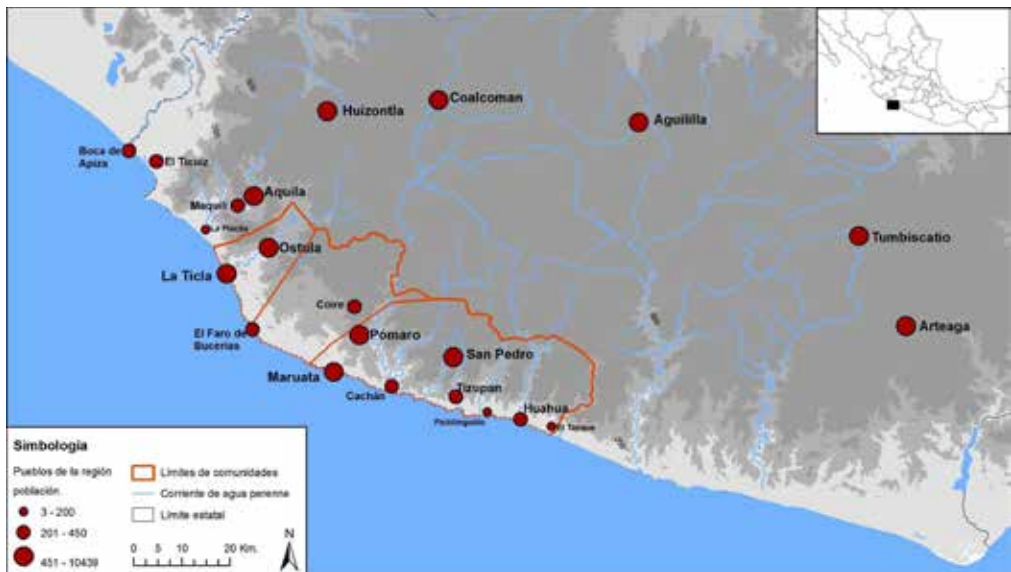


Figura 1. Delimitación de las tres comunidades nahuas de la costa de Michoacán (Pómoro, Ostula y Coire). Fuente: David Figueroa (2015).

2.4 Mujer, huerta familiar zapoteca y seguridad alimentaria en San Andrés Paxtlán, Sierra Sur de Oaxaca, México

Guilibaldo Gabriel Zurita-Vásquez¹

Gladys Isabel Manzanero-Medina²

Marco Antonio Vásquez-Dávila³

Hermes Lustre-Sánchez²

Correo de correspondencia: manzanerogladys70@gmail.com

Resumen

Para analizar las relaciones entre las mujeres, las huertas familiares y la seguridad alimentaria, se efectuó un estudio etnobotánico de las especies vegetales comestibles en San Andrés Paxtlán, que es una población zapoteca de la Sierra Sur Oaxaca, México. Con la guía de los pobladores locales se seleccionaron diecisiete huertas familiares en donde se desarrollaron entrevistas semiestructuradas y abiertas con sus manejadoras y manejadores, así como la recolecta e identificación de las plantas comestibles.

La mujer juega un papel muy importante en el cuidado y manejo de la huerta haciendo que las plantas sean aprovechadas de diversas maneras. La participación de las mujeres en la huerta familiar contribuye a la conservación y permanencia de conoci-

1 Universidad de la Sierra Sur (UNSIIS).

2 Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN Oaxaca).

3 Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, México.

mientos tradicionales. Las huertas familiares son una parte fundamental de la seguridad alimentaria, a nivel local, pues proveen de 98 especies de plantas comestibles reconocidas localmente (etnoespecies) que corresponden, en la taxonomía linneana, a 90 especies, 65 géneros y 32 familias. Se encontraron 11 taxa infraespecíficos: 4 subespecies y 7 variedades.

Palabras clave: etnobotánica, plantas comestibles, uso, manejo, autoconsumo

Abstract

In order to analyze the relationship between women, homegardens and food security, an ethnobotanical study of edible vegetable species was carried out in San Andrés Paxtlán, a Zapotec population in the Sierra Sur de Oaxaca, Mexico. With the help of the local settlers, 17 homegardens were selected, and both semi-structured and unstructured interviews were asked to the homegarden managers. As well the edible plants were collected and identified.

The woman plays a very important role in the care and management of the garden, making the plants to be used in different ways. The participation of women in the homegarden contributes to the conservation and permanence of traditional knowledge. The homegardens are a fundamental part of local-basis food security, for it provides 98 ethnospecies of plants that correspond to 90 linnean species, 65 genera and 32 families. 11 infraspecific taxa were found: 4 subspecies and 7 varieties.

Keywords: ethnobotany, edibles plants, anthropocentric use, management, subsistence agriculture

Introducción

La huerta familiar es un sistema agroforestal con una alta diversidad biocultural en un área reducida. Las especies y sus usos indican el grado de asociación que tienen los grupos sociales con las plantas. La huerta familiar representa un espacio para la socialización y la interacción entre los integrantes de la familia (Vásquez-Dávila y Manzanero, 2015). Las técnicas de manejo de la huerta van desde la ubicación, la preparación del terreno, el diseño y la distribución, la siembra, el control de plagas y enfermedades, hasta la cosecha y transformación de los recursos naturales. De acuerdo con Engels (2002), las huertas familiares son una ventana a la experimentación sobre el uso y la domesticación que resultan en la creación de oasis de diversidad vegetal y animal.

Las mujeres son las que mayormente aportan al trabajo de las huertas y unidades de manejo ya que ellas realizan la mayor parte del trabajo agrícola (Juan-Pérez et al. 2009; Guzmán et al. 2012). Los hombres trabajan la tierra, pero las mujeres siembran, escardan, fertilizan, cosechan, comercializan o intercambian los productos y los cocinan (FAO, 2011).

De acuerdo con Juan-Pérez et al. (2009), el trabajo femenino en la huerta familiar representa un elemento importante y estratégico de la seguridad alimentaria y el desarrollo de las comunidades, ya que de esta manera se ha resuelto parcialmente el efecto de la crisis económica en las familias mexicanas menos favorecidas. Por otra parte, tiene un papel importante en la economía y subsistencia de la familia, dado que se comercializa una parte de los productos de la huerta. Independientemente de la función alimentaria, la comercialización de los productos favorece las relaciones sociales y la cohesión social entre las comunidades contribuyendo al aporte de ingresos económicos para la familia. La mujer cumple un rol social de mucha importancia, su participación es efectiva y, además, está en la capacidad de generar efectos de carácter multiplicador en la familia, la comunidad y la región (Vásquez-Dávila y Manzanero, 2015; Gómez-Luna et al. 2017). Sin embargo, el trabajo es poco apreciado, pues generalmente no se reconoce su aporte al conocimiento y a la economía familiar, algo que aún no se valora lo suficiente como para modificar la visión de los científicos y de la sociedad en general (Rojas-Serrano et al. 2014; Kumar, 2015).

La seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana. De la misma manera, las huertas familiares son pequeñas unidades de producción que representan una buena fuente de alimentación (FAO, 2011).

Las huertas familiares son una tradición que ofrece muchas posibilidades para mejorar la seguridad alimentaria de las familias y mitigar las deficiencias de micronutrientes. Desde el punto de vista de la producción, la creación de huertas puede mejorar la seguridad alimentaria en distintas formas, principalmente: 1) proporcionar un acceso directo a una variedad de alimentos nutritivos; 2) disponer de mayor capacidad de compra por el ahorro en la compra de alimentos y gracias a los ingresos obtenidos de la venta de productos de la huerta; y 3) proporcionar una reserva de alimentos para los periodos de escasez (FAO, 2010).

El objetivo del presente estudio fue analizar la relación entre las mujeres, las huertas familiares y la seguridad alimentaria mediante el estudio etnobotánico de las especies vegetales comestibles en San Andrés Paxtlán, en la Sierra Sur de Oaxaca, México.

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en San Andrés Paxtlán, municipio ubicado en la región Sierra Sur, Oaxaca. Paxtlán está situado a 16° 13' Norte y 96° 30' Oeste a una altitud de 2 100 msnm. Posee una extensión de 77.83 km². Pertenece a la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur y a la cuenca hidrológica RH22. Cruzan por sus tierras los ríos Oscuro, Manzanillo y Molino; geológicamente, la porción del macizo montañoso pertenece a la era paleozoica y posee roca o suelo metamórfico. Posee un clima templado sub-húmedo con

lluvias en verano y una temperatura media anual de 19.9°C; una precipitación total anual de 535.9 mm y un suelo de tipo acrisol húmico de textura fina (INEGI, 2006).

La vegetación posee extensiones de agricultura de temporal y bosque de pino encino con vegetación secundaria, representada principalmente por ocote (*Pinus oocarpa* y *Pinus oaxacana*), encino (*Quercus* sp.), roble (*Quercus crassifolia*), escobetón (*Pinus michoacana*), todos con utilidad maderable (Conabio, 2007). El Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2015) menciona que contaba con 3 990 habitantes, de los cuales 50.6% son mujeres y el 49.4% hombres. La cabecera municipal (San Andrés Paxtlán) tiene 846 viviendas, y habitan un total de 2 547 personas que hablan alguna lengua indígena, principalmente zapoteco de la Sierra Sur; únicamente 26.6% de viviendas particulares habitadas disponen de agua entubada de la red pública y 28.45% disponen de drenaje. La localidad se abastece del agua de los siete manantiales que posee. La población económicamente activa en el año 2015 era de 1 604 personas, de las cuales 809 estaban dedicadas al sector primario, 271 al secundario y 239 al terciario. En el municipio se produce maíz, frijol, chícharo, trigo, calabaza, tejojote, durazno, manzana y verduras, como rábanos, acelgas y lechugas (INEGI, 2010).

Selección de las huertas familiares

Se realizaron caminatas con guías de la comunidad asignados por la autoridad municipal. Se tuvo una reunión con las autoridades para que sugirieran las viviendas con las huertas más diversas desde el punto de vista florístico. Se recopilaron algunos datos del área de estudio (i. e. el uso de suelo, la vegetación y el clima) por medio de cartas topográficas y temáticas del INEGI (2006). Para la selección de las huertas familiares se tomó en cuenta que las personas hablaran zapoteco y, principalmente, que existiera interés de participar en el proyecto. Se estudiaron 17 huertas familiares en donde se desarrollaron entrevistas semiestructuradas, y se empleó el método basado en la caracterización de huertas validado por Gaytán et al. (2001). Se preguntó sobre el número de personas que aprovechan la huerta, tomando en cuenta el número de habitantes por vivienda y el sexo del individuo encargado de manejar la huerta. Cabe mencionar que las huertas bajo estudio se localizan dentro del polígono de la cabecera municipal. Se efectuaron tres recorridos en el bosque circundante con el apoyo de habitantes de la zona. De la misma manera, se visitó el mercado de Miahuatlán de Porfirio Díaz, lugar donde se concentra un alto número de vendedores procedentes de San Andrés Paxtlán, quienes comercializan varias especies vegetales procedentes en su mayoría de sus huertas familiares, pequeñas parcelas o ranchos.

En la obtención de ejemplares botánicos se abarcaron los meses de lluvia y época de sequía, tratando de buscar la floración de los especímenes botánicos. Para elaborar la base de datos del inventario de plantas de las huertas se incluyeron campos como la

clase, el nombre científico, el nombre común, el nombre en zapoteco, la familia botánica, la forma biológica, el uso, la forma de uso, el grado de manejo, el destino de la planta y la naturaleza de la planta. Para conocer el manejo de las huertas se preguntó a los colaboradores locales y dueños de las huertas acerca del manejo *in situ* y *ex situ* (Casas y Caballero, 1995). En cada huerta se inventariaron las especies botánicas las cuales fueron colectadas, herborizadas y fotografiadas para su posterior determinación taxonómica (Lot y Chiang, 1986). Los datos fueron registrados en una etiqueta de colecta para su identificación taxonómica empleando claves dicotómicas.

Para sistematizar la información relativa a la forma de uso, se consideró la clasificación de las plantas de acuerdo a las categorías antropocéntricas propuestas por Martínez-Alfaro (1990). Solo se toman en cuenta las que tienen uso comestible (ya sea en fresco o después de ser cocinadas), saborizantes (incluyendo hierbas frescas, condimentos y especias), para bebidas refrescantes, quelites (plantas cuyas hojas, tallos o flores se consumen frescas en la temporada de lluvia), golosinas (frescas, secas o preparadas como postres) y edulcorantes o dulcificantes. Sobre la utilidad de la huerta, se preguntó si es para autoconsumo o para uso comercial. Asociado a esta variable, se interrogó, específicamente, de la venta de productos de la huerta familiar.

Resultados y discusión

En esta sección se abordará el papel de la mujer en las huertas familiares, el uso humano de las plantas comestibles relacionadas con este agroecosistema y la seguridad alimentaria en San Andrés Paxtlán.

Mujeres y huertas zapotecas de Paxtlán

De las huertas familiares con las que se trabajó, 11 son manejadas por mujeres, cuatro por ambos géneros y dos emplean mano de obra masculina. Al preguntar específicamente sobre quién fundó o inició la huerta, la respuesta fue que las mujeres son las fundadoras de este sistema agroforestal. Nueve mujeres se dedican de manera exclusiva al hogar y dos efectúan otras actividades relacionadas con la medicina tradicional y la costura. La mayor parte de los varones se dedican a trabajar en labores del campo, aunque dos se identificaron como carpinteros. El dueño de una huerta se dedica con éxito a la siembra de hortalizas con fines comerciales. Dependiendo la edad, los niños desarrollan tareas específicas: los pequeños se encargan de recolectar los frutos y las verduras mientras que los mayores se encargan de preparar el terreno para el cultivo.

La participación de las mujeres en la economía de la huerta familiar es una característica que se observa en diversas regiones de Oaxaca, como lo señalan Manzanero, Flores y Hunn (2009) y Gómez-Luna et al. (2017) para la Sierra Norte; y Tapia (2011) para la Mixteca.

Por medio del uso y manejo de las plantas cultivadas en este sitio, las mujeres contribuyen a la conservación y permanencia de conocimientos tradicionales (Guzmán et al. 2012).

Los beneficios agroecológicos y climáticos así como sociales que representa una huerta familiar son evidentes cuando dimensionamos las personas involucradas con los productos de la misma. En el caso de San Andrés Paxtlán se encontró que cada huerta familiar beneficia directamente a 5.2 habitantes en promedio; Herrera (1994) encontró datos similares para las huertas de Yucatán: un promedio de 6.8 personas por huerta. Generalizando esta información, las huertas familiares aportan recursos importantes para cubrir los cuatro ejes de la seguridad alimentaria: disponibilidad, acceso, estabilidad y utilización (FAO, 2006).

La mayor parte de la producción de las huertas familiares es para el autoconsumo (86.9%), aunque dos se salen de este esquema. La comercialización de los productos de la huerta se hace en su mayoría en los mercados de Miahuatlán y de Pochutla así como la venta en casa, donde algunos intermediarios lo solicitan. El trueque o intercambio de productos es frecuente, como en muchos mercados del sureste mexicano.

Las plantas comestibles de la huerta familiar

En nuestro trabajo de campo, documentamos 98 etnoespecies con uso comestible (con 98 nombres locales y 69 nombres en zapoteco) que corresponden a 90 especies lineanas, 65 géneros y 32 familias. 11 taxa son infraespecíficos: 4 subespecies y 7 variedades (Tabla 1).

Las plantas comestibles pueden tener más de un uso. Por ejemplo, la caña de azúcar sirve como edulcorante, como golosina y como bebida. Los datos de la tabla 1 muestran que las personas de San Andrés Paxtlán usan los recursos alimentarios que provienen de las huertas familiares de la siguiente manera: como comestible (65 plantas), saborizante (22), bebida (18), quelite (15), golosina (12) y edulcorante (1).

Las familias botánicas con mayor número de especies, subespecies o variedades son: Rosaceae (con 13 taxa); Solanaceae (n=9); Fabaceae (n=8); Rutaceae y Asteraceae con 7 especies; Lamiaceae y Cucurbitaceae con 6; Apiaceae, Brassicaceae y Poaceae con 4 especies. Los géneros mejor representados son: *Citrus* con 7 taxa, *Cucurbita* y *Prunus* (n=5); *Solanum* (n=4) y *Capsicum* con 3 taxa.

La forma biológica mejor representada es la herbácea (39 registros), hecho que es similar con lo reportado por Caballero y Cortés (2001), Manzanero et al. (2009) y Tapia (2011) quienes mencionan que las plantas del estrato herbáceo predominan en la huerta familiar. En seguida, se encuentran los árboles (n=31), arbustos (n=15), 7 rastreras y 6 trepadoras.

Las especies, subespecies o variedades nativas son 49 y el mismo número corresponde a los taxones introducidos.

En cuanto a las hortalizas que están presentes todo el año, la siembra se hace con la finalidad de garantizar la seguridad alimentaria y autosostenibilidad de la huerta. Como

fue señalado anteriormente, las plantas anuales se integran a la dieta de manera cíclica dependiendo de las estaciones del año.

Estos jardines proporcionan suplementos culinarios al alcance de la mano; en particular, chiles, tomates de cáscara y aguacates, por nombrar solo algunos de los saborizantes y frutas disponibles. Esto concuerda con otra localidad zapoteca de la Sierra Sur: San Juan Mixtepec, en donde las mujeres son quienes determinan el arreglo espacial y qué plantas sembrar para tener los recursos disponibles como alimento, medicina, ornamentales y rituales (Hunn, 2008).

Las plantas comestibles representan una importante fuente de nutrientes y son la base en la alimentación de la familia. El consumo de muchas de estas plantas se limita a una parte del año. Por ejemplo, entre los frutos mayormente aprovechados en la huerta se encuentran: anona (*Annona cherimola*), naranja (*Citrus sinensis*), aguacate (*Persea americana*), níspero (*Eriobotrya japonica*), manzana (*Malus pumila*), nuez (*Juglans regia*), nanche rojo (*Malpighia mexicana*), chabacano (*Prunus armeniaca*), capulín (*Prunus serotina*) y tejocote (*Crataegus mexicana*).

Destacan leguminosas nativas como frijolón (*Phaseolus coccineus*), frijol (*P. vulgaris*, *P. vulgaris* var negro) y guaje (*Leucaena esculenta*). A estas especies nativas se suman el chícharo (*Pisum sativum*) y la haba (*Vicia faba*), introducidas durante la Colonia. Como se ha documentado en otros lugares de la Sierra Sur, las mujeres tienen en la huerta familiar especies que son características de otros agroecosistemas, como maíz (*Zea mays*) y trigo (*Triticum aestivum*), gramíneas que aportan carbohidratos.

Ya se dijo que las hortalizas están presentes a lo largo del año y se siembran con la finalidad de garantizar la seguridad alimentaria. Muchas de estas plantas (independientemente de su origen nativo o introducido) forman parte de la dieta diaria de los habitantes de la localidad: col (*Brassica oleracea* var. *viridis*), chile verde (*Capsicum annuum* var. *annuum*), acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*), cilantro (*Coriandrum sativum*), apio (*Apium graveolens*), chayote (*Sechium edule*), miltomate (*Physalis philadelphica*) y jitomate (*Solanum lycopersicum*). La oreja de león (*Peperomia maculosa*) y el palo de chile (*Salmea scandens*) son dos destacadas plantas comestibles por su estrecha relación con la cultura de los zapotecos de la Sierra Sur.

Entre las plantas consideradas por los pobladores locales como quelites (verduras y flores comestibles propias de la temporada lluviosa) están: quintonil (*Amaranthus hybridus*), hoja de pescado (*Alloispermum integrifolium*), bishate (*Solanum americanum*), mostaza o nabo silvestre (*Brassica rapa*), chepil (*Crotalaria pumila*), yerba de piojito (*Galinsoga longipes*), chepiche (*Porophyllum linaria*), papaloquelite (*Porophyllum macrocephalum*), verdolaga (*Portulaca oleracea*) y cuachepil (*Diphysa americana*), entre otras.

También se cultivan y consumen saborizantes, condimentos o especias como: ajo o ajo macho (*Allium sativum*), epazote (*Dysphania ambrosioides*), albahacar (*Ocimum basilicum*), pitiona (*Lippia alba*), mejorana (*Origanum majorana*), orégano (*Origanum vulgare*), tomillo (*Thymus vulgaris*) y yerba santa (*Piper sanctum*).

Conclusiones

Las huertas familiares en la región de la Sierra Sur de Oaxaca se encuentran fuertemente arraigadas a la cultura zapoteca y a las necesidades económicas de la población rural. La cosmovisión étnica concibe la huerta como un espacio de socialización y de acercamiento a la naturaleza y no solo como una parcela de producción.

La mujer juega un papel muy importante en el cuidado y manejo de la huerta, haciendo que las plantas sean aprovechadas de diversas maneras: su participación contribuye a la conservación y permanencia de conocimientos tradicionales.

Al estudiar el papel de la mujer y el uso de las plantas comestibles de 17 huertas familiares en San Andrés Paxtlán encontramos que, si bien las mujeres son las fundadoras de este sistema agroforestal, 11 huertas son manejadas por mujeres, cuatro por ambos géneros y dos por hombres, uno de los cuales lo hace con fines comerciales. Pero no solo los adultos manejan la huerta, ya que niñas y niños se encargan de recolectar los frutos y las verduras y ayudan a preparar el terreno para el cultivo. Cada huerta beneficia directamente a 5.2 habitantes en promedio. La mayor parte de la producción es para el autoconsumo y en menor escala se realiza la comercialización que se lleva a cabo en los mercados regionales de Miahuatlán y Pochutla. También se realiza la venta en casa a petición de algunos intermediarios. El trueque o intercambio de productos es frecuente.

Con respecto al uso de las especies vegetales de la huerta familiar, documentamos 98 etnoespecies con uso comestible (que tienen 98 nombres locales y 69 nombres en zapoteco) y que corresponden a 90 especies lineanas, 65 géneros y 32 familias. 11 taxa son infraespecíficos (4 subespecies y 7 variedades).

Las familias botánicas que predominan son: Rosaceae, Solanaceae, Fabaceae, Rutaceae, Asteraceae, Lamiaceae y Cucurbitaceae. Los géneros mejor representados son: Citrus, Cucurbita, Prunus, Solanum y Capsicum. Destacan las hierbas (con 39 registros) y los árboles (n=31) sobre los arbustos, rastreras y trepadoras. Las especies, subespecies o variedades nativas son 49 y el mismo número de taxones introducidos.

Estos jardines proporcionan tanto frutos de temporada (como la anona, naranja, aguacate, níspero, manzana, nuez, nanche, durazno, capulín y tejocote) como hortalizas (col, acelga, cilantro, apio, chayote, miltomate y jitomate) que están presentes a lo largo del año. Lo mismo sucede con los condimentos como los chiles (piquín, canario y verde), el ajo, el epazote, el albahacar, la pitona, la mejorana, el orégano, el tomillo y la yerba santa. Entre los quelites (o verduras de temporal o de la época de lluvias) están el quintonil, la hoja de pescado, el bishate, la mostaza o el nabo silvestre, el chepil, la yerba de piojito, el chepiche, el papaloquelite, la verdolaga y el cuachepil. Destacan por su endemismo cultural dos plantas comestibles conocidas como oreja de león y palo de chile, que son muy propias de los zapotecos de la Sierra Sur de Oaxaca.

Las huertas familiares de San Andrés Paxtlán son una parte fundamental de la seguridad alimentaria local ya que las plantas comestibles que contienen son una importante fuente de nutrientes y son la base en la alimentación de las familias de esta población.

Agradecimientos

Los autores agradecemos a los pobladores de San Andrés Paxtlán, Oaxaca, México, y en especial a las mujeres y hombres de las 17 huertas estudiadas que nos brindaron la confianza para compartirnos su conocimiento. Al Instituto Politécnico Nacional, a través del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, por el uso de las instalaciones para el trabajo de gabinete y el apoyo económico para la realización del proyecto. Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca de posgrado otorgada al primer autor; a la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP) del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo otorgado a través de los proyectos SIP 20140744 “Importancia cultural de los huertos familiares zapotecos de la Sierra Norte de Oaxaca, México”, y 20150565 “Vitalidad del conocimiento ambiental tradicional sobre plantas y animales en huertos familiares de la Sierra Norte de Oaxaca, México”. Se agradece a la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP) del Instituto Politécnico Nacional por las becas EDI y COFAA. A los revisores anónimos de este texto, quienes con sus amables sugerencias lo mejoraron sustancialmente.

Bibliografía

- Caballero, J., y Cortés, L. (2001). Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. *Plantas, Cultura y Sociedad*. En B. Rendón, S. Rebollar, J. Caballero y M. A. Martínez (eds.). *Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*, (pp. 79-100). México: Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa / Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- Casas, A., y Caballero, J. (1995). Domesticación de plantas y origen de la Agricultura en Mesoamérica. *Ciencias*, (40), 36-44.
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2007). *Mapa de puntos de calor*. Recuperado de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/puntos_calor/doctos/puntos_calor.
- Engels, J. (2002). Home gardens - a genetics resources perspective. En J. Watson, y P. Eyzaguirre (eds.). *Homegardens and in situ conservation of plant genetic resources in farming systems*, (pp. 3-9). Witzhausen, República Federal de Alemania: Future Harvest.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). (2006). *Seguridad alimentaria. (Informe de políticas número 2)*. Recuperado de <http://goldwing.com.ar/gallery/informe%20de%20politica%20-%20seguridad%20alimentaria.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). (2010). *Una introducción a los conceptos básicos de la seguridad alimentaria*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/014/al936s/al936s00.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). (2011). *Mujeres. Agricultura y seguridad alimentaria*. Recuperado de <http://www.fao.org/worldfoodsummit/spanish/fsheets/women.pdf>.
- Gaytán, C., Vibrans, H., Navarro, H., y Jiménez, M. (2001). Manejo de huertos familiares periurbanos de San Miguel Tlaxipan, Texcoco, Estado de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (69), 39-62.

- Gómez-Luna, R. E., Manzanero-Medina, G. I., y Vásquez-Dávila, M. A. (2017). Floristic and social aspects in zapotec orchards in Lachatao, Northern Sierra of Oaxaca, Mexico. *Revista BioCiencias*, 4(4), 1-15, Article ID 04.04.03.
- Guzmán, S. G., López, H. E., y Gispert, C. M. (2012). Estudio etnobotánico de los huertos familiares como estrategia socio-productiva con mujeres de Olcuatitán, Acajuca, Tabasco. En M. A. Vásquez-Dávila y D. G. Lope Alzina (eds.). *Aves y Huertos de México*, (pp. 110-111). Oaxaca, México: Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca / Carteles Editores.
- Herrera, C. N. (1994). *Los huertos familiares mayas en el oriente de Yucatán*. Mérida, Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Hunn, E. (2008). *A zapotec natural history, Trees, herbs and flowers, birds, beasts and bugs in the life of San Juan Gbëë*. Tucson, Arizona: The University of Arizona Press.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2006). *Catálogo de Integración General de localidades (CIGEL). II conteo de población y vivienda 2005*. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/accesomicrodatos/cpv2005/default.aspx>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010). *Compendio de información geográfica municipal San Andrés Paxtlán, Oaxaca*. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/compendio.aspx>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2015). *Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015 Oaxaca*. Recuperado de <http://www.migrantes.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2016/02/ENCUESTA-INTERCENSAL-2015.pdf>
- Juan-Pérez, J., Gutiérrez, C. J., Balderas, P. M., y Némiga, X. A. (2009). La mujer campesina y el manejo de huertos. Una estrategia para la alimentación de las familias mexicanas. *Leisa, Revista de Agroecología*, 25(3), 31-33.
- Kumar, V. (2015). Importance of Homegardens Agroforestry System in Tropics Region. En P. Jha (ed.). *Biodiversity, Conservation and Sustainable Development (Issues and Approaches)* (Volumen 2), (pp. 1-27). New Delhi: New Academic Publishers.
- Lot, A., y Chiang, F. (1986). *Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares*. México: Consejo Nacional de Flora de México.
- Manzanero, G., Flores, A., y Hunn, E. (2009). Los huertos familiares zapotecos de San Miguel Talea de Castro, Sierra Norte de Oaxaca, México. *Etnobiología*, (7), 9-19.
- Martínez-Alfaro, A. M. (1990). *Contribuciones latinoamericanas al mundo: la utilización de las plantas en diversas sociedades*. México: Biblioteca Iberoamericana.
- Rojas-Serrano, C., Martínez-Corona, B., Vázquez-García, V., Castañeda-Salgado, P., Zapata-Martelo, E., y Sámano-Rentería, M. A. (2014). Estrategias de reproducción campesina, género y valoración del bosque en Lachatao, Oaxaca, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 11(1), 71-92.
- Tapia, D. (2011). *Valor cultural de las plantas de Tonalá Huajuapán, Oaxaca*. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca, México.
- Vásquez-Dávila, M. A., y Manzanero Medina, G. I. (2015). Campesinidad y socialización en las huertas familiares de las mujeres zapotecas de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Negocios y Desarrollo*, 2(2), 92-117.

Tabla 1. Plantas comestibles de las huertas familiares de San Andrés Paxtlán, Oaxaca, México

FAMILIA /ESPECIE	NOMBRE LOCAL	NOMBRE ZAPOTEC	HÁB ¹	ORI ²	USO ³
Agavaceae					
<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck	Maguey	Dób	S	Nat	Beb, Sab
<i>Agave potatorum</i> Zucc.	Tobalá		S	Nat	Beb
Amaranthaceae					
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Quintonil	Yé't be'	H	Nat	Que
<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i> (L.) K. Koch.	Acelga	La' sel	H	Int	Com
Amaryllidaceae					
<i>Allium sativum</i> L.	Ajo, ajo macho	Aj tê	H	Int	Com, Sab
Annonaceae					
<i>Annona cherimola</i> Mill.	Anona	Xnog	A	Nat	Com, Beb
Apiaceae					
<i>Apium graveolens</i> L.	Apio		H	Int	Com, Sab
<i>Coriandrum sativum</i> L.	Cilantro	Colantr	H	Int	Sab
<i>Daucus carota</i> L.	Zanahoria		H	Int	Com, Beb
<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss	Perejil		H	Int	Sab
Araceae					
<i>Monstera deliciosa</i> Liebm.	Piñanona	Yé'r chín	T	Nat	Com
Arecaceae					
<i>Cryosophila nana</i> (Kunth) Blume ex Salomon	Palma real	Yín	A	Nat	Com
Asteraceae					
<i>Alloispermum integrifolium</i> (DC.) H. Rob.	Hoja de pescado	La' nzenzín	H	Nat	Que
<i>Galinsoga longipes</i> Canne	Hierba de piojito	Wan mze'	H	Nat	Que
<i>Lactuca sativa</i> L.	Lechuga		H	Int	Com
<i>Porophyllum linaria</i> (Cav.) DC.	Chepiche		H	Nat	Que
<i>Porophyllum macrocephalum</i> DC.	Papaloquelite		S	Nat	Que
<i>Salmea scandens</i> (L.) DC.	Palo de chile	Ga' yin	T	Nat	Sab
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Pericón	Tiex	H	Nat	Beb

CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA

Brassicaceae					
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>viridis</i> (L.)	Col		H	Int	Com
<i>Brassica rapa</i> L.	Mostaza o Nabo silvestre	Yé nab	H	Int	Que
<i>Lepidium virginicum</i> L.	Pierna vieja	Yét ndiá	H	Nat	Que
<i>Raphanus sativus</i> L.	Rábano	Gu rab	H	Int	Com, Sab
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> (L.) Hayek	Berro	yêt chis	H	Int	Que
Cactaceae					
<i>Acanthocereus pentagonus</i> (L.) Britton y Rose	Nopal de cruz	Gayá'	S	Nat	Com
<i>Opuntia auberi</i> Pfeiff.	Nopal de lengüita	Gayá' los	H	Nat	Com
<i>Opuntia</i> sp.	Nopal	Gayá'	H	Nat	Com
Chenopodiaceae					
<i>Dysphania ambrosioides</i> L.	Epazote		H	Nat	Sab
Cucurbitaceae					
<i>Cucurbita argyrosperma</i> K.Koch subsp. <i>Argyrosperma</i>	Calabaza chompa	R	Nat	Com	
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché.	Chilacayota		R	Nat	Com, Beb
<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	Calabaza támala	Yaád go'	R	Nat	Com
<i>Cucurbita pepo</i> L. subsp. <i>pepo</i> cv 1	Calabaza huiche	Yad dits	R	Nat	Com
<i>Cucurbita pepo</i> L. subsp. <i>pepo</i> cv 2	Calabacita 40 días	Pench chop gál wis	R	Int	Com
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) SW.	Chayote	Ngut yap	T	Nat	Com
Ericaceae					
<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth	Pingüica	Ga' gan ke'	A	Nat	Gol
Fabaceae					
<i>Crotalaria pumila</i> Ortega	Chepil	Yét chix	H	Nat	Que
<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa	Cuachepil	Ga bit	A	Nat	Que
<i>Leucaena esculenta</i> (Moc. y Sessé ex DC.) Benth.	Guaje	Nchá	A	Nat	Com, Que
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	Frijolón	Ta xen	H	Nat	Com, Que
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Frijol de ejote	Ta yén	S	Nat	Com
<i>Phaseolus vulgaris</i> L. var <i>negro</i>	Frijol negro	Ta nagat	H	Nat	Com
<i>Pisum sativum</i> L.	Chícharo		H	Int	Com
<i>Vicia faba</i> L.	Haba	Ta stil	H	Int	Com

Juglandaceae					
<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K.Koch	Nogal	Ga xnov	A	Nat	Com, Gol
<i>Juglans regia</i> L.	Nuez de piedra, de castilla	A	Int	Com, Gol	
Lamiaceae					
<i>Mentha piperita</i> L.	Yerba buena	Ftión xtil	H	Int	Sab
<i>Ocimum basilicum</i> L.	Albahacar	Albac	H	Int	Sab
<i>Origanum majorana</i> L.	Mejorana		S	Int	Sab
<i>Origanum vulgare</i> L.	Orégano	Brej	H	Int	Sab
<i>Thymus mastichina</i> L.	Almoradúz	morduls	H	Int	Sab
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Tomillo		H	Int	Sab
Lauraceae					
<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Ngut yex	A	Nat	Com
<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz y Pav.) Kosterm	Aguacate criollo	Ga' yax te'	A	Nat	Com, Sab
Malpigiaceae					
<i>Malpighia mexicana</i> A. Juss.	Nanche roja		A	Nat	Gol
Musaceae					
<i>Musa</i> sp.	Plátano	Bdó	A	Int	Com, Sab
Myrtaceae					
<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Nzuy	A	Nat	Com
Passifloraceae					
<i>Passiflora edulis</i> Sims	Maracuyá		T	Int	Com, Beb
<i>Passiflora ligularis</i> Juss.	Granada de moco	T	Int	Com, Beb	
Piperaceae					
<i>Peperomia maculosa</i> (L.) Hook	Oreja de león	Nsa mbes	H	Nat	Com, Sab
<i>Piper sanctum</i> (Miq.) Schltld. ex C.DC.	Yerba santa	La lago'	S	Nat	Com, Sab
Poaceae					
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	Té limón	Yix tê	H	Int	Beb
<i>Phalaris canariensis</i> L.	Alpiste	Alpist	H	Int	Beb
<i>Saccharum officinarum</i> L.	Caña	Nid	S	Int	Edl, Gol, Beb
<i>Zea mays</i> L.	Maíz	Nzob	H	Nat	Com, Beb
Portulacaceae					
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Yét nĩ'	H	Nat	Que

Punicaceae					
<i>Punica granatum</i> L.	Granada roja		A	Int	Com, Gol
Rosaceae					
<i>Crataegus mexicana</i> Moc. y Sessé ex DC.	Tejocote o manzanita	Ga' ngüt yig	A	Nat	Com, Gol
<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	Membrillo		A	Int	Gol
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Níspero	Ye' misper	A	Int	Com
<i>Fragaria vesca</i> L.	Fresa		R	Int	Com
<i>Fragaria x annanassa</i> (Weston) Duchesne	Fresa		R	Int	Com
<i>Malus pumila</i> Mill. cv 1	Manzana	Manzan	A	Int	Com, Gol
<i>Malus pumila</i> Mill. cv 2	Manzana criolla		A	Int	Com, Gol
<i>Prunus armeniaca</i> L. cv 1	Albercoque, albaricoque	Ga' tras	A	Int	Com
<i>Prunus armeniaca</i> L. cv 2	Chabacano	Chabacan	A	Int	Com
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch cv 1	Durazno		A	Int	Com, Gol
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch cv 2	Durazno prisco		A	Int	Com
<i>Prunus serotina</i> Ehrh. subsp. <i>capuli</i> (Cav.) McVaugh	Cereza o capulín	Tiâ'	A	Nat	Com, Gol
<i>Pyrus malus</i> L.	Pera	Pers	A	Int	Com
Rubiaceae					
<i>Coffea arabica</i> L.	Cafetal		S	Int	Beb
Rutaceae					
<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	Limón	ngut ni'	A	Int	Com, Beb
<i>Citrus limetta</i> Risso	Lima de chiche	Lim mdiu'	A	Int	Com
<i>Citrus maxima</i> Merr.	Toronja	Toronj	A	Int	Com
<i>Citrus medica</i> L.	Sidra	Sidra	A	Int	Com
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Mandarina	Mandarin	A	Int	Com, Beb
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck cv 1	Naranja	Naranj	A	Int	Com, Beb
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck cv 2	Naranja criolla	Naranj	A	Int	Com, Beb
Solanaceae					
<i>Capsicum annuum</i> L. var. <i>annuum</i>	Chile verde	Yiin Nayê	H	Nat	Com, Sab
<i>Capsicum annuum</i> L. var. <i>glabriusculum</i> (Dunal) Heiser y Pickersgill	Chile piquin	Yin bix	H	Nat	Com, Sab
<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz y Pav.	Chile canario o manzano	Yin guts	H	Nat	Com, Sab

<i>Physalis philadelphica</i> Lam.	Miltomate		S	Nat	Com
<i>Physalis</i> sp.	Miltomatito	Chux yix	H	Nat	Com
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Bishate	Yét chet	S	Nat	Que
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Jitomate	Chux	S	Nat	Com
<i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> D.M. Spooner, G.J. Anderson y R.K. Jansen	Cuatomatito		S	Nat	Com
<i>Solanum nigrum</i> L.	Hierba mora	Yet chét	S	Int	Que
Verbenaceae					
<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br.	Pitiona	Ftión	S	Nat	Sab
Vitaceae					
<i>Vitis vinifera</i> L.	Uva, parral		T	Int	Com

¹ HÁBITO: A = árbol

H = hierba

R = rastrera

S = arbusto

T = trepadora.

² ORIGEN: Nat: nativa

Int: introducida.

³ USO: Com=Comestible

Sab=Saborizante

Beb=Bebida

Que= Quelite

Gol= Golosina

Edl= Edulcorante

2.5 Sistemas agroforestales como herramienta de restauración socio-ecológica del paisaje: el caso de la organización indígena Xuajin Me'Phaa de la Montaña, Guerrero, México

Eliane Ceccon¹

Correo de correspondencia: ececon61@gmail.com

Resumen

En el estado de Guerrero, el 87.7% de la población se encuentra en pobreza. En esta región, las funciones socioeconómicas degeneraron con la pérdida de las funciones de los ecosistemas naturales, afectando en gran medida la calidad de vida de la población que depende directamente de los recursos naturales. Frente a este panorama de pobreza y degradación ambiental, la restauración del paisaje, además de recuperar las funciones del ecosistema, debe proporcionar bienes y servicios a los habitantes locales. En este capítulo se presentan los pasos de la investigación realizada por el grupo de investigación del CRIM-UNAM con la organización indígena Xuajin Me'Phaa, en la Montaña de Guerrero. Primero se

1 Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM), UNAM.

realizó un diagnóstico participativo para evaluar la sustentabilidad del cultivo agroforestal orgánico de *Hibiscus sadariffa* (jamaica) y el uso de leña y sus consecuencias sobre la degradación del paisaje. En la siguiente fase se realizaron experimentos agroforestales para buscar, a través de la investigación participativa, mejorar los puntos críticos encontrados. Por último, se trató de conocer las motivaciones de los socios de la organización para restaurar traspatios y las especies utilizadas, y su papel en la conexión del paisaje. Se encontró un paisaje muy fragmentado y desconectado, con predominancia de bosques abiertos, consecuencia del excesivo consumo de leña. El cultivo de jamaica en general fue sustentable, pero la productividad fue baja. El resultado de la experimentación arrojó que *Leucaena macrophylla* es una especie promisoría para usar en sistemas agroforestales y *Calliandra houstoniana* posee buena calidad de hojarasca para abono verde, que puede ser mejorada con la adición de *Mucuna pruriens*, tradicionalmente utilizada para este fin. La principal motivación para la restauración de los traspatios fue la alimentación, y la segunda, los valores culturales. Los traspatios funcionan como conectores del paisaje para las aves.

Palabras clave: restauración productiva, cultivo en callejones, *Hibiscus sadariffa*, *Leucaena macrophylla*, *Calliandra houstoniana*

Abstract

*In the state of Guerrero, 87.7% of the population is in poverty. In this region, socioeconomic functions degenerated with the loss of natural ecosystems functions, greatly affecting the life quality of the peasants that depends directly on natural resources. Faced with this panorama of poverty and environmental degradation, the landscape restoration, in addition to recovering the functions of the ecosystem, must provide goods and services to the local inhabitants. This chapter presents the steps of the research carried out by the CRIM-UNAM research group with the indigenous organization Xuajin Me'Phaa, in "La Montaña" of Guerrero State. First, a participatory diagnosis was made to evaluate the sustainability of the organic *Hibiscus sadariffa* (roselle) agroforestry system and the use of firewood and its consequences on the landscape degradation. In the next phase, agroforestry experiments were carried out to seek, through participatory research, to improve the critical points found. Finally, it was tried to know the motivations of the partners of the organization to restore the home gardens and the species used and its role in the landscape connection. A very fragmented and disconnected landscape was found, with predominance of open forests, as a consequence of the excessive consumption of firewood. The cultivation of roselle in general was sustainable, but the productivity was low. The result of the experiment showed that, *Leucaena macrophylla* is a promising species for use in agroforestry systems and *Calliandra houstoniana* has good litter quality for green manure, which can be improved with the addition of *Mucuna pruriens*, traditionally used for this purpose. The*

main motivation for the restoration of the home gardens was food production, and the second, cultural values. Backyards function as landscape connectors for birds.

Key words: productive restoration, alley cropping, Hibiscus sadariffa, Leucaena macrophylla, Calliandra houstoniana

Introducción

Una evaluación de 2008 del estado del medio ambiente en México, realizada por medio de Unidades Biofísicas Ambientales, reveló escenarios alarmantes que exigen la aplicación de políticas públicas ambientales y sociales para mitigar los efectos de la degradación ambiental y de la desigualdad socioeconómica (Bollo-Manent et al. 2014). En este estudio, el estado de Guerrero en particular, mostró indicadores de degradación tanto ambientales como sociales de altos a muy altos. De hecho, en esta entidad federativa, 64.4% de la población se encuentra en estado de pobreza y 23% en pobreza extrema y el 27.8% sufre de carencia por acceso a la alimentación (Coneval, 2016).

La región de La Montaña de Guerrero abarca 19 municipios y aproximadamente 8 701 km² de área. A pesar de ser una región predominantemente rural, existen condiciones desfavorables para la agricultura (pendientes abruptas inaccesibles y clima estacional), comunicación ineficiente y una larga historia de degradación de los recursos naturales por las actividades humanas (Landa et al. 1997). En esta región, las funciones socioeconómicas degeneraron con la pérdida de las funciones de los ecosistemas naturales y la presencia de intensos procesos de degradación afectó en gran medida el nivel y la calidad de vida de las poblaciones (en su mayoría indígena) que dependen directamente de los recursos naturales. Uno de los grupos étnicos que habitan esta región es un grupo precolombino conocido como Me'Phaa (Martínez, 2008). Este grupo social no tiene acceso a servicios de salud, escuelas, carreteras pavimentadas, telecomunicaciones ni electricidad, y su situación se ha agravado por el reciente aumento de la militarización, los conflictos sociales y la violencia (Ceccon et al. 2015)

El clima en la región de La Montaña es semihúmedo o subhúmedo en el norte y cálido subhúmedo en el sur, y la temperatura anual promedio es de 18° a 22°C y la precipitación es de 1500 a 1800 mm, con veranos lluviosos (García, 2004). Los suelos son en su mayoría arenosoles (susceptibles a la erosión y baja capacidad de retención de agua), y una pequeña porción de Leptosoles (pedregosos, superficiales, con texturas gruesas y drenaje excesivo [WRB, 2007]). La vegetación nativa cambia a lo largo de un gradiente altitudinal, por encima de 1000 m es de bosques mixtos de pino-roble, por debajo de 1000 m es de bosques tropicales caducifolios y semi-caducifolios (Landa et al. 1997).

En 2006, en la Montaña se conformó la organización de la sociedad civil (OSC) indígena Xuajin Me'Phaa. El consejo de la OSC está formado por miembros de la comunidad elegidos, y también por asociados (cerca de 300), de los cuales 124 son activos product-

res de jamaica orgánica (*Hibiscus sabdariffa*). En 2008 la organización comenzó a trabajar con el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y en 2013 ambas instituciones firmaron un convenio oficial y continuaron varios proyectos enfocados en restauración productiva local y del paisaje (Ceccon, 2013; 2016).

Frente a este panorama de pobreza y degradación ambiental, la dimensión social de la restauración en esta región debe ser bien entendida, especialmente en el contexto de la restauración paisajística integrada en un complejo sistema socio-ecológico (Ceccon et al. 2015). Estos sistemas socioecológicos deben estar conectados a través de escalas espaciales y temporales, donde los servicios a la sociedad (suministro de alimentos, fibra, energía y agua potable) sean proporcionados por componentes ecológicos del sistema, en el cual las soluciones deben emerger tanto de visiones científicas como culturales y políticas (Young et al. 2006).

Por lo tanto, en la región de La Montaña, el concepto clásico de restauración ecológica es inaceptable, a menos que se fortalezca claramente la base para la supervivencia de la población local. En estas regiones rurales con alta complejidad socioecológica, la restauración ecológica debe superar las fronteras disciplinarias tradicionales debido principalmente a su fuerte conexión humana (Ceccon y Pérez, 2017). Ceccon (2013) llamó “restauración productiva” a la restauración que tiene como objetivo involucrar y beneficiar a la población local en todos los niveles, buscando formas de prevenir la degradación en el futuro, generando nuevas formas de sistematización del conocimiento tradicional más allá del sistema disciplinario.

Las principales herramientas para aterrizar este nuevo paradigma de restauración son el uso de las técnicas agroforestales y agroecológicas, ya que son consideradas fundamentales para todo el proceso de conservación y restauración del suelo y ayudan a fortalecer y desarrollar la sostenibilidad en las zonas rurales promoviendo la diversificación de especies en sistemas con diferentes estratos (OTS/CATIE, 1986). Estas técnicas también promueven la seguridad alimentaria y mejoran la nutrición, especialmente en las regiones más pobres del mundo (Kebebew et al. 2011; Galhena et al. 2013). Otro aspecto fundamental de los sistemas agroforestales es su capacidad para funcionar como puntos de conexión entre fragmentos en el paisaje (Flores-Ramírez y Ceccon, 2014). Uezu, Beyer y Metzger (2008) sugieren que existe una relación óptima entre la permeabilidad de la matriz y la eficiencia de los sistemas agroforestales como puntos de conexión, que se produce en grados intermedios de resistencia a la matriz y son dependientes de las especies presentes.

En este capítulo se presentan los pasos seguidos por la investigación realizada por el grupo del CRIM-UNAM, desde la fase de diagnóstico hasta la realización de experimentos para responder preguntas apremiantes de la organización en las dimensiones ecológicas, económicas (productivas) y sociales. Además, se presenta un análisis socioecológico de

un proyecto de restauración de traspacios implementado por la propia OSC y resultados preliminares sobre el papel de estos traspacios como conectores de paisaje para las aves. Los principales objetivos de este proyecto son el desarrollo de programas que incluyan la restauración y protección de remanentes forestales, así como la mejora de la calidad de la matriz del paisaje mediante el establecimiento de sistemas agroforestales y agroecológicos, para aumentar la seguridad alimentaria de 990 familias que pertenecen a la OSC indígena Xuajín Me'Phaa.

Fases de diagnóstico participativo

Diagnostico socio-geográfico de la degradación forestal

Uno de los primeros pasos del proyecto fue analizar el nivel de degradación del paisaje. Para esto, se trató de establecer los elementos paisajísticos específicos en los que debían concentrarse los esfuerzos para mejorar la conectividad del paisaje. De este modo, se elaboró un mapa de cobertura terrestre (escala 1: 15 000 y unidad mínima de cartografía 4x4 mm) utilizando una clasificación híbrida (una combinación de clasificación supervisada e interpretación visual [Horning et al. 2010]) de dos imágenes fusionadas: una imagen pancromática Spot-5 (tamaño de píxel: 2x2 m) e imagen multiespectral (tamaño píxel 10x10 m). Para nombrar la vegetación natural e inducida se utilizó la clasificación propuesta por Rzedowski (2006) e INEGI (2012), respectivamente. Por último, se utilizó el método de la matriz de errores para evaluar la precisión general del mapa de cobertura terrestre generado (Munsi et al. 2010). El análisis de los patrones espaciales del paisaje se realizó sobre la base del mapa de cobertura terrestre y las métricas del paisaje a nivel de clase (Rempel et al. 2012), utilizando la extensión Patch Analyst del software ArcMap 9.3. La conectividad del paisaje actual entre los remanentes forestales se calculó utilizando el software Conefor Sensinode 2.2 (Saura y Torné, 2009). Se calculó el Índice Integral de Conectividad para 50 distancias de dispersión diferentes (entre 100 y 5000 m) y el Índice Integral de Importancia de Conectividad, que mide la contribución de los remanentes de hábitats individuales en la conectividad global del paisaje con referencia al Índice Integral de Conectividad (Borda-Niño et al. 2017).

También se realizó un análisis fitosociológico (ecosistema de referencia) en cuatro fragmentos de bosque y se seleccionó una comunidad, por cada rango altitudinal (2 606 a 1 607 m, 1 606 a 1 072 m y 1 071 a 520 m), para conocer las distribución de las especies nativas en los diferentes tipos de bosque y para evaluar el consumo de leña a través de entrevistas a 60 familias y estimar el consumo diario de leña por familia en 15 casas, respectivamente (Salgado-Terrones et al. 2017).

Aunque el paisaje estuvo dominado por bosques (60% del área total), la mayoría de los fragmentos (64%) tenían su estructura forestal altamente modificada por la extracción in-

tensiva de leña, debido a que 100% de las familias utilizan leña para cocinar (Borda-Niño et al. 2017; Salgado-Terrones et al. 2017). También se encontró que la búsqueda de leña seguía un patrón determinista, que se relacionaba a los paisajes con bosques degradados (Miramontes et al. 2012). Otro indicador de la tala intensiva fue el alto porcentaje (entre 50 y 70%) de árboles jóvenes (DBH <21 cm) de las especies utilizadas como leña por campesinos de la organización Xuajin Me'Phaa (Salgado-Terrones et al. 2017).

Como consecuencia de lo mencionado anteriormente, a pesar de que se encontraron muchos parches de bosques templados (260), todos tenían áreas menores de 25 ha y gran parte de ellos (72%) fueron considerados abiertos, lo que quiere decir que su estructura original se encontraba modificada por la extracción intensiva de leña. Las áreas de selva se presentaron críticas, se encontraron solamente 19 parches con un promedio de área menor que 3 ha. El segundo mayor número de parches encontrados se utilizaban para la agricultura temporal (154), pero ocupaban áreas en promedio pequeñas (7.54 ha) (Figura 1). La conectividad del paisaje encontrada fue muy baja para todas las distancias de dispersión evaluadas, las especies con una capacidad de dispersión hasta 1 000 m fueron las más gravemente afectadas por la distribución actual de los fragmentos. Teniendo en cuenta esta capacidad de dispersión, los fragmentos más grandes mostraron un mayor Índice Integral de Importancia de la Conectividad, indicando su mayor importancia en la conectividad global del paisaje (Borda-Niño et al. 2017).

En términos generales, los resultados de este análisis pusieron de relieve la situación crítica de la vegetación nativa en la región de La Montaña y el alto consumo de leña. Por lo tanto, se concluyó que era necesario ampliar o enriquecer el área de los remanentes forestales y mejorar la calidad de la matriz del paisaje, para reducir la distancia entre ellos y aumentar la conectividad. Existe la oportunidad de mejorar la conectividad paisajística actual si se realizan estrategias de enriquecimiento productivo o de restauración productiva (Ceccon 2013) en los fragmentos forestales y áreas agrícolas, utilizando especies de árboles nativos que todavía están presentes en los remanentes forestales (Borda-Niño et al. 2017).

Evaluación de la sostenibilidad del sistema agroforestal de jamaica orgánica

El cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) es una de las actividades agrícolas más importantes de La Montaña y Costa Chica en el estado de Guerrero, además se encuentra profundamente arraigada a la cultura de la región, donde la cultivan asociada con otros árboles y cultivos agrícolas.

Hace algunos años, la OSC Xuajin Me'Phaa cambió su modelo de producción de jamaica del convencional al orgánico, por lo que era importante determinar los impactos que generaron estos cambios, ya que la mayoría de los productores de la organización (124), se dedican a este cultivo. Un paso importante para determinar si estos cambios fueron

positivos fue conocer el nivel de sustentabilidad de la producción del cultivo orgánico. Para esto se utilizó como herramienta el “Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS [Maser et al. 2008]). El MESMIS utiliza indicadores con distintos métodos de medición obtenidos de la jamaica orgánica y compara aquellos obtenidos del cultivo tradicional (Tabla 1).

En términos económicos, el rendimiento promedio de jamaica fue de 8.4 ± 4.37 kg/maquila (unidad que corresponde a 600 a 700 g de semillas sembradas), mucho más bajo que el valor óptimo, que en este estudio fue considerado como el valor más alto encontrado en las parcelas evaluadas (20 kg/maquila). Sin embargo, incluso con este bajo rendimiento, la relación beneficio-costo fue de 2.53 (no sería rentable si el valor fuera <1), lo que significa que la agroforestería orgánica de jamaica es un sistema rentable. La razón principal fue el alto precio de venta del producto orgánico certificado (6.92 dólares /kg) comparado con el convencional (2.3-3.46 dólares/kg).

El valor óptimo de la materia orgánica en los suelos agrícolas se considera de 3.5% (Altieri y Nicholls, 2002; Gutiérrez et al. 2011), en el cultivo orgánico se encontró un valor mucho más alto 4.6 ± 0.79 . La erosionabilidad (factor k) en el sistema orgánico fue de 0.09, casi la mitad con respecto al valor obtenido en el sistema convencional (0.14). Por lo tanto, el suelo de la producción convencional de jamaica es más susceptible a ser erosionado en comparación con los suelos de la producción orgánica. El establecimiento de estructuras de retención del escurrimiento de agua y el uso de abonos verdes utilizados en esta región son prácticas del cultivo orgánico que favorecen los niveles de materia orgánica y paralelamente minimizan los efectos de la erosión (Toy, 2004).

La relacionalidad encontrada entre los productores orgánicos fue alta derivado de los altos valores de cohesión, niveles de confianza y de organización encontrados. Un ejemplo emblemático de participación comunitaria en la región es la existencia de la policía comunitaria desde 1995. Esta organización está basada en procesos organizativos que involucran la formación de una estructura horizontal, posible gracias al tejido de redes sociales generado hace varios años. Este sistema de justicia rompe con la concepción de la justicia occidental, ya que lo que impera es la responsabilidad comunitaria, donde se considera que la persona que viola la ley está integrada en la vida comunitaria con todos sus derechos y responsabilidades, en este caso, la justicia es más recuperadora que punitiva (Márquez, 2008). Por lo tanto, es importante tratar de encontrar el mejor modo de que dicha relacionalidad se oriente hacia una mayor sustentabilidad en los procesos productivos y ayude a incrementar la calidad de vida de los miembros de la organización.

Respecto al uso de árboles de uso múltiple u otros cultivos dentro de los sistemas agroforestales de jamaica, en algunas parcelas orgánicas se encontraron hasta 11 especies, y se registraron varias parcelas con más de cuatro. El total de especies acumuladas en las parcelas orgánicas fue de 21; la mayoría eran árboles de usos

múltiples (Tabla 2). La presencia de árboles asociadas a la agricultura orgánica aumenta la biodiversidad dentro del campo, retiene la erosión, aporta materia orgánica y nutrientes para el suelo y alimentos y abrigo para la fauna local (Ceccon et al. 2015). Los árboles también funcionan como puntos de conexión para las aves, en un sistema ambientalmente más saludable para la fauna (sin agrotóxicos o fertilizantes químicos), facilitando su movimiento entre fragmentos de bosque (Perfecto y Vandermeer, 2012, Flores-Ramírez y Ceccon, 2014).

Los productores orgánicos no agregan ningún insumo a sus cultivos, en algunos casos han comenzado a implementar el uso de compostas o, como ya se mencionó, el uso de abonos verdes y la reincorporación de materia orgánica acumulada en las zanjas, pero no existe dependencia a ningún insumo externo.

En la producción orgánica la mano de obra es mayoritariamente familiar, sin embargo, según las características de la familia y la cantidad a cosechar se determina si es necesario contratar mano de obra.

Al integrar los nueve indicadores formulados, Galicia-Gallardo et al. (2015) encontró que la producción orgánica de la OSC Xuajin Me'Phaa alcanzó el valor óptimo de sustentabilidad (por encima de 75%) de acuerdo a Pérez-Grovas (1998), en cuatro aspectos: relación B/C, prácticas agroecológicas, independencia a insumos externos y entomofauna. Los indicadores por encima del 75% no requieren modificación tecnológica, a estos indicadores podría agregarse la presencia de materia orgánica (77%), el control de erosión (88.9%) y la relacionalidad (88%), que constituyen fortalezas del sistema. Para la producción convencional, ningún indicador entró en esta categoría.

Los valores entre 50-75% deben atenderse en un corto o mediano plazo, a fin de mejorarlos, para el cultivo orgánico solamente el número de especies vegetales (59% del valor óptimo) entraron en esta categoría mientras que para el convencional, el rendimiento (59%), número de especies vegetales (66.6%), erosionabilidad (factor k) (57%), independencia a insumos externos (50%), entomofauna (62%) y relacionalidad (50%) entraron en esta categoría. Finalmente, el único indicador cuyos valores se encontraban por debajo de 50% y que requerían de medidas correctivas inmediatas y representaban un estado crítico de los sistemas de producción, fue el rendimiento del cultivo orgánico (42% del valor óptimo). Por su parte, en la producción convencional los indicadores debajo de los 50% fueron relación B/C (22.5%), el porcentaje de materia orgánica (45.7%) y las prácticas de agroecológicas realizadas (33%).

Por lo tanto, se puede concluir que la producción orgánica de jamaica es mucho más sustentable que la convencional, sin embargo existe una necesidad urgente de aumentar el rendimiento de la producción de jamaica, lo que requiere realizar estudios para evaluar los efectos de diferentes tipos de fertilización orgánica disponibles localmente sobre el rendimiento de jamaica a través del diseño de nuevos sistemas que incorporen los factores culturales, sociales y económicos.

Fase experimental

Evaluación de la calidad de diferentes abonos verdes y su impacto en la producción de jamaica orgánica en un sistema de cultivos en callejones

La descomposición implica procesos físicos, químicos y biológicos que transforman la materia orgánica (Berg y McClaugherty, 2008). Por lo tanto, desempeña un papel importante en el ciclo de nutrientes, que a su vez mantiene la fertilidad del suelo y la productividad (Nair, 1993).

A pesar de que los procesos clave de descomposición son los mismos en ecosistemas y sistemas agrícolas (desnitrificación, lixiviación, etc.), el ciclo de nutrientes en los segundos está en desequilibrio debido a la pérdida constante de nutrientes a través de productos de cosecha. Esto puede producir un agotamiento de nutrientes si no se reemplazan.

Al mismo tiempo, las diferencias entre el contenido de nutrientes de la hojarasca causan diferencias en las tasas de descomposición y liberación de nutrientes (Cobo et al. 2010) y por lo tanto, es posible reconocer patrones y clasificar a las especies como de alta o de baja calidad. La calidad de la hojarasca está también determinada por la composición química, una hojarasca de alta calidad tiene altos contenidos de N, baja concentración de lignina (L), bajo contenido de taninos y otros polifenoles, así como bajos niveles de la relación C/N (Cobo et al. 2010).

Así, una manera barata de mejorar la fertilidad del suelo es el uso de abonos verdes y podas de árboles multipropósitos (MPT) establecidas en cultivos en callejones (Mureithi et al. 2003), bajo el supuesto de que los nutrientes de los árboles y de los abonos verdes pueden ser transferidos a las plantas asociadas (Palm, 1995). Sin embargo, mientras que algunos autores han encontrado tasas de degradación de N crecientes con mezclas (hojarasca de alta calidad y baja calidad) (Tscherning et al. 2012), otros refieren que ciertas interacciones obstaculizan o retrasan la mineralización de N en circunstancias específicas (Handayanto et al. 1997).

En las plantaciones de jamaica orgánica, en la OSC Xuajin Me'Phaa, la práctica tradicional es utilizar como abono verde los restos de la cosecha de jamaica y en el periodo de descanso, plantar la Fabaceae *Mucuna pruriens*. En este estudio se pretendió evaluar la calidad de la hojarasca de jamaica, de *Calliandra houstoniana* (árbol plantado en callejones) y de *Mucuna pruriens* y el efecto de la hojarasca de estas especies y el uso de biofertilizante (*Azospirillum brasilense* + *Glomus mycorrhizae*) sobre la productividad de jamaica.

Para evaluar la calidad de la hojarasca se utilizó la técnica de bolsa de descomposición (Anderson e Ingram 1993) y se establecieron siete tratamientos con diferentes tipos de hojarasca:

- *Hibiscus sadariffa*,
- *Calliandra houstoniana*
- *Mucuna pruriens*
- *Calliandra houstoniana* + *Mucuna pruriens*
- *Calliandra houstoniana* + *Hibiscus sadariffa*,
- *Mucuna pruriens* + *Hibiscus sadariffa*
- *Calliandra houstoniana* + *Mucuna pruriens* + *Hibiscus sadariffa*

Para evaluar los diferentes tratamientos sobre el rendimiento de jamaica se estableció un sistema de cultivo en callejones con *Calliandra houstoniana* y jamaica, e inicialmente (debido a que los árboles estaban aún pequeños) se depositaron sobre los callejones las siguientes mezclas de hojarasca (tratamientos) obtenidos en zonas cercanas:

- *Hibiscus sadariffa*
- *Calliandra houstoniana* + *Hibiscus sadariffa*
- *Calliandra houstoniana* + *Hibiscus sadariffa* + biofertilizante
- *Calliandra houstoniana* + *Mucuna pruriens* + *Hibiscus sadariffa*
- *Hibiscus sadariffa* + biofertilizante
- *Mucuna pruriens* + *Hibiscus sadariffa*

Los resultados iniciales mostraron que varió mucho el contenido inicial de Nitrógeno y Carbono entre las tres especies utilizadas como abono (Tabla 3). A pesar de que *C. houstoniana* presentó el mayor porcentaje de N (2.03%), y este valor se encontraba dentro los valores ideales considerado por Mafongoya, Giller y Palm (1997), su aporte fue mucho más bajo que lo encontrado para otras especies utilizadas en cultivos en callejones (*Leucaena macrophylla*, 3.52 [Hernández-Muciño et al. 2015; *Leucaena leucocephala*, 4.22-5.3, Vanlauwe et al. 1997]) en la región. El porcentaje de N encontrado en *M. pruriens* en este estudio fue ligeramente más bajo que lo encontrado por Baijukya, De Ridder y Giller (2004) (1.7%) y mucho más bajo que lo encontrado por Buckles en 1998 (2.8%) para esta misma especie. Los valores de la relación C/N encontrados tanto para *Calliandra houstoniana* (21.62) cuanto para *Mucuna pruriens* (21.42) se encontraron ligeramente arriba de los valores considerados ideales ($C/N \leq 20$; Mafongoya et al. 1997) y considerablemente más altos que los encontrados para otras especies utilizadas en cultivos en callejones: 14-16 para *Leucaena macrophylla* (Hernández-Muciño et al. 2015) y 10-16 para *Leucaena leucocephala* (Mafongoya et al. 1997). De manera general se considera que valores menores o igual a 20 producen una correcta liberación de nitrógeno, mientras que valores por encima o por debajo de esta cifra, provocan liberaciones muy escasas o excesivas. Por otra parte, el uso de los restos de la plantación de jamaica en los callejones, práctica común entre productores, demostró ser totalmente inviable, ya que, además de contener un bajo porcentaje de nitrógeno (0.68%), por el alto contenido de carbono promueve su escasa liberación. De hecho, Pongothai et al. (1999) consideran que una relación C/N inferior a 40 es un valor considerado como crítico para que no ocurra una inmovilización neta de nitrógeno.

En lo que refiere a las tasas de descomposición, la *M. pruriens* sola y asociada con *C. houstoniana* han presentado las mejores tasas de descomposición. Por lo tanto, el cultivo en callejones de *C. houstoniana* y el cultivo de *M. pruriens* en el periodo de descanso, ya tradicionalmente realizado por los socios de la OSC, podrían ser una buena opción de abono verde ya que disponibilizarían rápidamente para la jamaica el nitrógeno presente en su hojarasca.

En lo que se refiere al efecto de los diferentes tratamientos sobre la productividad de jamaica, todos los abonos que tenían *C. houstoniana* presentaron una mayor productividad promedio. Por lo tanto, existe un gran potencial para el cultivo en callejones con esta especie para mejorar el rendimiento de jamaica. Por otra parte, a pesar de que *M. pruriens* es considerada una especie promisoría como abono verde (CIDICCO, 2003; Kaizzi et al. 2006), su uso con jamaica (tipo de combinación de más común utilizada por los miembros de la cooperativa en la plantación de jamaica [Galicia-Gallardo et al, 2015]) presentó un efecto significativamente más bajo sobre su productividad que cuando fue mezclada con *C. houstoniana*. De hecho *M. pruriens* solo presentó una productividad significativamente más alta cuando fue asociada con *C. houstoniana*. El biofertilizante, que podría involucrar un gasto adicional para el agricultor, asociado a la hojarasca de jamaica no proporcionó un aumento significativo en la productividad. En términos de facilidad de obtención del recurso y productividad obtenida, hasta el momento, la mejor combinación de abono verde sería la hojarasca obtenida del cultivo en callejones de *C. houstoniana* con el cultivo de *M. pruriens* en el periodo de descanso.

Leucaena macrophylla: una especie potencial para sistemas agroforestales culturales en Guerrero

Leucaena macrophylla subsp. *macrophylla* Benth, es una especie de la selva estacional tropical seca de México y muy valorada por las comunidades de La Montaña por sus múltiples propósitos (madera, leña, alimento y forraje) (Cervantes-Gutiérrez et al. 2001). Sin embargo, los estudios sobre el potencial multipropósito de *L. macrophylla* sólo abordan la producción de biomasa y forraje (Pottinger et al. 1998; Stewart y Dunsdon, 1998; García y Medina, 2006) y no existen estudios que evalúen su desempeño en sistemas agroforestales.

Para este estudio se estableció un experimento de cultivo en callejones con *L. macrophylla* y maíz, comparando su productividad con maíz y *L. macrophylla* en monocultivo, distribuidos en cuatro bloques al azar. Se plantó *L. macrophylla* en un espaciamiento de 2 x 5 m (1 000 árboles ha⁻¹) y maíz (criolla, variedad Tuxpeño) en hileras cada 0.7 m entre callejones de árboles. Los otros tratamientos evaluados fueron la fertilización química del suelo y la combinación

de fertilización química y biofertilizante (*Azospirillum brasilense* más *Glomus mycorrhizae*) para reducir la proporción de la fertilización química y buscar alternativas más económicas y sostenibles a la agricultura convencional. Las variables de respuesta fueron el diámetro y altura de *L. macrophylla* y el rendimiento de maíz (kg) (Tabla 4). Se analizó el experimento por cinco años. Para evaluar la productividad de cada sistema (en callejones y en monocultivos) se ha utilizado el Índice de Equivalencia de Área (IEA) (Mead y Willey, 1980).

Con el fin de evaluar la calidad de la hojarasca de *L. macrophylla*, se realizó un experimento de descomposición con bolsas de hojarasca en el área experimental de cultivo de callejones (Anderson e Ingram, 1993). Para calcular el índice de valor de la madera de combustión (FVI) (Purohit y Nautiyal, 1987) se utilizó el valor calorífico o energético (kJ / g), el contenido de humedad (g / g), el contenido de cenizas (g / g), la relación biomasa / cenizas y la densidad, para evaluar la calidad de la leña de la especie. Para evaluar las muestras de calidad de forraje se recogieron hojas maduras y ramitas de diez *L. macrophylla* adultos de dos fragmentos de bosque. Se realizó, por duplicado, un análisis proximal según los métodos AOAC (1990). Los detalles metodológicos se encuentran en Hernández-Muciño, Sosa-Montes y Ceccon (2015).

En cuanto al potencial de *L. macrophylla* como especie multipropósito, la relación carbono / nitrógeno (14.39) fue uno de los mejores predictores de la descomposición, aunque el contenido de lignina (29.72%) estuvo lejos de los valores ideales (Mafongoya et al. 1997). Sin embargo, la tasa de descomposición de la hojarasca fue rápida ($k = 1.8$) y presentó una vida media corta (135 días), liberando casi el 50% de los nutrientes en los primeros seis meses (Hernández-Muciño et al. 2015).

En cuanto a la calidad de *L. macrophylla* como leña, se espera que la leña adecuada presente una alta densidad, un alto poder calorífico y un bajo contenido de humedad y cenizas. El valor calorífico (19.15 kJ / g) y el contenido de humedad (35%) presentados por *L. macrophylla* fueron buenos; aunque la densidad de la madera no fue tan alta (0.55 g / cm³), considerando que fueron tomados ramas de sólo tres años de edad. Por otro lado, el contenido de cenizas (1.30%) fue alto en comparación con otros estudios, lo que indica una combustión incompleta. Sin embargo, el índice de valor de la leña (FVI = 2594.65) y simplificado (FVI = 16.27), sugiere una alta calidad de leña, cuando se comparan con otras especies, en estudios que se usaron métodos similares (Hernández-Muciño et al. 2015).

Con respecto a la calidad del forraje, *L. macrophylla* presentó gran cantidad de materia orgánica (91.74%), proteína cruda (15.93%) y fibra digestible (NDF 46.26%); en contraste, la fibra no digestible (ADF 46.26) y el contenido de lignina (22.8%) fueron bastante altos; lo que no parece haber afectado significativamente la digestibilidad *in vitro* (57.76%), lo cual es un buen resultado (Hernández-Muciño et al. 2015).

En general, se puede concluir que *L. macrophylla* proporciona un abono de alta calidad, así como leña y forraje; sin embargo, presenta algunas limitaciones, como su alto contenido de lignina, que no parece afectar significativamente su calidad.

Entre 2010 y 2014, cada año el valor total del IEA del cultivo en callejón fue > 2 , independientemente del tipo de fertilización recibida, lo que significa que es necesario más de 2 ha de tierra de ambos monocultivos para producir la misma cantidad de grano y biomasa arbórea producida en una hectárea de cultivo en callejones (Tabla 5). Este resultado también revela la aptitud tanto del maíz (raza tuxpeña) como de *L. macrophylla* al crecimiento en asociación. Con excepción del primer año, la relación IEA de maíz en cada estación (IEAm) fue > 1 , lo que indica un mejor rendimiento del maíz en el cultivo en callejones y un probable efecto positivo de la hojarasca de *L. macrophylla* depositada en el rendimiento de grano. Una asociación positiva entre varios cultivos y las leguminosas ha sido encontrada en varios estudios que emplean el IEA, pero con menor frecuencia se ha encontrado un buen rendimiento del maíz plantado en callejones (Akhtar et al. 2000; Dahmardeh et al. 2009). *L. macrophylla* también mostró resultados positivos en el cultivo en callejones (IEAI > 1), lo cual es importante debido a sus beneficios proporcionados como abono, forraje y leña (Cervantes-Gutiérrez et al. 2001; Hernández-Muciño et al. 2015). Los altos valores de IEA sugieren la ausencia de competencia entre ambas especies cuando crecen juntas, independientemente de la calidad de la fertilización. A lo largo de cinco años, la productividad del cultivo en callejones fue notablemente ventajosa sobre los monocultivos.

Es posible concluir que *L. macrophylla* es una especie promisoría para ser utilizada en sistemas agroforestales en la Montaña de Guerrero.

Prácticas agroforestales tradicionales en la comunidad indígena Me'Phaa: los traspacios

Los traspacios (huertos familiares en algunas regiones de México), son sistemas agroforestales tradicionales en paisajes rurales de los trópicos (Kumar y Nair, 2004). La mayoría de estas unidades de producción son pequeñas ($< 0,5$ ha), y están ubicadas adyacentes a las residencias rurales, consisten en cultivos anuales, especies perennes maduras y animales domésticos (Nair, 1993). Su disposición espacial y temporal permite el crecimiento de especies de plantas con diferentes requerimientos de luz y nutrientes (De Clerck y Negreros-Castillo, 2000). Los traspacios son también reservorios de la diversidad genética tradicional de los cultivos y la salvaguardia de la biodiversidad nativa debido a que las especies vegetales de remanentes naturales de bosques que promueven el flujo de genes entre los bosques y las unidades de producción circundantes (Montagnini, 2006). Además, los traspacios proporcionan múltiples productos para satisfacer las necesidades económicas, sociales y culturales de las comunidades rurales, incluyendo alimentos, me-

dicinas, forraje, combustible y productos que incluso pueden generar ingresos en efectivo (Kumar y Nair, 2004; Montagnini, 2006).

Con el fin de ampliar las unidades de producción bajo el programa de restauración productiva, y apropiándose del discurso de la restauración iniciado con el trabajo realizado con el grupo del CRIM-UNAM, la OSC Xuajin Me'Phaa creó en 2014, el proyecto "Mbaa Yuskha" o el proyecto cultural Me'Phaa para restaurar 200 traspatios. En la primera fase se capacitó a técnicos de la comunidad en trabajos de conservación de suelos y agua, manejo integrado de animales, manejo agroforestal y producción de hortalizas en microtúneles. En la segunda fase se realizó una breve evaluación de las especies vegetales, el número y el tipo de animales domésticos, las fuentes y disponibilidad de agua para riego obteniéndose datos básicos para diseñar estrategias para restaurar los traspatios. Posteriormente, se distribuyeron materiales vegetativos de especies nativas y culturales (apreciadas por los residentes locales), junto con herramientas agrícolas, infraestructura para el almacenamiento y conducción de agua para riego, y material para el confinamiento y protección del perímetro de los animales (Borda-Niño et al. 2017b).

Para conocer las motivaciones culturales, económicas y ambientales de los pobladores para restaurar sus traspatios se realizaron entrevistas semiestructuradas a 30 propietarios de traspatios de siete comunidades. También se realizó un análisis fitosociológico de los traspatios restaurados por la organización Xuajin Me'Phaa para su composición de especies. Para esto se hizo una elección de siete estratos equivalentes a siete localidades participantes del proyecto Traspatio Cultural Me'Phaa (TCMP), con un tamaño de muestra proporcional al número de traspatios que había en cada localidad. La distribución en cada estrato se realizó mediante un muestreo sistemático. En total se evaluaron 30 traspatios. La distribución de números de traspatios por estrato fue la misma que se indicó en las entrevistas. En el área considerada se identificaron herbáceas y leñosas con ayuda de los propietarios, se registraron sus individuos y se tomaron sus respectivas medidas de cobertura (diámetro más largo por diámetro más corto, considerando la copa de los individuos como elipses). Al mismo tiempo, se obtuvo el DAP de las especies leñosas con diámetros iguales y mayores a 5 cm (Aguirre y Ceccon, 2018).

Los campesinos miembros de la ONG Xuaji Me'Phaa decidieron restaurar sus traspatios para incrementar la productividad de sus terrenos para poder generar más alimentos, lo que implica gastar menos en su compra e incluso obtener una renta extra con la venta de los excedentes.

Prácticamente toda la alimentación de las familias Me'Phaa depende de la producción de los traspatios (frutas, tubérculos, hortalizas y huevos), en menor medida de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), cultivados en las parcelas, y aun en menor proporción de compras muy esporádicas y reducidas de sopa, chile, queso y huevo en la tienda comunitaria.

Casi la mitad de las especies (47%) registradas dentro de los traspatios son usadas únicamente para la alimentación; 18% tiene motivación cultural (ornato de la casa,

de la iglesia y para festividades religiosas); 7% para medicina y 28% fueron especies multipropósitos: para leña-sombra-poste 6.5%, alimento y medicina 6.5%, alimento y poste 4%, alimento-poste-leña 4%, sombra-poste 2%, medicina-poste-sombra 1%, medicina-combustible 1%, ornamento-medicina 1%, alimento-postre-sombra 1%, y construcción-sombra 1%.

Entre las especies plantadas con motivaciones de tipo cultural se encuentran entre otras el izote (*Yucca elephantipes*), el ciran o cuatecomate (*Crescentia alata*), la albaca (*Ocimum basilicum*), y el poleo (*Mentha pulegium*); que según los entrevistados, además de servir como alimento “ayudan a alejar el mal”. Otras especies son utilizadas únicamente para las festividades religiosas locales, como ofrendas para los santos y para la iglesia, como el tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*), la flor de mayo (*Plumeria rubra*), la bugambilia (*Bougainvillea* sp), la flor de Moisés (*Nerium oleander*), la pata de venado (*Bauhinia purpurea*) y la palma areca (*Areca catechu*).

Además del material vegetal repartido, los directivos, técnicos y estudiantes de la UNAM que hacen su investigación en la zona, impartieron capacitaciones a los participantes del proyecto. A través de un dialogo de saberes, fue sugerido el cultivo de otras especies que podrían ser útiles, también fueron desalentadas ciertas actividades que dañaban el medioambiente. Fue recomendada la disminución de la cacería y la extracción más racionalizada de leña del bosque. Fue estimulado el uso medicinal del noni (*Morinda citrifolia*) y del palo de Neem (*Azadirachta indica*), que de manera tradicional no se utilizaban. Fue aconsejado el establecimiento de cercos vivos, la conservación de la planta conocida en Me'Phaa como ixi maja (*Clethra lanata*) y de diversas flores que son conservadas dentro del traspatio, que además del beneficio ornamental, atraen a las abejas, lo que beneficia a las demás plantas. Se sugirió mantener el colorín (*Erythrina coralloides*) en los traspacios porque además de atraer abejas, fija nitrógeno en el suelo (según los entrevistados).

Por ahora la producción neta de los traspacios supera por poco la necesidad familiar, por tal motivo, las ventas de excedentes han sido escasas. Hace cuatro años que la organización comenzó a proporcionar plantas a los socios y 20% de las especies frutales todavía no ha comenzado a producir. Las especies que ya proporcionan excedentes para la venta son plátano (*Musa paradisiaca*), mango (*Mangífera indica*), café (*Coffea arabica*), piña (*Ananas comosus*), limón (*Citrus aurantifolia*), guaje (*Leucaena leucocephala*), cilantro (*Coriandrum sativum*), semillas de calabaza (*Cucurbita* sp.) y otras hortalizas, pero en pequeñas cantidades. Los traspacios muestreados fueron creados de dos a 22 años (nueve años en promedio).

El área total del estudio comprendió 13 200 m², donde se encontraron un total de 3 945 individuos pertenecientes a 141 especies en 30 diferentes unidades de muestreo (traspacios) de siete localidades. Se encontró un promedio de 23 ± 5.32 especies y 117 ± 85.5 individuos por traspatio, o 299 individuos/ha. Cuando se compara los traspacios en términos de número individuos, solamente El Aguacate fue significativamente diferente de

los demás, presentando 529 individuos mientras que los demás presentaron un promedio de 114. Cerca de 56% de las especies fueron nativas.

Las cinco especies leñosas más importantes fueron mango (*Mangifera indica*, IVIR=16%), guayaba (*Psidium guajava*, IVIR= 6.1%), nanche (*Byrsonima crassifolia*, IVIR= 3.4%), izote (*Yucca elephantipes*, IVIR= 3.2%) y guanábana (*Annona muricata*, IVIR= 2.8%). Las cinco especies no leñosas con mayor valor de importancia fueron plátano (*Musa paradisiaca*, IVIR= 55%), piña (*Ananas comosus*, IVIR=8.7%), papaya (*Carica papaya*, IVIR= 7.8%), nopal (*Opuntia ficus-indica*, IVIR=2.9%) y coco (*Cocos nucifera*, IVIR=2.7%).

Los traspacios también pueden ser reservorios de diversidad genética. De algunas especies se cultivan distintas variedades: de plátano se cultivan seis (dominico, Costa Rica, manzano, piña, Tabasco y morado); tres de mango petacón, ataúlfo y manila; dos de nanche (*Byrsonima crassifolia*), cero y criolla; cuatro de chile (*Capsicum annum*), piquín, chiltepín, jalapeño y costeño; dos de limón agrio y criollo; dos de malanga (*Colocasia sculenta*), comercial y silvestre; dos de colorín rojo y silvestre; dos de ciruela (*Spondias purpurea*), roja y silvestre; y dos de cacao (*Theobroma cacao*), comercial y cuaulote.

También en los traspacios se conservan especies nativas de los fragmentos de bosque aledaños, como el encino amarillo (*Quercus glaucenses*), encino rojo (*Quercus elliptica*), pinos (*Pinus oocarpa*), aguacatillo (*Clethra lanata*), amate (*Ficus insipida*) palo guarumbo (*Cecropia* sp.), entre otros.

Además, estudios preliminares han encontrado que diferentes especies de aves (29 spp.), pertenecientes a los cinco grandes grupos de gremios tróficos, utilizan a los traspacios y las llegadas y partidas de las aves a los traspacios se dan en dirección a los fragmentos de bosque más cercanos al poblado, esto permite inferir que los traspacios juegan un papel importante en la conectividad del paisaje (Vargas, 2018).

Conclusiones

Aunque el paisaje de La Montaña se encuentra dominado por bosques, la mayoría de los fragmentos presentó una estructura forestal altamente modificada debido a la extracción intensiva de leña. También la conectividad del paisaje actual es muy baja para todas las distancias de dispersión evaluadas.

El sistema agroforestal de jamaica orgánica fue considerado sostenible, el punto crítico fue la baja productividad, que fue de 42% del valor óptimo. También el número de especies arbóreas encontradas en este sistema fue menor que el valor óptimo

Una gran posibilidad para aumentar la productividad de la jamaica es el uso de *Calliandra houstoniana* como abono verde establecida en sistemas de cultivos en callejones debido a su contenido de nitrógeno y a su relación carbono/nitrógeno satisfactoria. Estos sistemas pueden aumentar la sustentabilidad de la producción de jamaica al aumentar su productividad, ayudar en la conectividad del paisaje y reducir la erosión.

L. macrophylla es otra especie prometedora a ser utilizada en cultivo en callejones, por su alto índice de equivalencia de área en comparación con *L. macrophylla* y maíz en monocultivo. También porque presentó características positivas como árbol multipropósito, con buena calidad de leña, descomposición rápida, una alta calidad de recurso y un uso potencial como forraje.

Como consecuencia de la estrategia de investigación acción-participación utilizada por el grupo de la UNAM, la OSC Xuajin Me'Phaa asimiló el discurso de restauración y obtuvo apoyo financiero para restaurar 200 traspatios. Las principales motivaciones para dicha restauración fueron alimentarias, culturales y económicas.

Más de la mitad de las especies encontradas en los traspatios eran nativas, y se encontraron diferentes variedades dentro de algunas especies.

La biodiversidad presente en los traspatios permitió que se encontrara una gran diversidad de aves y que éstas usaran dichos elementos del paisaje como puntos de parada entre los fragmentos de bosque.

Esta investigación ofrece una metodología para explorar nuevas especies arbóreas indígenas con potencial para introducirse en los agroecosistemas culturales y para explorar nuevas formas de aumentar la sostenibilidad en las comunidades indígenas con los desafíos actuales sobre biodiversidad, seguridad alimentaria, economía y cambio climático. Por otro lado, el acoplamiento de las especies y las prácticas tradicionales de manejo como parte integral de la investigación puede ayudar a facilitar la transferencia de nuevas tecnologías a condiciones culturales y ambientales específicas, como el cultivo en callejones y el uso de biofertilizantes.

Agradecimientos

Agradezco la invaluable y entusiasta colaboración de los estudiantes de mi grupo de trabajo en la Montaña: Ana Laura Silva-Galicia, Ana Paola Galicia Gallardo, Diego Hernández-Mucio, Freddy Vargas, Mónica Borda-Niño y Omar Salgado-Terrones. Este trabajo jamás podría ser realizado sin la colaboración, apoyo y el conocimiento de los miembros de OSC Xuajin Me'Phaa y el apoyo financiero de los proyectos PAPIIT-UNAM IN300119.

Bibliografía

- Aguirre C., y Ceccon E. (2020). Socioecological benefits of a community-based restoration of traditional homegardens in Guerrero, Mexico. *Etnobiología* 18(3), 72-91.
- Akhtar N., Hassan M., Ali, A., y Riaz, M. (2000). Intercropping maize with cowpeas and mungbean under rainfed conditions. *Pakistan Journal of Biology Sciences*, 3, 647-648.
- Altieri, M., y Nicholls, C. (2002). Una perspectiva agroecológica para una agricultura ambientalmente sana y socialmente más justa en la América Latina del siglo XXI. En E. Leff, E. Ezcurra, I. Pisanty y P. Romero Lankao (comps.). *La transición hacia el desarrollo sustentable: perspectivas de América Latina y el Caribe*, (pp. 281-304). México: Instituto Nacional de Ecología.
- Álvarez-Sánchez, M. E., y Marín-Campos A. (2011). *Manual de procedimientos analíticos de suelo y planta*. Texcoco, México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Anderson, J. M., e Ingram, J. S. (1993). *Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods*. 2a ed. Wallingford: C. A. B. International,
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1990). *Official Methods of analysis*. 15 ed. Virginia: AOAC.
- Baijukya, F., de Ridder, N., y Giller, K. (2004). Nitrogen release from decomposing residues of leguminous cover crops and their effect on maize yield on depleted soils of Bukoba District, Tanzania. *Plant and soil*, 279, 77-93. doi: 10.1007/s11104-005-2504-0
- Berg, B., y McClaugherty, C. A. (2008). *Plant litter. Decomposition, humus formation, carbon sequestration*. Helsinki: Springer.
- Bollo-Manent, M., Hernández-Santana, J., y Méndez-Linares A. (2014). The state of the environment in Mexico. *Open Geosciences*, 6(2), 219-228.
- Borda-Niño, M. (2014). Distribución espacial de los remanentes de vegetación nativa a nivel de microcuenca en un sector del municipio de Acatepec (edo. Guerrero): Implicaciones en actividades de restauración a nivel de paisaje. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Borda-Niño, M., Carranza-Santiago, M., Hernández-Muciño, D., y Muciño-Muciño, M. (2017). Productive restoration in practice: the case of Me'Phaa indigenous communities in "La Montaña" of Guerrero, Mexico. En E. Ceccon y D. Perez (coords). *Beyond ecological restoration: Social perspectives in Latin America and Caribbean*, (pp. 245-252). Buenos Aires, Argentina. Vázquez Mazzini Editores,
- Borda-Niño, M., Hernández-Muciño, D., y Ceccon, E. (2017). Planning restoration in human-modified landscapes: new insights linking different scales. *Journal of Applied Geography*, 83, 118-129. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbr.2011.03.031>.
- Buckles, D., y Arteaga, L. (1993). Extensión campesino a campesino de los abonos verdes en la Sierra de Santa Marta, Veracruz. En D. Buckles (ed.). *Gorras y sombreros: caminos hacia la colaboración entre técnicos y campesinos*, (pp. 51-61). México: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.
- Ceccon, E. (2013). *Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales*. Bogotá: Díaz de Santos.
- Ceccon, E. (2016). La dimensión social de la restauración en bosques tropicales secos: dialogo de saberes con la organización no gubernamental Xuajin Me'Phaa en Guerrero. (En E. Ceccon y C. Martínez-Garza. *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*). Cuernavaca, México: Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias- Universidad Nacional Autónoma de México / Universidad Autónoma del Estado de Morelos / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, pp. 347-368.
- Ceccon, E., Barrera-Cataño, J. I., Aronson, J., y Martínez-Garza, C. (2015). The socioecological complexity of ecological restoration in Mexico. *Restoration Ecology*, 23(4), 331-336. doi: 10.1111/rec.12228.
- Ceccon, E., y Pérez, D. (2017). Ecological restoration in the socio-environmental context of Latin America and the Caribbean. En E. Ceccon y D. Perez (coords.). *Beyond ecological restoration: Social perspectives in Latin America and Caribbean*, (pp. 21-26). Buenos Aires: Vázquez Mazzini Editores.
- Ceccon, E., Sánchez, I., y Powers, J. (2015). Biological potential of four indigenous tree species from seasonally dry tropical forest for soil restoration. *Agroforestry Systems*, 89(3), 455-467. doi: 10.1007/s10457-014-9782-6.

- Cervantes-Gutiérrez, V., López-González, M., Salas-Navas, N., y Hernández-Cárdenas, G. (2001). *Técnicas para propagar especies nativas de selvas bajas caducifolias y criterios para establecer áreas de reforestación*. México: Las prensas de Ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México.
- CIDICCO. (2003). *Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura. Catálogo de Abonos verdes / cultivos de cobertura (CCAV), empleados por pequeños productores de los trópicos*. Honduras.
- Cobo, J. G., Dercon, G., y Cadisch, G. (2010). Nutrient balances in African land use systems across different spatial scales: a review of approaches, challenges, and progress. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 136, 1-15. doi:10.1016/j.agee.2009.11.006
- Coneval (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). (2016). *Medición de pobreza 2010-2016*. Recuperado de <http://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Guerrero/Paginas/Pobreza-2016.aspx>
- Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Syasar, B., y Ramrodi, M. (2009). Effect of intercropping maize with cowpea on green forage yield and quality evaluation. *Asian Journal of Plant Science*, 8, 235-239.
- De Clerck, F. A., y Negreros-Castillo, P. (2000). Plant species of traditional Mayan homegardens of Mexico as analogs for multistrata agroforests. *Agroforestry Systems*, 48, 303-317.
- Escobar, A. (2014). *Sentipensar con la tierra. Nuevas lecturas sobre desarrollo, territorio y diferencia* (Colección Pensamiento vivo). Medellín: Ediciones UNAULA. Recuperado de http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/escpos-unaula/20170802050253/pdf_460.pdf
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2002). *Guía para encuestas de demanda, oferta y abastecimiento de combustibles de madera. Programa de manejo forestal sostenible*. Roma, Italia: FAO.
- Fernandes, E., y Nair, P. K. R. (1986). An evaluation of the structure and function of tropical homegardens. *Agricultural systems*, 21, 279-310.
- Fernández, M. (2013). *La confianza como instrumentos de análisis en la cadena de valor alimentaria*. Tesis de doctorado. Universidad Politécnica de Madrid.
- Flores-Ramírez, E., y Ceccon, E. (2014). ¿La restauración de corredores en paisajes fragmentados mejora la dinámica de las especies? Evidencias experimentales. En A. S. Álvarez y D. R. Pérez (eds.). Aspectos ecológicos, microbiológicos y fisiológicos de la restauración de ambientes degradados en zonas áridas de Argentina, Chile, Venezuela y México. *Experimentia*, 4, 11-24.
- Galhena, D. H., Freed, R., y Maredia, K. M. (2013). Home gardens: a promising approach to enhance household food security and wellbeing. *Agriculture & Food Security*, 2, 1-13. doi: <https://doi.org/10.1186/2048-7010-2-8>.
- Galicia-Gallardo, P., González-Esquivel C., Castillo-Alvarez, A., Monroy-Sánchez, A., Cecon, E. (2019). Organic hibiscus (*Hibiscus sadarifa*) production, social capital and sustainability in La Montaña, Guerrero, México. *Agroecology and Sustainable Food Systems Journal*, 43 (10), 1106-1123. doi: 10.1080/21683565.2018.1539694.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. México: Instituto de Geografía-Universidad Nacional Autónoma de México.
- García, D. E., y Medina, M. G. (2006). Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Tropical*, 24(3), 233-250.
- Goering, H. K., y Van Soest, P. J. (1970). *Forage Fiber Analyses (apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications)*. Washington, D.C.: U. S. Agricultural Research Service.
- Gutiérrez, J., Aguilera-González, L. C., y Juan, J. (2011). Evaluación preliminar de la sustentabilidad de una propuesta agroecológica, en el subtrópico del Altiplano Central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, 56-580.
- Handayanto, E., Giller, K. E., y Cadisch, G. (1997). Regulating N release from legume tree prunings by mixing residues of different quality. *Soil Biology and Biochemistry*, 29, 1417-1429.
- Hernández-Muciño, D., Sosa-Montes, E., y Ceccon, E. (2015). *Leucaena macrophylla*: An ecosystem services provider? *Agroforestry Systems*, 89, 163-174. doi 89:163-174. doi 10.1007/s10457-014-9751-0
- Horning, N., Robinson, J., Sterling, E., Turner, W., y Spector, S. (2010). *Remote sensing for ecology and conservation*. Oxford: Oxford University Press.
- Hughes, C. E. (1998). *Leucaena: Manual de recursos genéticos*. (Tropical Forestry Papers, 37). Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2012). *Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación. Escala 1:250000*. Serie IV. México.
- Jose, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry Systems*, 76, 1-10. doi 10.1007/s10457-009-9229-7
- Kaizzi, C. K., Ssali, H., y Vlek, P. L. G. (2006). Differential use and benefits of *Mucuna* (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) and N fertilizers in maize production in contrasting agro-ecological zones of Uganda. *Agriculture Systems*, 88, 44-60. doi 10.1016/j.agsy.2005.06.003.
- Kebebew, Z., Garedew, W., y Debela, A. (2011). Understanding Homegarden in Household Food Security Strategy: Case Study Around Jimma, Southwestern Ethiopia. *Research Journal of Applied Sciences*, 6, 38-43. doi 10.3923/rjasci.2011.38.43
- Kumar, B. M., y Nair, P. K. R. (2004). The enigma of tropical homegardens. *Agroforestry systems*, 61, 135-152.
- Landa, R., Meave, J., y Carabias, J. (1997). Environmental deterioration in rural Mexico: an examination of the concept. *Ecological Applications*, 7, 316-329.
- Larios, C., Casas, A., Vallejo, M., Moreno-Calles, A. I., y Blancas, J. (2013). Plant management and biodiversity conservation in Náhuatl homegardens of the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9, 2-16. doi https://doi.org/10.1186/1746-4269-9-74
- Mafongoya, P. L., Giller, K. E., y Palm, C. A. (1997). Decomposition and nitrogen release patterns of tree prunings and litter. *Agroforestry Systems*, 38(1-3), 77-97.
- Márquez, M. (2008). *Capital Social y Desarrollo comunitario. La Experiencia mesoamericana. Análisis y perspectivas*. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez, M. O. (2008). La Montaña de Guerrero: una redefinición. *Oxotitlán: Itinerancias Antropológicas*, 2, 12-21.
- Masera, O., Astier, M., y López, S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS*. Pátzcuaro: GIRA editores.
- Masera, O., Astier, M., López, S., Galván, Y., Ortiz, T., García, L., García, R., González, C., y Speelman, E. (2008). El proyecto de evaluación de sustentabilidad MESMIS. En M. Astier, O. Masera e Y. Galván (coords.). *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*, (pp. 13-23). Valencia: Sociedad Española de Agricultura Ecológica.
- Mead, R., y Willey, R. W. (1980). The concept of a "land equivalent ratio" and advantages in yields from intercropping. *Experimental Agriculture*, 16, 217-228.
- Miramontes, O., DeSouza, O., Hernández, D., y Ceccon, E. (2012). Non-Lévy mobility patterns of Mexican Me'Phaa peasants searching for fuelwood. *Human Ecology*, 40(2), 167-174.
- Montagnini, F. (2006). Homegardens of Mesoamerica: biodiversity, food security, and nutrient management. En B. M. Kumar y P. K. R. Nair (eds.). *Tropical Homegardens*, (pp. 61-84). Netherlands. Springer
- Mureithi, J. G., Gachene, C. K. K., y Ojiem, J. (2003). The role of green manure legumes in smallholder farming systems in Kenya: the legume research network project. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 1, 57-70.
- Munsi, M., Areendran, G., Ghosh, A., y Joshi, P. K. (2010). Landscape characterization of the forests of Himalayan foothills. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 38(3), 441-452.
- Munasinghe, M., y Swart, R. (2005). *Primer on climate change and sustainable development*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Nair, P. K. R. (1993). *An introduction to agroforestry*. Florida: Springer Science & Business Media.
- Olson, J. S. (1963). Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, 44(2), 322-331.
- OTS / CATIE. (1986). *Sistemas agroforestales, principios y aplicaciones en los trópicos*. San José, Costa Rica. OTS-CATIE.
- Palm, C. A. (1995). Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants. *Agroforestry Systems*, 30, 105-124.
- Pérez-Grovas Garza, V. 1998. *Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción de café orgánico en la Unión de Ejidos Majomut en la región de Los Altos de Chiapas*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo.
- Perfecto, I., y Vandermeer, J. (2012). Separación o integración para la conservación de biodiversidad: la ideología detrás del debate "land-sharing" frente a "land-sparing". *Ecosistemas*, 21(1-2), 180-191.

- Poongothai, S., Savithri, P., Vennila, R. K. y Joseph, B. (1999). Influence of gypsum and green leaf manure application on rice and soil deficient in sulphur. *Journal of the India Society of Soil Science*, 47(1), 96-99.
- Pottinger, A. J., Gourlay, I. D., Gabunada, Jr., F. G., Mullen, B. F., y Ponce E. G. (1998). Wood quality and yield in the genus *Leucaena*. En H. Shelton, R. C. Mullen y R. A. Bray (eds.). *Leucaena-adaptation, quality and farming systems*. Hanoi: Proceedings.
- Purohit, A. N., y Nautiyal, A. R. (1987). Fuelwood value index of Indian mountain tree species. *International Tree Crops Journal*, 4(2-3), 177-182.
- Rempel, R. S., Kaukinen, D., y Carr, A. P. (2012). *Patch analyst and patch grid*. Ontario Ministry of Natural Resources. Thunder Bay: Centre for Northern Forest Ecosystem Research.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Salgado-Terrones, O. (2015). *Caracterización del uso y calidad de especies nativas para leña en comunidades de Acatepec, Guerrero con fines de restauración*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Salgado-Terrones, O., Borda-Niño, M., y Ceccon, E. (2017). Uso y disponibilidad de leña en región de La Montaña en el estado de Guerrero y sus implicaciones en la unidad ambiental. *Revista Madera y Bosques*, 23(3), 1-15.
- Saura, S., y Torné, J. (2009). Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. *Environmental Modelling & Software*, 24(1), 135-139.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2002). *NOM-021-SEMARNAT. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudios, muestreo y análisis*. México: Diario Oficial de la Federación.
- Silva-Galicia, A., Álvarez-Espino, R., y Ceccon, E. (2021). Searching increase yield of organic hibiscus (*Hibiscus sabdariffa*) in a high poverty indigenous region: a study of decomposition and nutrients release of locally used vegetal amendments. *Biological Agriculture & Horticulture*, 37(1), 55-70.
- Stewart, J. L., y Dunsdon, A. J. (1998). Preliminary evaluation of potential fodder quality in a range of *Leucaena* species. *Agroforestry Systems*, 40, 177-198.
- Toy, T., Foster, G., y Renard, K. (2004). *Soil erosion: process, prediction, measurement and control*. Nueva York: John Wiley and Sons.
- Tscherning, K., Helming, K., Krippner, B., Sieber, S., y Paloma, S. G. (2012). Does research applying the DPSIR framework support decision making? *Land Use Policy*, 29, 102-110. doi <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.05.009>
- Uezu, A., Beyer, D. D., y Metzger, J. P. (2008). Can agroforest woodlots work as stepping stones for birds in the Atlantic Forest region? *Biodiversity and Conservation*, 17, 1-16. doi 10.1007/s10531-008-9329-0
- Vanlauwe, B., Sanginga, N., y Merckx, R. (1997). Decomposition of four *Leucaena* and *Senna* prunings in alley cropping systems under sub-humid tropical conditions: the process and its modifiers. *Soil Biology and Biochemistry*, 29(2), 131-137.
- Vargas, F. (2018). *Importancia ecológica de los Sistemas Agroforestales Tradicionales para la conservación de las comunidades de aves: el caso de los traspacios restaurados por la organización no gubernamental indígena Xuajin Me'Phaa en el estado de Guerrero*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- WRB (World Soil Resources) (2007). World reference base for soil resources 2006. First update 2007. *World Soil Resources Reports* 103, Roma: FAO.
- Young, O. R., Berkhout, F., Gallopin, G. C., Janssen, M. A., Ostrom, E., y Van der Leeuw, S. (2006). The globalization of socio-ecological systems: An agenda for scientific research. *Global Environmental Change*, 16(3), 304-316. Doi 10.1016/j.gloenvcha.2006.03.004

Tabla 1. Indicadores obtenidos para la evaluación de sustentabilidad por el método MESMIS y los diferentes métodos de obtención de los mismos

Indicadores	Métodos de medición	Categorías de evaluación
Rendimiento de los cultivos Kg/ha	1	EC
Beneficio costo	1	EC
Tipo de cultivo, no. de especies arbóreas multipropósito/parcela	1, 2	AM
Materia orgánica	2, 4	AM
Prácticas de manejo del suelo	1	EV
Dependencia de insumos externos (fertilizantes, kg/ha, plaguicidas, kg/ha)	1	EV, EC
El trabajo (proporción entre el trabajo familiar <i>versus</i> el trabajo asalariado)	1	EC, SO
Relacionalidad ^a (Capacitación, confianza, organización, participación, resolución de conflictos y capacidad de cambios.) ^b	1	SO
Formación de recursos humanos	1	SO, EC

Métodos: 1. Entrevistas 2. Muestreo/observación de campo, 3. Revisión de Literatura 4. Análisis de Laboratorio.

Categorías de evaluación: AM: ambiental, SO: social y EC: económico. (Fuente: Galicia-Gallardo, 2015).

a. concepto propuesto por Escobar (2014); b. Basado en propuestas de Maserá, Astier y López. (2000) y Fernández (2013).

Tabla 2. Lista de especies encontradas en plantaciones de jamaica orgánica

Especies	Nombre común Me'Phaa o castellano	Forma de vida
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Tsií/jamaica	Arbusto
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Ixi Luxo/Nanche	Árbol
<i>Pinus sp</i>	Pino	Árbol
<i>Quercus elliptica</i>	Ixi Xtamaña/encino	Árbol
<i>Mangifera indica</i>	Mango	Árbol
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	Árbol
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Árbol
<i>Quercus scytophyla</i>	Ixi xáno/encino	Árbol
<i>Citrus sp</i>	Xdu migá/naranja/limom	Árbol
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Ixi guidii/Tepehuaje	Árbol
<i>Anana comosus</i>	Piña	Herbácea
<i>Cucurbita sp</i>	Calabaza	Herbácea
<i>Cymbopogon citratus</i>	Raxaa thaún/Té de limon	Herbácea

Fuente: Galicia-Gallardo (2015).

Tabla 3. Porcentaje de nutrientes (Carbono y Nitrógeno) encontrados en la hojarasca de las diferentes especies

Especies	C (%)	N (%)	C:N
<i>Calliandra houstoniana</i>	43.88	2.03	21.62
<i>Mucuna pruriens</i>	34.06	1.59	21.42
<i>Hibiscus sadariffa</i>	59.48	0.68	87.47

Fuente: Silva-Galicia et al. (2021).

Tabla 4. Tratamientos utilizados en experimento de cultivos en callejones de 2010 a 2014

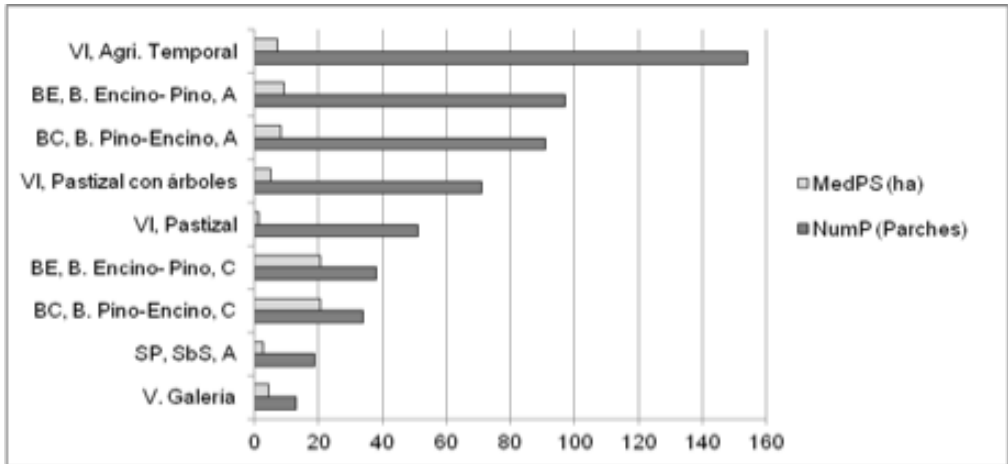
Tratamientos de 2010-2011	Tratamientos de 2012-2014
Cultivo en callejones + fertilizante químico	Cultivo en callejones + biofertilizante + hojarasca
Intercropping + biofertilizante	
Monocultivo de maíz + fertilizante químico	Monocultivo de maíz + biofertilizante
Monocultivo de maíz + biofertilizante	
Monocultivo de <i>L. macrophylla</i>	Monocultivo de <i>L. macrophylla</i>

Tabla 5. Índice de Equivalencia de Área (IEA) por año y protocolo de fertilización. Productividad de *L. macrophylla* en volumen ($m^3 \times ha^{-1}$) para 2010 y 2011, y la producción de biomasa de la poda ($kg \times ha^{-1}$) para 2012 a 2014 y el rendimiento de grano de maíz ($kg \times ha^{-1}$) durante cinco años. La IEA total es la suma del IEA del maíz (IEAm), y del IEA de de *L. macrophylla* (IEAl), obtenida por la relación entre el rendimiento de maíz y *L. macrophylla* obtenido en cultivo en callejones y su rendimiento en monocultivo

Año	Fertilización	IEA (maíz y <i>L. macrophylla</i>)	Total IEA
2010	Biofertilización	IEAm	4.19
		IEAl	1.54
	Fertilización química	IEAm	0.75
		IEAl	1.30
2011	Biofertilización	IEAm	1.15
		IEAl	1.40
	Fertilización química	IEAm	1.13
		IEAl	1.61
2012	Biofertilización	IEAm	1.16
		IEAl	1.04
2013	Biofertilización	IEAm	1.19
		IEAl	1.03
2014	Biofertilización	IEAm	1.22
		IEAl	4.47

Fuente: Hernández-Muciño (2018).

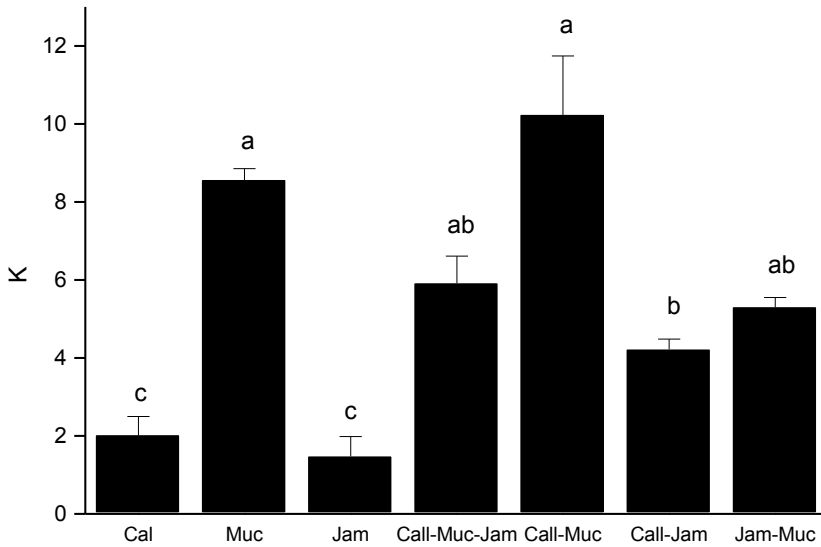
Figura 1. Número de parches y relación con la mediana del tamaño de los mismos (MPS) por tipo de cobertura vegetal en tres microcuencas del Municipio Acatepec, Guerrero



- VI, Agri. Temporal* = Vegetación Inducida, Áreas agrícolas de temporal.
BE, B. Encino- Pino, A = Bosque de Encino, Bosque de Encino-Pino, abierto.
BC, B. Pino-Encino, A = Bosque de Coníferas, Bosque de Pino-Encino, abierto.
VI, Pastizal con árboles = Vegetación Inducida, Pastizal con árboles.
VI, Pastizal = Vegetación Inducida, Pastizal.
BE, B. Encino- Pino, C = Bosque de Encino, Bosque de Encino-Pino, cerrado.
BC, B. Pino-Encino, C = Bosque de Coníferas, Bosque de Pino-Encino, cerrado.
SP, SbS, A = Selva Perennifolia, Selva Baja Subperennifolia, abierta.
V. Galería = vegetación de galería.
MedPS = área de cada parche en hectáreas.
NumP = número de parches.

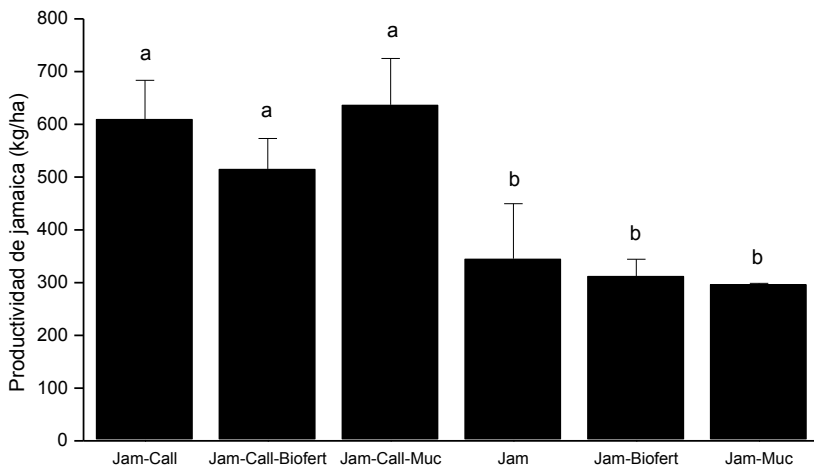
Fuente: Borda-Niño (2014).

Figura 2. La constante K de descomposición de los diferentes abonos verdes. Cal: hojarasca de *Calliandra houstoniana*, Muc: hojarasca de *Mucuna pruriens*, Jam: hojarasca de *Hibiscus sadariffa*



Fuente: Silva-Galicia et al. (2021).

Figura 3. Productividad de jamaica bajo diferentes tipos de abono orgánico. Jam= hojarasca de *Hibiscus sadariffa*, Call=hojarasca de *Calliandra houstoniana* Muc= hojarasca de *Mucuna pruriens*, Biofert= Biofertilizante



Fuente: Silva-Galicia et al. (2021).

2.6 Estrategias adaptativas y aprovechamiento de la flora silvestre por la cultura ranchera sudcaliforniana

Alicia Tenza Peral^{1,2}

Martha Micheline Cariño-Olvera³

Aurora Margarita Breceda Solís-Cámara²

Lorella Guadalupe Castorena Davis³

Correo de correspondencia: alicia.tenza@gmail.com

Resumen

La cultura ranchera sudcaliforniana surge de la unión de dos *culturalidades* gestadas en la aridez: la mediterránea y la indígena bajacaliforniana. Esto explica la elevada capacidad adaptativa característica de la sociedad ranchera, que tiene por base la austeridad, la autosuficiencia y el aprovechamiento integral de la flora del matorral del Desierto Sonorense que se usa para la alimentación humana y del ganado; para usos medicinales; para construcción; y para producción de carbón y leña. Las principales estrategias adaptativas de la cultura ranchera son la ganadería itinerante; la venta de animales “extra” para disminuir costes de mantenimiento; la toma de acuerdos para el uso de abrevaderos; siembra de forrajes y refugio de ganado en huertas; y el transporte de agua de oasis a los ranchos. Estas estrategias han permitido a la sociedad ranchera sudcaliforniana enfrentar las irregularidades de la disponibilidad de agua y los eventos meteorológicos extremos en la región. Desde el siglo XVIII la ganadería ha sido la principal actividad de los ranchos que producen carne, cuero y queso, tanto para autoabastecimiento, como para el mercado local; además, complementa la producción agrícola de los

1 Universidad Miguel Hernández (UMH, España).

2 Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (Cibnor, La Paz).

3 Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS, La Paz).

oasis. Sin embargo, desde mediados del siglo XX, la vida tradicional en ranchos y oasis ha sido afectada por las políticas de desarrollo regional asociadas al proceso de globalización económica. Ante la amenaza de la pérdida del conocimiento ecológico tradicional de los hombres y mujeres de los ranchos sudcalifornianos, en este trabajo se caracterizan las principales estrategias adaptativas de la cultura ranchera frente a la variación de recursos naturales y a perturbaciones climáticas. La caracterización se realizó a partir de: revisión bibliográfica y documental, entrevistas en profundidad, muestreos de vegetación y un taller participativo. La cultura ranchera es un ejemplo de adaptación a la irregularidad y escasez de los recursos, ha perdurado por siglos, caracteriza la historia sudcaliforniana y puede contribuir a la sustentabilidad local.

Palabras clave: adaptación al cambio climático, historia ambiental, sistemas socioecológicos, sustentabilidad local, ganadería extensiva tradicional

Abstract

The “ranchero” culture of Baja California Sur comes from the union of two nature-cultures originally from the aridity climate — the Mediterranean, and the Indigenous Bajacalifornian. This explains the high adaptive capacity of this culture, also characterized by austerity, self-sufficiency, and the integral use of flora of the Sonoran Desert for human and livestock feeding, medicinal uses, construction, and production of coal and firewood. The adaptive strategies of the ranchero culture are itinerant livestock grazing; establishment of agreements for the use of temporary water pounds; the sale of extra animals to diminish maintenance costs; seeding of forages; and transport of water from oases to ranches. These strategies have allowed the Sudcalifornian rancheros to face the irregular availability of water and extreme weather events. Starting from the 18th century livestock activity has been the main activity of the ranches that produce meat, leather and cheese for subsistence and for the local markets. It also complements the agricultural production of the oasis. However, since the middle 20th century the traditional life in ranches and oases has been affected by policies of regional development associated to the process of economic globalization. Facing the threat of losing the traditional ecological knowledge of the Sudcalifornian rancheros, this work characterize the main adaptive strategies of the ranchero culture to the variation of natural resources and weather disturbances. The characterization was made from bibliographical and documentary review, in-depth interviews, vegetation sampling and a participatory workshop. The ranchero culture is an example of adaptation to the irregularity and scarcity of the resources, it has lasted for centuries, it is the base-ment of sudcalifornian history and can contribute to the local sustainability.

Keywords: climate change adaptability, environmental history, socioecological systems, local sustainability, extensive traditional cattle raising

Introducción y objetivos

Para superar la crisis civilizatoria en la que vivimos, nos enfrentamos a la urgencia de construir nuevas formas de organización social y aprovechar los recursos que sostienen nuestra existencia. Debemos aspirar en cada territorio a la autonomía, la autosuficiencia y al uso integral y de bajo impacto de la diversidad biótica, entre otros factores que caracterizan la transición hacia formas sustentables de habitar la Tierra. La cultura ranchera sudcaliforniana, que se formó en la península de Baja California desde mediados del siglo XVIII, ha tenido por base esas estrategias, lo que le ha permitido forjar una identidad geográfica arraigada a territorios sumamente áridos y aislados. La vegetación predominante en la mayoría de los ranchos es el matorral sarcocaula y sarcocrasicaule del desierto sonorense. En el extremo sur, algunas rancherías se asientan en sitios donde predomina la selva seca, y muchas familias rancheras habitan en pequeñas ínsulas de vegetación méstica en sitios en los que el agua subterránea brota formando humedales, muchos de los cuales han sido transformados en oasis. Sin embargo, los recursos que forman la base material de la existencia de las familias rancheras y de sus hatos ganaderos son limitados y tienen una disponibilidad incierta, ya que dependen de escasas y erráticas lluvias. A menudo enfrentan prolongadas sequías y algunas veces lluvias torrenciales, que generalmente son el preludio de una época de abundancia y no un desastre natural, como suelen ser percibidas en los centros urbanos.

A partir de la historia ambiental, la ecología vegetal, la agroforestería y la sociología, en este texto analizamos las estrategias adaptativas frente a la variación de recursos naturales y a las perturbaciones climáticas que la cultura ranchera ha moldeado durante más de tres siglos. También discutimos las amenazas que en esta época de globalización se ciernen sobre su conocimiento ecológico tradicional. Además de llamar la atención sobre una cultura poco conocida y destacar sus saberes socio-ecológicos ahora amenazados con extinguirse, este texto tiene por objetivo aportar elementos para revalorar tanto el modo de vida ranchero como sus prácticas de aprovechamiento y ocupación del territorio sudcaliforniano. Estos tres elementos son relevantes desde un enfoque *contextualista* (Hornborg, 2001) pues ofrecen múltiples enseñanzas que aún no han sido debidamente valoradas en la búsqueda de la transición hacia la sustentabilidad local.

Iniciamos con una síntesis de la historia ambiental de la cultura ranchera sudcaliforniana y posteriormente explicamos el aprovechamiento agroforestal característico de su ganadería tradicional, las estrategias adaptativas de la sociedad ranchera sudcaliforniana, y el comportamiento histórico de su cabaña ganadera. Por último, nos referimos a la situación actual de la cultura ranchera que desde la década de los sesenta del siglo XX se ha enfrentado a un intenso e inexorable proceso de pérdida de centralidad en el ámbito productivo sudcaliforniano, al mismo tiempo que se ha asentado en el imaginario colectivo como fuente matricial de la cultura y la identidad regional.

Historia ambiental de los hombres y mujeres del rancho sudcaliforniano

La península de Baja California ha impuesto a las diferentes sociedades que la han habitado el desafío de adaptarse al aislamiento y la aridez; sus 1 300 km de longitud son bordeados al oeste por el océano Pacífico y al este por el Golfo de California, y recibe en promedio menos de 200 mm de lluvia al año. Hace más de 10 000 años (Bendimez-Patterson, 1999) que la población originaria fue la primera en responder exitosamente a ese desafío a través de una estricta organización socio-territorial. Ésta les permitía aprovechar los ecosistemas que recorrían para realizar la colecta, la pesca y la caza. Transitaban entre la sierra y la costa (Ritter, 1998) aprovechando tanto la flora silvestre como los sitios en los que encontraban agua dulce, especialmente aquellos con fuentes permanentes y formación de humedales. En esos sitios situaban sus campamentos hasta que fatigaban la posibilidad de seguir recolectando alimento, puesto que era más esfuerzo energético el que se invertía. Los límites espacio-temporales que implicaba la práctica de esta “economía energética” indicaban el momento de mover el campamento temporal a otro aguaje (Cariño, 1996). La flexibilidad adaptativa fue la principal característica en la organización de los grupos originarios peninsulares. Los rituales y otras actividades sociales dependían de las cambiantes condiciones de humedad, por lo que la población estaba sujeta a un mecanismo de concentración/dispersión determinado por la abundancia o escasez de las lluvias y, por lo tanto, de la abundancia relativa de la vegetación que colectaban.

El aprovechamiento de esos espacios de excepción en la aridez peninsular y la capacidad adaptativa a la variabilidad de las condiciones climáticas permitió el crecimiento de una abundante población indígena³ que construyó un conjunto de valores, símbolos, y actitudes sociales que transmitieron de una generación a otra (Cariño et al. 2017). La simbiosis sociedad-naturaleza que establecieron les permitió subsistir en autarquía miles de años pues dependían de forma absoluta de la salud de los ecosistemas que habitaron. Esto fue posible gracias a un profundo conocimiento intuitivo de la riqueza biótica y de la forma durable de usarla (Cariño, 1996).

La estrategia de simbiosis de la población originaria de la península de Baja California fue irremediablemente alterada con el tardío establecimiento de las misiones jesuitas cerca de 1697. A pesar de que el primer Auto de Posesión celebrado en la región fue realizado por Hernán Cortés en 1535 (Mathes, 1978), la conquista del territorio peninsular se llevó a cabo diecisiete décadas después, hasta que los misioneros de la Compañía de Jesús idearon cómo lograr la colonización de tan agreste territorio. La milenaria cultura

3 Diversas fuentes coinciden en que la población de la península de Baja California en la época prehispánica rondó entre cuarenta y cincuenta mil habitantes. Esta población se redujo a menos del 10% durante la conquista espiritual. A partir de entonces la población de la península reportó números bajos hasta mediados del siglo XX.

del oasis fue la estrategia idónea para colonizar el territorio y realizar la aculturación de sus habitantes. La transformación de algunos humedales en oasis fue la clave para lograr el establecimiento misional. Los sitios eran elegidos con base en la disponibilidad permanente de agua dulce y la posibilidad de transformación del terreno para el uso agrícola. Así, en los humedales de mayor tamaño se llevó a cabo la primera y más drástica modificación del territorio peninsular: la construcción de oasis (Figura 1). Para lograrlo, el agua fue domesticada mediante complejos sistemas de riego, se retiraron las rocas y la arena para ser sustituidas por terrazas de cultivo (con muros que contenían la tierra fértil), y numerosas especies agrícolas, tanto mediterráneas como tropicales, fueron introducidas, desplazando la flora local (Cariño, 2014). La biota también fue transformada con la introducción de ganado (principalmente vacuno y caballo), pero éste era mantenido fuera de la zona húmeda del oasis, para lo cual se crearon ranchos en los que se producían queso, carne y cuero (Castorena y Breceda, 2008). La transformación de los humedales en oasis, que permitió la práctica agrícola en la zona húmeda y el establecimiento de ranchos ganaderos en el secano circundante requirió mano de obra. Para cubrir esta necesidad los jesuitas seleccionaron familias rancheras que llevaron del continente a vivir a la península. Estas familias debían obedecer las estrictas normas impuestas por los jesuitas que se encontraban registradas en el presidio de Loreto (Crosby, 1992). Sin embargo, para realizar tan ardua labor estos colonos no daban abasto, por lo que incorporaron como empleados o por matrimonio a quienes sobrevivieron de la diezmada población originaria que sobrevivió a la aculturación, las enfermedades y las guerras. En esta convivencia se formó la cultura ranchera, que resultó de la confluencia de dos tradiciones forjadas en procesos adaptativos a la aridez: la de los pobladores originarios de la península y la mediterránea del oasis (Cariño, 2001).

Resulta difícil determinar la cantidad de ranchos que, lentamente, se fueron asentando desde mediados del siglo XVIII. Algunos se localizaban en los territorios de las misiones, otros empezaron a recibir de los mismos misioneros dotaciones de tierras (Trejo-Barajas, 2007). La mayoría estaban asentados en sitios propicios. El principio de asentamiento de la sociedad ranchera fue mantener una baja densidad de población en cada rancho y una gran dispersión de ranchos en el territorio. La razón fue mantener la más baja presión posible sobre el agostadero. Es importante mencionar que la mayoría de los ranchos son unifamiliares, aunque existen comunidades llamadas rancherías en las que coinciden en proximidad varias familias rancheras. Para mantener una baja densidad de población en los ranchos y debido a que las rancherías son patrilocales, al contraer matrimonio la nueva unidad familiar debía fundar otro rancho en el vasto territorio del rancho paterno (Cariño, 1996).

Esta estrategia adaptativa de ocupación del espacio es una herencia cultural de los pueblos originarios. Su organización social tuvo por base la *banda*.⁴ El número de miembros

⁴ Nombre que los antropólogos han dado a la organización social de estos grupos de recolectores-pescadores-cazadores. Las bandas estaban formadas por un número variable de familias (Service, 1962).

que cualquiera de ellas tenía dependía de la disponibilidad de recursos para asegurar su reproducción social sin sobrecargar los ecosistemas vitales. No obstante, en el caso de la sociedad ranchera, los recursos del territorio debían sostener tanto la vida humana como la animal, es decir el ganado. Por ello, además de la dispersión de ranchos y rancherías, el bajo impacto en el uso de los recursos también dio origen a la ganadería tradicional, llamada de “*cambiadero*” (Crosby, 1992). Esta práctica ganadera subsiste hasta nuestros días y consiste en un manejo itinerante que tiene por finalidad mantener la menor carga posible sobre el agostadero y los aguajes. Hatos y rancheros transitan a lo largo y ancho de los vastos territorios de cada rancho, deteniéndose por cierto tiempo en *parajes* que cuentan con una choza, un corral y un pozo; cuando éste abate sus niveles o se seca, el ranchero se muda a otro paraje (Martínez-Balboa, 1981). Los rancheros no suelen arrear al ganado que transita libremente por sus corredores habituales, su función consiste principalmente en vigilar que no se sobreexplota ningún área del territorio, que las reses no se extravíen y en seleccionar las cabezas destinadas a la venta.

La sociedad ranchera adaptó otras herencias culturales de los pueblos originarios, entre las que destaca el uso de la flora silvestre para la alimentación, la farmacia y la construcción de los ranchos.⁵ Las familias rancheras además de conocer las especies útiles para usos alimenticios y medicinales, aprendieron de qué manera prepararlas tanto para poder consumirlas como para activar sus sustancias medicinales.

Debido al aislamiento de la península, a la rigurosidad de su aridez y a lo agreste de su geografía, la población siempre ha sido muy poca con relación a la vastedad territorial. En 1797, un siglo después del establecimiento misional, en la provincia de la Antigua o Baja California –entonces ya bajo administración de los padres dominicos– la población era de 4 572 habitantes,⁶ de los cuales la mayoría formaba parte de la sociedad ranchera (Serra y Fuentes, 1987). En 1803 el número de habitantes incluso disminuyó a 4 508 (Trejo-Barajas, 2007). A mediados del siglo XIX el desarrollo de nuevas actividades productivas como la extracción de recursos marinos y minerales, el auge de la agricultura en los oasis y el comercio marítimo permitieron que, hacia 1857, la población sudcaliforniana aumentara a 12 585 habitantes (Trejo-Barajas, 2007). Sin embargo, el incremento demográfico afectó poco a la sociedad ranchera que siguió viviendo en pequeños núcleos poblacionales dispersos en el territorio serrano peninsular.

Por ello, la forma de vida ranchera dotó de ancestralidad al proceso de construcción de identidad regional en un sentido más simbólico que práctico (Giménez, 2009). Esta idea es fundamental para comprender lo que sucede en sociedades como la sudcaliforniana, donde la población originaria se extinguió tras la conquista y se estableció el régimen misional (Castorena, 2003). Más o menos entre la implantación de las reformas borbónicas

5 Para mayor detalle sobre el empleo y preparación de la flora silvestre para uso comestible, medicinal y de construcción ver Cariño, 1996: 80-86.

6 Tan sólo 10% de la que fue evaluada al inicio de la evangelización jesuita en 1697.

promovidas por el marqués De Gálvez a finales del siglo XVIII y el final de la guerra de Independencia, paralelo a la extinción de la población indígena, las familias de soldados, mayordomos y sirvientes que acompañaron a los misioneros se fueron estableciendo de tal manera que, cuando el régimen misional terminó y los pueblos se emplazaron por encima de los antiguos presidios, la experiencia de socialización ranchera predominaba en el vasto e inhóspito territorio rural bajacaliforniano (Castorena y Breceda, 2008). Esto explica que, en la historiografía regional, a la sociedad ranchera se le confiriera el carácter fundante de la identidad cultural sudcaliforniana.

Cuando en la década de los cuarenta la noción de *sudcalifornia* apareció en el discurso identitario regional (Castorena, 2003), la ancestralidad ranchera ya aparece como referente de la diferencia cultural sudcaliforniana: una generación dio cuenta del cambio (la sudcalifornidad como motivo), al mismo tiempo que transmitió las dimensiones de la ancestralidad (el lugar de arraigo y la socialización). Así surgió la sociedad ranchera, inmersa en un proceso de colonización cuyo fruto principal fue la incorporación social de ciertos elementos ancestrales que les proveyeron de la autosuficiencia y autonomía que les caracteriza. Hoy en día, permanecen representados en cabalgatas, formas de vestir, edificación vernácula, cocina, arreglos familiares y música que, a pesar de ser reconocidos, no dan cuenta del conjunto de los conocimientos socio-ecológicos.

Este texto ha sido escrito para visibilizar algunos de los valores predominantes de la sociedad ranchera como la sencillez, la austeridad, el arraigo y la comunión tanto con el vasto horizonte como con los ritmos de la naturaleza. Resignificar la experiencia histórica ranchera bien podría inspirarnos para incorporar algunas de sus estrategias para reconstruir nuestros conocimientos utilizando valores que han sido ejemplos de sustentabilidad local.

Aprovechamiento de la flora silvestre por la cultura ranchera sudcaliforniana

Para la península de Baja California se han descrito 2 958 especies y subespecies de plantas (Wiggins, 1980); sin embargo, se estima que el elenco florístico de la península es mayor de 4 000 plantas, con aproximadamente un 30% de especies endémicas (Rebman y Roberts, 2012) –lo que quiere decir que son especies propias y exclusivas de esta región–. Esta riqueza florística ha acompañado a las distintas culturas que se han desarrollado en este territorio desde los pueblos originarios hasta la actualidad. Los primeros utilizaban la flora como alimento, combustible, medicina y herramientas. En la cultura ranchera de la actualidad, hombres y mujeres del rancho son herederos de un conocimiento ancestral sobre el uso de un amplio número de especies de flora silvestre. Ejemplo de ello son los resultados preliminares obtenidos en el estudio de uno de los oasis más emblemáticos de Baja California Sur, el de Los Comondú. Tras la realización de 48 muestreos de

vegetación localizados en sitios clave relacionados con la actividad ranchera (p. ej. llanos, mesas y laderas de la zona de agostadero; y arroyo y terrazas de la zona húmeda del oasis) se identificaron un total de 111 especies de flora. Mediante la revisión bibliográfica de los usos reportados de la flora para esta región (Arriaga y Cancino, 1992; Breceda et al. 1992; Dimayuga, 1996; León de la Luz et al. 2014; Piña, 1993), determinamos que un 61% de estas especies son aprovechadas por las familias rancheras sudcalifornianas. Siendo el uso forrajero el más extendido con un 35% de las especies destinadas para tal fin, seguido por el uso medicinal con un 24% de las especies, la alimentación humana (20% especies comestibles), la construcción (11%), el uso para leña y combustible (9%), y otros usos menores como la ornamentación, la elaboración de artesanías, la construcción de cercos vivos, como colorantes y para la elaboración de jabón (Tabla 1). Si considerásemos las especies anuales, seguramente el número se elevaría sustancialmente.

Cuando se llevó a cabo un taller participativo en este oasis en diciembre de 2015, se identificaron las principales actividades y usos de los recursos naturales de la zona húmeda del oasis y la zona del agostadero. Para esta última se señalaron como usos importantes en la actualidad la recolección de frutos silvestres para la alimentación, la de plantas silvestres como condimentos en la alimentación y uso medicinal, la tala de madera para su uso como leña y como material de construcción, y el uso de la flora silvestre en general como forraje para el ganado, coincidiendo en gran medida con los usos frecuentes de la flora silvestre sudcaliforniana encontrados en la bibliografía.

A pesar de la importancia del uso de la flora silvestre por la cultura ranchera sudcaliforniana, el conocimiento sobre su uso específico es limitado. Se requiere profundizar en el uso tradicional de las especies de flora silvestre para que este conocimiento ecológico tradicional no se pierda en el proceso de declive de esta cultura y sea factible iniciar un proceso de revaloración.

Estrategias adaptativas de la cultura ranchera sudcaliforniana y su dinámica histórica

La actividad ranchera en Baja California Sur se centra principalmente en la ganadería bovina y caprina. La ganadería bovina requiere menor esfuerzo para su cuidado y mantenimiento, razón por la cual, históricamente, ha sido una actividad complementada con otras, como la agricultura tradicional en huertas o la pesca en áreas costeras. Este tipo de ganadería requiere terrenos con relieves suaves (o poco accidentados) y acceso a fuentes de agua próximas, por lo que se desarrolla principalmente en llanos (llanuras) donde se enlagna agua temporalmente; y en las proximidades de las sierras donde hay arroyos temporales

o permanentes y pozas o tinajas (Tenza, Pérez et al. 2011; Tenza et al. 2013a). Muchos de los ranchos dedicados al ganado bovino no tienen paraje. En años lluviosos, la familia ranchera puede tardar un año o dos en ver a las reses. La ganadería caprina, por el contrario, demanda más tiempo y esfuerzo. Todos los ranchos dedicados a la ganadería caprina tienen paraje, el cual incluye un corral donde todas las noches juntan a las chivas y, en el que durante la época de producción de leche, se realiza la ordeña. A pesar de la atención diaria que requiere el ganado caprino, este tipo de ganado es menos exigente en cuanto a la morfología del terreno y a su disponibilidad de agua, lo que permite el desarrollo de esta actividad en terrenos más accidentados como cerros, lomeríos y mesas (Tenza et al. 2011, Tenza et al. 2013a). Tanto la ganadería bovina como la caprina –esta última en mayor medida– se ven afectadas principalmente por cuatro perturbaciones relativamente frecuentes: las inundaciones y avenidas de agua asociadas al paso de ciclones tropicales, las sequías, la depredación por coyotes, gatos monteses y pumas, y las enfermedades. Cabe señalar que la depredación y las enfermedades parecen tener una mayor incidencia en los periodos de sequía (Tenza et al. 2011; Tenza et al. 2013a).

El principal producto de la ganadería bovina es la venta en pie de becerros o terneros para engorda, que se comercializa a nivel regional. En el caso de la ganadería caprina se realiza la venta de cabritos con un mes de edad (en torno a los 10-12 Kg), y la producción y venta de queso cada quince días, en época de producción.

En los ranchos de las sierras de La Giganta y Guadalupe, un pequeño grupo de intermediarios centraliza en un sitio el volumen total de producción de caprinos que posteriormente son vendidos en los estados de Sinaloa y Nuevo León. El queso que se vende en mayor proporción es conocido como “queso salado” o “queso macho”. Éste contiene un alto contenido en sal para facilitar su conservación hasta el momento de su venta, dado que no se dispone de sistemas de refrigeración en los ranchos donde se conserva. Un menor volumen de producción con mayor grado de elaboración es para consumo local y regional (bajo encargo), y consiste en la venta de “chopitos” y de mantequilla. Los chopitos son un tipo de queso fresco de textura esponjosa que no tiene tanto contenido de sal y que es muy apreciado en la región.

La planeación y el desarrollo de las principales actividades en el rancho se hacen en función de las lluvias. La mayor parte del territorio sudcaliforniano tiene dos principales periodos de lluvia al año: de mayo a noviembre, coincidiendo con el periodo de formación de ciclones tropicales en el Pacífico, que concentra alrededor del 70% de la precipitación anual; y las *equipatas*, nombre que reciben las lluvias que se producen esporádicamente entre los meses de noviembre a enero, y que representan cerca del 20% de la precipitación anual.

La Tabla 2 muestra la distribución de las principales actividades del rancho centradas en la ganadería caprina en función de las lluvias en el año. La información corresponde a los ranchos de las sierras La Giganta y Guadalupe, vinculados al oasis de Los Comondú.

Se puede observar que las principales precipitaciones se concentran entre los meses de julio a enero.

Cabe aclarar que este esquema es representativo de años lluviosos. En años secos se pueden producir modificaciones como la limitación a un solo periodo de parición del hato entre los meses de agosto y septiembre, o la reducción del periodo de producción de queso, que finalizaría en el mes de marzo.

La cultura ranchera sudcaliforniana conserva una serie de estrategias de supervivencia y de adaptación que le permiten hacer frente a la irregularidad en las precipitaciones, sobre todo durante los largos periodos de sequía, cuando se practica la ganadería itinerante o *de cambiadero*.

Mediante esta estrategia, las familias rancheras se desplazan a lo largo del territorio en función de la disponibilidad de agua (zonas de abrevadero) y pastos. En muchos casos estos desplazamientos se hacen con base en la existencia de redes familiares, es decir de ranchos en diferentes zonas pertenecientes a parientes. La disponibilidad de agua es el principal factor para desplazarse. La permanencia en una misma zona, dependiendo de la disponibilidad de recursos, puede alargarse por un año o más, o limitarse a meses. Estos desplazamientos se ven favorecidos por la existencia de tierras de uso común, como los ejidos, puesto que no se encuentran parcelados, y a través de la *Asamblea* se establecen los acuerdos para el uso de las tierras y la ocupación-desocupación de parajes. La ganadería itinerante es una estrategia aparentemente común en sistemas pastoriles de regiones áridas y semiáridas de todo el mundo, como es el caso de la trashumancia en España (Ruiz y Ruiz, 1986), en la India (Chakravarty-Kaul, 1998) o África (Mwangi, 2003; Kassahun et al. 2008).

En periodos de sequía es frecuente el destete temprano de los terneros. De la misma forma, en la ganadería caprina se incrementa la venta de animales para reducir los costes de mantenimiento del hato e incrementar sus probabilidades de supervivencia: en años normales o lluviosos, de los cabritos que nacen, se venden los machos; en épocas de sequía, se venden tanto machos como hembras, además de animales adultos de descarte –ya sea porque tienen las ubres en mal estado, están enfermos o ya no pueden reproducirse–.

La compra de forraje (pacas de alfalfa) o de concentrado como suplemento alimenticio solo se realiza para la ganadería bovina. Sin embargo, es una medida bastante costosa y difícil de mantener por periodos prolongados. En muchos casos, pero especialmente en el de los ranchos que están vinculados a un oasis, es frecuente la siembra de forraje en huertas, o el refugio temporal de los diezmados rebaños en corrales dentro de dichas huertas. Allí se les provee de forraje y agua.

Acarrear agua para consumo doméstico en los ranchos y para consumo animal desde los pueblos de los oasis a los ranchos es también una práctica extendida. Esta práctica se ve limitada por un lado, por el estado de conservación de los caminos que conectan

los oasis con los ranchos, y por otro lado, por el gasto que implica en gasolina y en el mantenimiento de los vehículos. Los ranchos asociados a oasis, por tanto, mantienen una estrecha relación entre la zona de humedal donde se ubican las huertas y la zona de seco donde se practica la ganadería extensiva. La zona de humedal proporciona agua, alimento y refugio en épocas de escasez, mientras que de la zona de seco se extrae regularmente el estiércol para abonar las huertas.

En la ganadería bovina se realiza también la cruce de ganado criollo con otras razas, como el cebú, para tratar de resistir mejor el embate de las sequías.

Además de estas estrategias dirigidas a sobrellevar las irregulares lluvias, es frecuente que las familias rancheras cuenten con una serie de estrategias de apoyo entre parientes, basadas en la solidaridad, que permiten en muchos casos la conservación del patrimonio familiar (tierras y ganado) en momentos difíciles. Por enfermedad de algún miembro del núcleo familiar, por necesidad de buscar trabajo fuera o por una mejor formación para los hijos, se dan casos en los que el ganado de un rancho pasa a ser cuidado por otro miembro de la familia, bajo esquemas como la *mediería* o la *terciería*. Bajo este tipo de acuerdos, el ganado es cuidado en otro rancho. Los beneficios de los subproductos como el queso pasan a manos del cuidador, mientras que los productos de la cría de animales (cabras y reses) se reparten entre el propietario y el cuidador. En el caso de la mediería, la mitad de las crías pasan a ser propiedad del cuidador, mientras que bajo el esquema de la terciería solo una de cada tres crías pasa a ser propiedad del cuidador. Estos esquemas también se utilizan cuando una nueva familia ranchera se quiere establecer y no tiene un hatillo propio. Mediante estos esquemas pueden formar sus propios rebaños.

Históricamente la ganadería extensiva en Baja California Sur estaba casi exclusivamente basada en el ganado bovino. Sin embargo, entre la década de los cuarenta y cincuenta del siglo pasado se empezó a criar y trabajar el ganado caprino con bastante éxito. De la ganadería caprina el principal producto era el queso. La venta de cabritos no tuvo lugar hasta la década de los ochenta. Antes de esta fecha era usual que se deshicieran del cabrito macho.

Uno de los factores decisivos en el impulso y auge de la ganadería caprina en el territorio sudcaliforniano fue la creación de los ejidos. Estas dotaciones de tierra, como fue el caso de los ejidos de las sierras de La Giganta y Guadalupe, cubrieron mayoritariamente territorios de relieve bastante irregular y con escasas fuentes de agua, características desfavorables para otro tipo de ganadería que no fuera la caprina. Los terrenos con morfologías más suaves y con mayor cantidad de fuentes de agua ya estaban ocupados por predios de carácter privado, asociados fundamentalmente con la ganadería bovina.

En el caso de los ranchos del oasis de Los Comondú, que lo hemos utilizado como caso de referencia a lo largo de este capítulo, alcanzaron su punto más álgido entre las décadas de los setenta y ochenta. El número de ranchos se incrementó como nunca antes en su historia (llegando aproximadamente a los 100 ranchos ocupados). Sin em-

bargo, dos fuertes periodos de sequía afectaron a la región a finales de los ochenta y a finales de los noventa, seguidos del impacto de varios ciclones tropicales de diferente intensidad en la década del dos mil (Tenza et al. 2013b). En 2010 el número de ranchos ocupados había descendido a la mitad, a 50 ranchos. Esto evidenció la gran vulnerabilidad de la ganadería extensiva en Baja California Sur a eventos climáticos extremos, a pesar de contar con estrategias para enfrentar este tipo de perturbaciones (Tenza et al. 2017). Una de las teorías que planteamos es que el crecimiento de la cabaña ganadera a raíz del auge de la ganadería caprina con la formación de los ejidos pudo haber provocado una sobrecarga, especialmente de los aguajes o abrevaderos, reduciendo la posibilidad de realizar eficientemente la estrategia de la ganadería itinerante a partir de la década de los setenta, con el consecuente efecto devastador de la sequías de las décadas de los ochenta y los noventa (Tenza et al. 2013a). La estrategia de rotación de agostadero requiere de áreas suficientemente grandes y es difícil de implementar si éstos están sobrecargados (Ibarra-Flores et al. 2009).

Al día de hoy, la cabaña ganadera, en el caso del oasis de Los Comondú, es menor que en la década de los setenta. El principal limitante comienza a ser el envejecimiento poblacional y la inexistencia (en muchos casos) de un reemplazo generacional que asegure la continuidad de esta actividad en los ranchos. Creemos que esta es una tendencia extendida en otros ranchos de Baja California Sur.

Las duras condiciones de vida en los ranchos, su escasa conectividad con los pueblos cercanos, el riesgo permanente ante los efectos de eventos meteorológicos extremos sobre la producción, la inexistencia de seguros o compensaciones por la pérdida de ganado, y el control de precios por parte de intermediarios son factores que desalientan la persistencia de este modelo de vida y de uso del territorio, lo cual puede suponer la pérdida irreversible de esta cultura ancestral.

Una cultura en vilo: ¿resistir para qué?

Cuando en 2004 Aurora Breceda y Lorella Castorena, emprendimos la ardua tarea de sumergirnos en El Cañón de la Zorra (Castorena y Breceda, 2008) atisbamos un proceso inexorable: la población ranchera se enfrentaba, y enfrenta, su extinción. Mientras los datos daban cuenta de la extinción de una forma de vida social y cultural (que en el transcurso de los últimos 13 años hemos comprobado una y otra vez a lo largo de nuestras investigaciones en las sierras del sur peninsular), las resistencias a este cuasi decreto demográfico (una población que no es capaz de reproducirse al ritmo que garantice su permanencia, está destinada a su extinción en un plazo no lejano) aparecieron en el contexto de la cultura regional.

Largas discusiones, seminarios, críticas, y cuestionamientos no se hicieron esperar: la idea de que el fundamento de la ancestralidad sudcaliforniana esté condenada a la

extinción demográfica es tan perturbadora como cierta. Desde nuestro punto de vista, su extinción es inexorable a pesar de los intentos que, desde las políticas federales, estatales y de la iniciativa privada, se han hecho para “revitalizar nuestra ancestralidad”.⁷

En esta revitalización observamos procesos de reinención en ciertas zonas rurales que, gracias a su cercanía con la región turística de Los Cabos y de la ciudad de La Paz, han desarrollado estrategias de turismo cultural y ecológico inspiradas en los ranchos sudcalifornianos, pero completamente alejadas de ellos, de los ranchos y de la gente de rancho. Esta reinención contribuye, por un lado, a colocar esta forma de vida en el catálogo de ofertas turísticas de Baja California Sur, y por el otro, a recrear el mito y los elementos de la identidad regional basada en el rancho pero más como expresión de folclor que como revitalización de la sociedad ranchera. Lo mismo ocurre con los festivales del Mango de Todos Santos; del vino y de la fruta en Comondú; del Arte y de La Pitaya, en El Triunfo: se han convertido en formas institucionales de promoción de aspectos de la identidad cultural a partir de un modelo de turismo cultural que favorece la producción en algunos ranchos y huertas en determinadas épocas del año. También es el caso de fiestas tradicionales, como las de San Javier, en Loreto, y las cabalgatas que, si bien recrean parte del escenario de la cultura ranchera, hoy se organizan y se promueven –unas veces con la rancherada y otras sin ella– al margen de sus estrategias adaptativas y de las formas ancestrales de aprovechamiento de la flora y fauna silvestres.

Solo como ejemplo, el 8 de octubre se celebran las festividades de San Dionisio con una cabalgata que se vende hoy día (2017) en internet con el siguiente texto en inglés: *Ride with Baja's cowboys in their traditional cavalcade of the patron saint festivities of San Dionisio from Santiago to San Dionisio and enjoy of the “fiesta” at the end with them. Horseback riding experience. Become a cowboy for a day.*⁸

Es así que el *marketing* ecoturístico y de turismo rural han reducido al último reducto de nuestra ancestralidad, esa que surgió de dos culturas hoy extintas (la de las culturas indígenas primigenias y la mediterránea de origen misional adaptada a la aridez y el aislamiento sudcaliforniano) a la representación del vaquero (*cowboy*), cuyo origen se

7 Aquí es importante el papel que han jugado la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna y la Reserva de la Biosfera de El Vizcaíno, que han llevado a cabo estrategias de desarrollo comunitario para incentivar la permanencia de la sociedad ranchera y sus familias en roles de guarda y preservación de los recursos de las sierras sudcalifornianas, pero que al mismo tiempo, han incentivado procesos de desarrollo económico que han abierto estas comunidades a la tensión desarrollo-conservación-sustentabilidad, campo que no se aborda en esta colaboración. Lo cierto, es que las comunidades rancheras más cercanas a zonas de influencia urbana o a presiones del mercado global, se enfrentan a procesos de desagrarización, que dan lugar a nuevas ruralidades que se acoplan de manera resiliente a los retos impuestos por la globalización. Esta es una hipótesis en construcción, que se basa en las propuestas de Carton de Grammont (2009); y Reyes y Acosta-Neri (2014).

8 Traducción libre del inglés al español: “Viaje con vaqueros de la Baja en su tradicional cabalgata de las fiestas patronales de San Dionisio desde Santiago a San Dionisio y disfrute con ellos de la *fiesta* hasta el final. Una experiencia de paseo a caballo. Sea vaquero por un día”. Planeta Libre Expediciones, Agencia de ecoturismo, página de Facebook: Planeta LIBRE Expediciones @planetalibreexpediciones

encuentra muy lejos de la cultura sudcaliforniana, pero que ha tenido un lugar central en la industria cultural norteamericana, que hizo del *western*, un relato sobre los orígenes blancos de la conquista del rico oeste estadounidense.⁹

Desde nuestro punto de vista, esta reducción de la cultura ranchera al *cowboy*, podría ser equivalente a la tragedia de los comunes, planteada por Harding, pero con sus especificidades (Harding, 1968). La cultura ranchera no utilizó los recursos de las sierras (agua, tierra y flora) que fueron la clave de su subsistencia, hasta su agotamiento. Al contrario, alejados de la maximización del beneficio capitalista, desarrollaron estrategias provenientes de sus respectivas culturales que han contribuido a la conservación de las sierras sudcalifornianas (entre las que destacan las sierras La Laguna, La Giganta y Guadalupe): los más importantes reservorios de agua, que constituyen corredores biológicos en los que especies endémicas e introducidas durante el periodo misional, y los emplazamientos rancheros han logrado sobrevivir entre cañones y montañas, durante los últimos 300 años. En este caso, no fue la actuación ineficiente e insustentable de su desenvolvimiento en términos productivos la que propició su salida del mercado y su inexorable desaparición, sino la pérdida de centralidad del sistema de ranchos y huertas que fue sustituido por las políticas gubernamentales de las décadas de los sesenta y los setenta que se agrupan en la llamada “revolución verde” y los emplazamientos de colonias agrícolas dependientes del riego tecnificado y la selección de productos agrícolas destinados al mercado global (Castorena y Martínez, 2013).

La creación de Áreas Naturales Protegidas en dos de las grandes sierras sudcalifornianas (La Laguna y El Vizcaíno –que comprende la parte más norteña de la Sierra La Giganta y toda la Sierra de San Francisco– y los intentos hasta ahora suspendidos de la declaratoria específica como reserva de la biosfera de las sierras La Giganta y Guadalupe) han instrumentado criterios en conflicto permanente contra la visión privatizadora de los bienes públicos frente a los cuales el Estado ha sido incapaz de regular la explotación y recuperación de los recursos naturales, otrora aprovechados por la cultura ranchera sin agotarlos. Histórica, social y culturalmente, la sociedad ranchera ha hecho uso del mercado y se ha sometido a la regulación de un intercambio primario, escasamente regulado, que no ha dado lugar a la sanción del uso irracional de sus recursos y productos, porque sus estrategias de aprovechamiento corresponden a una población exigua asentada en un inmenso territorio árido y aislado.

Sin duda, durante alrededor de 300 años los hombres y mujeres de rancho desarrollaron mecanismos fuera de la lógica privatizadora y del Estado, que les han

9 En este texto se entiende al *western*, no solo como un lugar en la geografía estadounidense, sino como un proceso, estado mental o sitio en el que circulan personas, valores y otros artefactos culturales, como tema central de la cultura popular norteamericana presente en la literatura y otras manifestaciones, que ejemplifica una tradición y práctica cultural, la historia, los mitos, la identidad, el carácter nacional, la cultura, y el pasado y presente de la formación social de Estados Unidos. Cfr. D. R. Maciel, “El Western: la construcción del Oeste Norteamericano en el imaginario cinematográfico”, temario curso CIDE/UCLA/Cineteca Nacional, <http://boletines.cinetecanacional.net/uploadimages/files/TEMARIO%20WESTERN%20OK%282%29.pdf>.

permitido sostener cierto apego a su contexto histórico: el rancho sudcaliforniano. Estas estrategias fueron exitosas tanto para su reproducción social y económica como para salvaguardar nuestra cultura que desde hace al menos sesenta años está en vilo: tenemos fundamento, sabemos que no hay retorno posible y que lo único que nos queda es valorar social, histórica y culturalmente los saberes heredados que, más allá del folclor y la añoranza, dan cuenta de una forma de vida exitosa. Exitosa porque ha sido respetuosa de los recursos naturales disponibles y, porque a pesar de los embates de la fortuna, ha trascendido para anidarse en el imaginario colectivo sudcaliforniano.

En febrero de 2016, el Centro de Artes, Tradiciones y Culturas Populares del Instituto Sudcaliforniano de Cultura, montó la exposición “El rancho: raíz de identidad”.¹⁰ Su entrada comenzaba desde la calle, pues unas imágenes de chivas en carteles guiaban al inicio de la exposición. Un guion histórico impecable, fotografías y el montaje de un rancho reproducido gracias a las manos de un par de rancheros y la recopilación de alrededor de 500 enseres, cuya inspiración fue algún rancho del Cañón de la Zorra, dieron como resultado la exposición más exitosa tanto en permanencia como en público, pues durante casi cuatro meses, fue visitada por más de 8 700 personas. Para efectos de este trabajo, la referencia a la exposición “El rancho: raíz de identidad” importa porque da cuenta que desde la perspectiva de la cultura local estamos muy lejos de la representación proveniente del turismo ecológico y cultural que ha tornado la cultura ranchera a la mínima expresión del *cowboy*. Una de las lecciones que dejó esta exposición es que la sociedad sudcaliforniana tiene la necesidad de ver reflejada su identidad. La gente añora ver cosas suyas, que se refieren a su pasado, a su vida, a su familia. En el imaginario colectivo sudcaliforniano, el rancho pervive en una suerte de idilio con un pasado que iconográficamente es muy atractivo.

Elinor Ostrom (Ostrom, 2000), desarrolló la idea de que dentro de ciertos grupos sociales es posible que exista la cooperación y responsabilidad colectiva sobre la explotación de los recursos naturales, en grupos de productores rurales e indígenas, que han desarrollado mecanismos e instituciones que no responden a la lógica privatizadora y del Estado, que les ha permitido desarrollar estrategias apegadas a su contexto histórico y que han resultado exitosas tanto para su reproducción social y económica como para salvaguardar el ambiente. Este es el caso de la sociedad ranchera y la importancia que tienen sus estrategias adaptativas y el aprovechamiento de la flora silvestre, que han sido clave para garantizar su permanencia en la ruralidad sudcaliforniana. Esta sociedad ranchera está hoy amenazada de extinción.

¹⁰ El montaje y la etnografía estuvieron a cargo del director del Centro de Artes, Tradiciones y Culturas Populares de Baja California Sur, José Guadalupe Ojeda Aguilar y del historiador José Ángel Avilés Mayoral. La realización museográfica, a cargo de Carlos Díaz Castro, con el apoyo de Karla Amao, quien se hizo cargo de la selección de materiales iconográficos. En esta exposición se incluyó, además, el primer mapa sonoro audio-grabado en más de cinco ranchos del Municipio de La Paz, que incluye sonidos de animales y el trajín de la vida cotidiana en un rancho.

Conclusiones

A lo largo de este capítulo hemos tratado caracterizar a la sociedad ranchera sudcaliforniana desde sus orígenes hasta la actualidad como fuente de identidad y de cultura en Baja California Sur. El aprovechamiento de la flora silvestre y las estrategias adaptativas desarrolladas por esta cultura ancestral les ha permitido persistir de manera ecológicamente sostenible por siglos en un entorno relativamente inhóspito por sus condiciones de aislamiento y aridez. Sin embargo, al igual que muchas otras culturas a lo ancho y largo de este mundo, está ahora amenazada por los cambios culturales y de carácter socioeconómico asociados al proceso de globalización económica. La escasa visibilización y valoración de estos modos de vida promueven la marginalización de las áreas rurales, que con escasa dotación en servicios públicos y con escasa oferta de empleo local se van, inexorablemente, despoblando. La pérdida de estas poblaciones pudiera resultar para muchos anecdótica, pero en realidad ésta es mucho más significativa. Con la pérdida de la sociedad ranchera y de las poblaciones de los oasis de Baja California Sur se pierde también todo un acervo de conocimiento local y ecológico, prácticas de manejo, así como instituciones locales o arreglos institucionales diseñados para la gestión de los recursos naturales. Al igual que ya es mundialmente aceptada la importancia de la conservación de la diversidad biológica, también lo es la conservación de la diversidad institucional para poder hacer frente a los desafíos que se avecinan con el proceso de cambio global. El envejecimiento de la sociedad rural y la inexistencia de reemplazo generacional tienen en jaque a esta cultura. El mantenimiento de ranchos y oasis requiere de trabajo humano. Con la población envejecida y la desarticulación del tejido social, la implementación de medidas de desarrollo rural puede caer en “saco roto”. La atención de las problemáticas específicas de estas localidades y poblaciones, y la mejora general de las condiciones de vida en las áreas rurales se perfilan como medidas urgentes para revalorizar y revitalizar estas poblaciones. Es posible que en esta línea, y considerando el fuerte arraigo de la población a sus comunidades y ranchos, esta mejora en las condiciones de vida pudiera traer de vuelta a familias emigradas, o a nuevas familias dispuestas a cambiar su estilo de vida, como está siendo cada vez más habitual a escala global con el contramovimiento de repoblación de las áreas rurales (en algunos casos propiciada por la crisis económica y financiera de la última década). Señalamos también como una necesidad caracterizar y profundizar en el uso específico de la flora silvestre por parte de la cultura ranchera sudcaliforniana para impedir de este modo la pérdida de este conocimiento ecológico local.

Agradecimientos

Este capítulo es producto de una investigación más amplia y de largo plazo centrada en los oasis de Baja California Sur, y especialmente en la región de las sierras de la Giganta y Guadalupe. Agradecemos en primer lugar a los comundeños (de San Miguel y San José de Comondú) por su participación en esta investigación a largo plazo y por su implicación en los talleres participativos. Por otro lado, agradecemos al técnico Christian Silva Bejarano del CIBNOR por su apoyo en trabajo de campo y en talleres participativos, así como a Yven Echevarría por su papel como facilitador en dichos talleres. A. Tenza fue apoyada durante la investigación en el oasis de Los Comondú y ranchos asociados con una beca pre-doctoral de la Generalitat Valenciana (España, BFPI/2009/085); por la Agencia Española de Cooperación Internacional al Desarrollo (AECID) con una beca para estancias en el extranjero (2010-2011); por la Secretaría de Relaciones Exteriores de México con una Beca para extranjeros (2014); por el Banco Santander con una Beca Iberoamericana Jóvenes Profesores e Investigadores y Alumnos de Doctorado (2015). Agradecer también al proyecto de ciencia básica liderado por M. Cariño “Conocimiento, valoración y desarrollo sustentable de los oasis Sudcalifornianos”, financiado SEP-Conacyt (Ref: CB-2008-01/98484); y al Proyecto Gobernanza de la Biodiversidad, caso de estudio piloto “Recuperación del agroecosistema tradicional Oasis de Los Comondú a través de la gobernanza local y el desarrollo endógeno”, financiado por GIZ-CONABIO; y al proyecto “Evaluación de vulnerabilidad ante el Cambio climático de los sistemas socioambientales tradicionales en los oasis de Baja California Sur”, financiado por Semarnat-Conacyt (Ref: SEMARNAT 249464), ambos liderados por A. Breceda.

Bibliografía

- Arriaga, L., y Cancino, J. (1992). Prácticas pecuarias y caracterización de especies forrajeras en la selva baja caducifolia. En A. Ortega. (ed.). *Uso y manejo de los recursos naturales en la Sierra de La Laguna*, B. C. S., (pp. 155-184). La Paz: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Arriaga, L., y Rodríguez-Estrella, R. (eds.). (1997). *Los oasis de la Península de Baja California*. La Paz: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Bendimez-Patterson, J. (1999). Antecedentes históricos de los indígenas de Baja California. *Estudios Fronterizos*, 5(14), 11-46.
- Breceda, A., Arriaga, L., y Maya, Y. (1992). Recursos Maderables de la Selva Baja Caducifolia y de la Vegetación de Cañada. En A. Ortega (ed.). *Uso y Manejo de los Recursos Naturales en la Sierra de la Laguna*, B. C. S. (pp. 205-229). La Paz: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Cariño, M. (1996). *Historia de las relaciones hombre naturaleza en Baja California Sur 1500-1940*. México: UABCS, SEP, FOMES.
- Cariño, M. (2001). La oasisidad, núcleo de la cultura sudcaliforniana. *Gaceta Ecológica. INE-SEMARNAT*, 60, 57-69.
- Cariño, M. (2014). Oasisidad: identidad geográfica sudcaliforniana y expresión local de la sustentabilidad. En M. Cariño y A. Ortega (eds.). *Oasis sudcalifornianos: para un rescate de la sustentabilidad local*, (pp. 73-106). Granada: Universidad de Granada.
- Cariño, M., Castorena, L., y Rodríguez-Tomp, R. E. (2017). Patrimonio cultural rancharo de las sierras La Giganta y Guadalupe, BCS, México. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 3(1), 9-36.

- Carton de Grammont, H. (2009). La desagrarización del campo mexicano. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, 16(50), 13-55.
- Castorena, L. (2003). *Sudcalifornia: El rostro de una identidad*. México: Castellanos Editores, Instituto Sudcaliforniano de Cultura.
- Castorena, L., y Breceda, A. (2008). *Remontando el Cañón de la Zorra. Ranchos y rancheros de la Sierra La Laguna*. La Paz: Gobierno del Estado de Baja California Sur.
- Castorena, L., y Martínez, A. (2013). Entre el éxodo y la perseverancia. Patrones socioculturales en la dinámica sociodemográfica del Oasis de Los Comondú, 1950-2010. En M. Cariño, A. Breceda, A. Ortega y L. Castorena (eds.). *Evocando al Edén: Conocimiento, valoración y problemática del oasis de Los Comondú*, (pp. 411-438). Barcelona: Icaria
- Chakravarty-Kaul, M. (1998). Transhumance and customary pastoral right in Himachal Pradesh: Claiming the high pastures for Gaddis. *Mountain Research and Development*, (18), 5-17.
- Crosby, H. (1992). *Los últimos californios*. La Paz: Gobierno del Estado de Baja California Sur.
- Dimayuga, R. E. (1996). *Medicina tradicional y popular de Baja California Sur*. La Paz: SEP, UABCS.
- Giménez, G. (2009). *Identidades sociales*. México: Conaculta, Instituto Mexiquense de Cultura.
- Harding, G. (1968). The tragedy of commons. *Science*, 162(3859), 1243-1248.
- Hornborg, A. (2001). La ecología como semiótica. Esbozo de un paradigma contextualista para la ecología humana. En Ph. Descola y G. Pálsson. *Naturaleza y sociedad. Perspectivas antropológicas*, (pp. 60-79). México: Siglo XXI.
- Ibarra-Flores, F., Martín, M., Denogean, F., y Moreno, S. (2009). Aplique en el rancho técnicas de rotación de potreros. *Rancho, la revista del ganadero*, (36), 18-21.
- Kassahun, A., Snyman, H. A., y Smit, G. N. (2008). Impact of rangeland degradation on the pastoral production systems, livelihoods and perceptions of the Somali pastoralists in Eastern Ethiopia. *Journal of Arid Environments*, (72), 1265-1281.
- León de la Luz, J. L., Domínguez-Cadena, R., Domínguez-León, M., y Coria-Benet, R. C. (2014). *Flora iconográfica de Baja California Sur 2*. México: CIBNOR.
- Martínez-Balboa, A. (1981). *La ganadería en Baja California Sur*. La Paz: Gobierno del Estado de Baja California Sur.
- Mathes, M. (1978). *Cortés en California 1535*. Mexicali: UABC.
- Mwangi, E. (2003). *Institutional change and politics: The transformation of property rights in Kenya's Maasailand*. Tesis de doctorado. Indiana University.
- Ostrom, E. (2000). *El gobierno de los bienes comunes: la evolución de las instituciones de acción colectiva*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Piña, P. F. (1993). *Catálogo de plantas útiles de Baja California Sur* (Folleto Técnico N° 2. SARH-INIFAP. CIRNO. Campo Experimental "Todos Santos"). La Paz.
- Rebman, J. P., y Roberts, N. (2012). *Baja California Plant Field Guide*. San Diego: Natural History Museum, Sunbelt Publications.
- Reyes, T. C., y Acosta-Neri, I. (2014). La desagrarización del campo mexicano. Un equívoco de las ciencias sociales. *Antropología*, (97), 67-81.
- Ritter, E. (1998). Investigations of Prehistoric Behavioral Ecology and Culture Change within the Bahía de los Angeles Region, Baja California. *Pacific Coast Archaeological Society Quarterly*, 34(3), 9-44.
- Ruiz, M., y Ruiz, J. P. (1986). Ecological history of transhumance in Spain. *Biological Conservation*, 37(1), 73-86.
- Serra, R., y Fuentes, M. D. (1987). Panorama estadístico de los asentamientos dominicos en Baja California 1797-1812. *Los dominicos y el nuevo mundo. Actas del primer congreso internacional (Sevilla 21-25 abril 1987)*, (pp. 537-555). Madrid: Décimos.
- Service, E. R. (1962). *Primitive social organization: an evolutionary perspective*. Nueva York: Random House.
- Tenza, A., Giménez, A., Pérez, I., Domínguez, W., Yee, S., y Martínez-Fernández, J. (2011). Sistema de rancherías en Baja California Sur: Aproximación cualitativa a la dinámica de los ranchos de Los Comondú frente a perturbaciones externas. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, (33), 137-142.
- Tenza, A., Giménez, A., Pérez, I., Domínguez, W., Yee, S., Martínez-Fernández, J., Wurl, J., Cariño, M., y Conway, F. J. (2013a). La dinámica del sistema de rancherías de la cuenca de Comondú. En M. Cariño, A. Breceda, A. Ortega y L. Castorena (eds.) *Evocando al Edén: Conocimiento, valoración y problemática del oasis de Los Comondú*, (pp. 391-406). Barcelona: Icaria.

Tenza, A., Pérez, I., Martínez-Fernández, J., Conway, F., Cariño, M., Castorena, L., Breceda, A., y Giménez, A. (2013b). Estructura y funcionamiento dinámico del oasis. En M. Cariño, A. Breceda, A. Ortega y L. Castorena (eds.). *Evocando al Edén: Conocimiento, valoración y problemática del oasis de Los Comondú* (pp. 33-55). Barcelona: Icaria.

Tenza, A., Pérez, I., Martínez-Fernández, J., y Giménez, A. (2017). Understanding the decline

and resilience loss of a long-lived social-ecological system: insights from system dynamics. *Ecology and Society*, 22(2), 15.

Trejo-Barajas, D. (2007). La colonización civil, 1748-1878. En M. Cariño y L. Castorena. *Sudcalifornia de sus orígenes a nuestros días*, (pp. 117-144). La Paz: Gobierno del Estado de Baja California Sur, UABCS.

Wiggins, I. L. (1980). *Flora of Baja California*. Stanford: Stanford University Press.



Figura 1A. Fotografía de un oasis sin modificación del lecho de arroyo, caracterizado por la presencia de palma washingtoniana, cuerpos de agua y suelos rocosos (Fotografía: San Francisco de la Sierra, Baja California Sur, A. Tenza, tomada en 2015).



Figura 1B. Fotografía de un oasis transformado y en producción, caracterizado por la presencia de palma datilera, suelos profundos y fértiles, estratificación de cultivos (p.ej.: palma datilera y árboles frutales al margen, vid en la parte central) y canalización de agua en acequias para el riego (Fotografía: San Miguel de Comondú, Baja California Sur, A. Tenza, 2014).

Tabla 1. Listado de especies de flora silvestre y su uso por la cultura ranchera sudcaliforniana

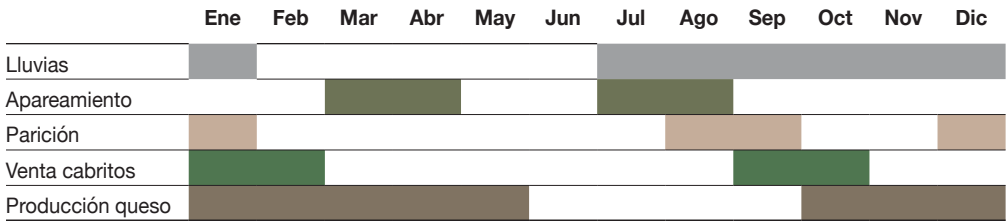
Especie	Usos
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Forraje y taninos
<i>Acacia peninsularis</i> (Britt. et Rose) Standley	Leña y postes
<i>Acalypha californica</i> Benth.	Forraje
<i>Acalypha comonduana</i> Millsp.	Forraje
<i>Adelia virgata</i> Brandegeee	Leña, postes y varas
<i>Agave aurea</i> Brandegeee	Uso alimenticio (solo consumido por los indígenas)
<i>Ambrosia confertiflora</i> DC	Medicinal
<i>Anemopsis californica</i> Hook et Arn.	Medicinal
<i>Arracacia brandegeei</i> Coulter et Rose	Medicinal
<i>Arundo donax</i> L.	Construcción
<i>Atriplex canescens</i> (Pursh) Nutt.	Forraje
<i>Bebbia atriplicifolia</i> (A. Gray) Greene	Forraje
<i>Bursera epinnata</i> (Rose) Engler	Aromática y ornamental
<i>Bursera microphylla</i> Gray	Cercos vivos
<i>Bursera odorata</i> Brandegeee	Curtiduría y medicinal
<i>Caesalpinia californica</i> (A. Gray) Standl.	Forraje
<i>Caesalpinia pannosa</i> Brandegeee	Forraje
<i>Chamaesyce polycarpa</i> (Benth.) Millsp.	Medicinal
<i>Chenopodium murale</i> L.	Forraje
<i>Cylindropuntia cholla</i> Weber	Comestible y forraje
<i>Ebenopsis confinis</i> (Stand.) Barneby et Grimes	Uso indígena
<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers.	Medicinal
<i>Ferocactus peninsulæ</i> (F.A.C. Weber) Britton et Rose	Comestible y forraje
<i>Ferocactus townsendianus</i> Britton et Rose	Comestible y forraje
<i>Fouquieria diguetii</i> (Van Tieghem) I. M. Jhtn.	Ornamental
<i>Heliotropium procumbens</i> Mill.	Medicinal
<i>Jatropha cinerea</i> (C.G. Ortega) Muell. Arg	Colorante y medicinal
<i>Jatropha cuneata</i> Wiggins et Rollins	Uso indígena

CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA

Especie	Usos
<i>Jatropha vernicosa</i> Brandegee	Medicinal
<i>Juncus mexicanus</i> Willd.	Artesanía
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Forraje
<i>Lophocereus schottii</i> (Engem.) Britton et Rose	Comestible y medicinal
<i>Lysiloma candida</i> Brandegee	Curtiduría
<i>Melochia tormentosa</i> L.	Forraje
<i>Mimosa brandegeei</i> B.I. Rob	Forraje
<i>Muhlenbergia microsperma</i> (DC.) Kunth.	Forraje
<i>Opuntia bravoana</i> Baxter	Comestible
<i>Opuntia tapon</i> Engelm.	Comestible
<i>Pachycereus pringlei</i> (S. Wats) Britt. et Rose	Construcción
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Medicinal
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz et Pavón ex Hook.) A. Hawkins	Producción de brea
<i>Peniocereus johnstonii</i> Britt. et Rose	Medicinal
<i>Pennisetum villosum</i> R. Br. ex Fresen	Forraje
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Comestible y construcción
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Comestible y leña
<i>Prosopis articulata</i> S. Wats	Combustible y forraje
<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	Combustible y forraje
<i>Prosopis palmeri</i> S. Wats	Combustible y forraje
<i>Stegnosperma halimifolium</i> Benth.	Jabón
<i>Stenocereus gummosus</i> (Engelm.) Gibson et Horak	Comestible
<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxbaum	Comestible
<i>Typha dominguensis</i> Pers.	Artesanía
<i>Vallesia glabra</i> (Cav.) Link	Medicinal
<i>Vitis peninsularis</i> M.E. Jones	Comestible
<i>Washingtonia robusta</i> Wendl.	Construcción

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Planeación de las actividades en el rancho en función de las precipitaciones



Fuente: elaboración propia.

2.7 El control del agua en las terrazas agrícolas del Altiplano Central mexicano

José Manuel Pérez Sánchez¹

Alba González Jácome²

Correo correspondencia: jmeps9@hotmail.com

Resumen

Las terrazas son sistemas agroforestales antiguos, construidas artificialmente para modelar los suelos con inclinaciones naturales y para controlar los procesos erosivos. Son consideradas como terraplenes de tierra, combinan bordos y zanjas, pueden construirse siguiendo las curvas de nivel, en dirección perpendicular a la pendiente del terreno. Pueden también tener la función de retener el agua de lluvia, para lo cual se asocian con sistemas como los depósitos naturales (jagüeyes), o depósitos construidos artificialmente. Desde estos depósitos se puede derivar el agua tanto para fines domésticos como de irrigación.

El exceso de agua es controlado mediante dichos canales y depósitos, que permiten desviar el agua hacia otros canales o barrancas aledañas. En este capítulo presentamos algunos aspectos relacionados con la tecnología para el control del agua de lluvia en dos paisajes de terrazas: el valle de Toluca y el Bloque Tlaxcala. Se realizó una revisión de

¹ Facultad de Antropología, Universidad Autónoma del Estado de México

² Universidad Iberoamericana; Centros Regionales, Universidad Autónoma Chapingo

la literatura, trabajo de campo etnográfico y se hicieron varios recorridos de área para registrar las técnicas de control del agua en las dos áreas citadas.

En el valle de Toluca se identificaron sitios con construcciones de terrazas agrícolas donde el agua de lluvia se controla mediante canales. En el Bloque Tlaxcala, además de las zanjas, se identificaron otras técnicas como la construcción de depósitos conocidos localmente como cajetes y como jagüeyes (depósitos naturales o artificiales). La tecnología agrícola en las terrazas de Toluca y Tlaxcala es muestra de la complejidad para el control del agua de lluvia y conservación del sistema agrícola. Las terrazas son una opción para implementar estrategias de control del suelo y agua en zonas deforestadas o erosionadas.

Palabras clave: metepantles, canales, cajetes, jagüeyes, agua

Abstract

Terraces are ancient agroforestry systems built to control erosive processes. They are considered earth embankments, they combine edges and ditches constructed perpendicular to the slope of the ground. They can be used for rainwater harvesting using natural ("jagüeyes") or built-artificial cisterns for domestic or agricultural use.

The excess of water is controlled by channel and reservoir techniques to retain and divert the water to neighboring canals or canyons. The technology for the control of rainwater by farmers is presented in two landscapes of terraces: Toluca Valley and the Bloque de Tlaxcala. Literature review, ethnographic fieldwork and site surveys were done for the recording of rainwater control techniques. In the Toluca Valley, sites with agricultural terraces were identified where rainwater is controlled by channels. In Tlaxcala in addition to the ditches other techniques were identified such as the casings and jagüeyes (natural or artificial deposits). The agricultural technology in the terraces of Toluca and Tlaxcala shows the complexity for the control of rainwater and conservation of the agricultural system. Agricultural terraces are an option for soil and water control strategies in deforested or eroded areas.

Keywords: metepantles, channels, casings, jagüeyes, water

Introducción

Las terrazas constituyen uno de los sistemas agrícolas más extendidos por el planeta, cuyos orígenes se remontan a la Antigüedad. Las zonas con terrazas más famosas del mundo son las que se encuentran en el poblado de Banaue, localizado en la provincia de Ifugao, en las Filipinas, donde se cultiva arroz. Desde 1995 han sido declaradas como parte del Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO ([UNESCO.org/es/list/722](http://unesco.org/es/list/722)). Al parecer fueron construidas hace más de dos mil años por la tribu ifugao, aunque estudios

arqueológicos recientes del *Proyecto Arqueológico Ifugao* (IAP) consideran que su antigüedad es más tardía y coincide con la llegada de los españoles al norte de las Filipinas (Acabado et al. 2017).

A pesar de su importancia mundial, en 2001 las terrazas de Ifugao se declararon en peligro de extinción por abandono de los agricultores. Este fue causado por varios problemas, siendo uno de los más importantes la falta de agua en el sistema; además de que las generaciones jóvenes han preferido el cambio de actividad económica, abandonando la agrícola por la hotelera, añadiendo a esto la pérdida de fertilidad de los suelos y los precios para el arroz que se pagan a los pequeños productores. El sistema de irrigación que nutre las terrazas también es de origen antiguo y nace en los manantiales en la selva subtropical, por arriba de las terrazas, cuya altitud promedio es de 1 500 msnm. Estas terrazas se crearon combinándolas con altos muros para la retención del agua y su integración mediante canales, lo cual generó un paisaje intensivo que era sustentable (Conklin, 1980; Dove, 1983).

En México, los sistemas agrícolas tradicionales son, por lo general, de origen antiguo, incluyendo la milpa, los huertos, las chinampas, las variantes del sistema de roza, tumba y quema, además de las terrazas. Estos sistemas son un ejemplo de la relación y los ajustes sociales y culturales entre sociedad y naturaleza que están estrechamente articulados con los elementos del ambiente y el clima. Se caracterizan por la diversidad de plantas comestibles, fauna silvestre, técnicas agrícolas y tecnología para el trabajo, la organización social de las unidades domésticas, la cultura alimenticia, las ceremonias y rituales relacionados con los cultivos y la cosmovisión de los campesinos, que por varias generaciones se han desarrollado.

En México hay terrazas de riego y de temporal. Los campesinos que practican sistemas agrícolas tradicionales de temporal se enfrentan cada ciclo agrícola a la falta de agua, a su abundancia, exceso, o a los cambios en el inicio y final de las lluvias. Es decir, dependen de la disponibilidad del líquido vital para el desarrollo de sus cultivos y la conservación del ambiente. En paisajes aterrazados en diferentes regiones del país, los campesinos han creado verdaderas obras de ingeniería hidráulica para manejar y controlar el agua de lluvia por medio de una tecnología particular que no solo incluye terrazas, sino otros elementos de suma importancia como muros de contención, canales, depósitos de agua, y bordos de tierra sin los cuales no sería posible la permanencia del sistema de terrazas. Es decir, los agricultores han desarrollado un conocimiento agrícola tradicional, producto de su experiencia y de una serie de manejos que permiten el funcionamiento del sistema de acuerdo con la altitud, la inclinación y las características de los suelos, el ambiente y el clima.

Hay terrazas que se encuentran en procesos de extinción y otras que son de reciente creación, como ocurre –por ejemplo– en el estado de Tlaxcala, donde en la región de los Llanos de Apam están desapareciendo, como producto de la actividad humana, mientras que en la región conocida como Bloque Tlaxcala se abren nuevas terrazas para el cultivo de frutales cuyo destino es comercial (González, 2013).

Las terrazas son uno de los elementos culturales importantes para el desarrollo de las culturas prehispánicas de Mesoamérica. Se les encuentra desde el noroeste hasta el sur/sureste del país. Por ejemplo, en el Altiplano Central, en el caso de Tlaxcala, la antigüedad del sistema data desde 1700 a. C. y se utilizaban para nivelar los terrenos de cerros y altozanos y construir las casas-habitación de los antiguos pobladores. Con el paso de los años se fueron agregando otros elementos como canales y depósitos de agua (García Cook, 1986 y 2014; González, 2016a y 2016b).

Los depósitos de agua, conocidos localmente como jagüeyes, eran receptáculos para retener agua de lluvias: podían ser oquedades de origen natural, agrandadas y recubiertas con argamasa para evitar la pérdida del líquido. El agua tenía como destino cubrir las necesidades domésticas e irrigar mediante canales los campos de cultivo. Durante el virreinato, sus usos se extendieron para ser también abrevaderos para el ganado vacuno, lanar y caballar. En la actualidad encontramos que muchos de ellos se han cerrado para construir sobre el terreno ya nivelado instalaciones, o simplemente incrementar los terrenos de cultivo. En otras ocasiones se han reconstruido y se recubren con membranas plásticas que evitan la absorción del agua en el subsuelo (González, 2016b).

Las terrazas antiguas de Tlaxcala han variado a través del tiempo. Para el 1000 a. C. en el Formativo o Preclásico Medio, en la fase cultural denominada por García Cook (2014) como Tlatempa, en Tlaxcala se ampliaron las superficies destinadas a las terrazas de cultivo, se agradaron los canales de desagüe, los diques y represas que controlaban el agua y la erosión de los suelos. Estos procesos corresponden con incrementos de población, aumento en el número de aldeas y villas, además de que el intercambio comercial dentro y fuera de la región adquiere mayor importancia (González, 2016b).

La complejidad tecnológica de las terrazas agrícolas implica el conocimiento del ambiente, del paisaje y de aquello que son considerados como recursos naturales y que los campesinos han acumulado a través del tiempo, para mantener este sistema agrícola. Por ello, la pregunta que guió este capítulo es ¿cuáles son las estrategias tecnológicas que los campesinos han desarrollado para el control del agua en paisajes cuya vocación agrícola es de temporal?

Las terrazas agrícolas y el agua

Las terrazas agrícolas son uno de los sistemas más antiguos de México, según las evidencias reportadas por los arqueólogos en Tlaxcala, Toluca, la cuenca de México, Oaxaca, el área maya y Teotihuacán, entre otros (García Cook, 1986 y 2014; Palerm y Wolf, 1972; Smith, 2006; Pérez Rodríguez, 2006; Turner II, 1981; Dunning y Beach, 1994). Los paisajes aterrazados se distribuyen en diferentes lugares de México: norte, centro, sur y sureste (Donkin, 1979). Estudios recientes en Veracruz, Jalisco, Hidalgo, Toluca y Oaxaca, investigan sobre la clasificación de suelos de laderas (Uribe et al. 2000), acerca

de la asociación de éstos con estructuras habitacionales y restos de cerámica (Mountjoy et al. 2014), la caracterización estructural de bordos y terrazas (Zuria y Cervantes 2008; Pérez y Juan, 2016), o la terraza como una estrategia adaptativa y resiliente en diferentes periodos históricos para la producción de alimentos.

Las terrazas agrícolas son consideradas como una técnica para la conservación del agua y la humedad, y para controlar la erosión del suelo y mantener su fertilidad (Donkin, 1979; García Cook, 1986; González, 1992, 2016a y 2016b). Las terrazas se incluyen en el sistema intensivo de secano y se asocian con el sistema de humedad debido a que captan suficiente agua para mantener la humedad del terreno de cultivo (Palerm, 2008). No así en Baja California Sur, donde las terrazas se construyeron en la zona de humedal (oasis) (Cariño y Castillo, 2017). Las terrazas se encuentran en zonas con climas áridos y semiáridos con temperaturas templadas y cálidas por lo que su asociación a determinados elementos climáticos, como la temperatura y precipitación, es importante.

Las áreas con terrazas llegan a tener una estación seca hasta por cinco meses o más con una precipitación media anual de 900 mm o menos. El factor clima es de suma importancia porque considera cierta disponibilidad de agua para la humedad del suelo y los cultivos, lo que implica ciertos tipos de manejos del suelo (canales para riego, jagüeyes, zanjas) y vegetación para controlar la humedad de las terrazas (González, 1992, 1993 y 2016a). Este sistema fue importante para el desarrollo de las grandes culturas prehispánicas de México, como aquellas con altas densidades de población y centros urbanos en la cuenca de México y Oaxaca (Palerm y Wolf, 1972; Pérez Rodríguez, 2006). La relevancia del sistema se debe a que las terrazas enfrentan el problema de escasez de agua y humedad, sobre todo en paisajes con orografías complejas, como en el caso de Tlaxcala (González, 1992, 1993 y 2016a).

Las sociedades antiguas crearon sistemas para retener, controlar y conducir el agua hacia las parcelas de cultivo o fuera de éstas. Por ejemplo, en el Altiplano Central la antigüedad de las terrazas datan desde el 1700 a. C. al 1600 a. C., algunas siguieron funcionando con fechas posteriores al siglo XVI, y aun otras persisten en la actualidad (González, 2016a). En Oaxaca, en el cerro Jazmín, la antigüedad de las terrazas, su relación con áreas habitacionales y su importancia para el desarrollo de los primeros asentamientos urbanos se han fechado desde el Preclásico Tardío, hacia el 300 a. C. (Pérez Rodríguez, 2015).

R. A. Donkin (1979) considera que las terrazas antiguas representaron una enorme inversión de tiempo, energía, destreza e imaginación para su construcción, cuyos propósitos son nivelar superficies para cultivo, controlar la erosión del suelo y mantener su humedad. Las terrazas están articuladas a diversos cultivos, siendo el maíz en el Altiplano Central uno de los más importantes; destacan el maíz criollo: blanco y azul. En Tlaxcala, Toluca e Hidalgo, el maguey (*Agave spp.*) es una de las plantas predominantemente cultivadas en las terrazas (González, 2016a; Pérez Sánchez, 2014; Pérez y Juan, 2016; Zuria y Cervantes, 2008), junto con los nopales (*Opuntia*) y cultivos frutales (capulín, nogal,

tejocote, pera). En distintos lugares del valle de Toluca como Ocoyoacac, Lerma y Toluca, además de maíz y maguey se ha documentado la presencia de árboles frutales como capulín, tejocote, manzana, durazno (Pérez y Juan, 2013).

Como parte del sistema de terrazas se han identificado diversos componentes. Larry Patrick (1977), en un estudio sobre terrazas en Tlaxcala considera que los componentes significativos del sistema son: bordo de contención (altura, ancho y longitud), magueyes en el bordo y la superficie de cultivo. J. M. Pérez (2014), considera como elementos el muro de contención, los canales, el terreno de cultivo (inclinación, superficie) y la vegetación en los linderos (árboles, plantas silvestres), así como los cultivos. Además de lo anterior, los elementos ambientales, la organización social, la tecnología agrícola, la cultura de los campesinos y su interrelación con procesos demográficos como la migración y la emigración complementan y explican los componentes del sistema agrícola.

Por medio de una red de canales y zanjas, además de los depósitos de agua, es posible captar y retener agua de lluvia y humedad en los canales. Para esto, se excava en tierra aladaña a los bordos donde se encuentran sembrados magueyes (*Agave*), nopales (*Opuntia*) y distintos árboles frutales, de sombra o rompevientos. Por su parte, en la superficie de cultivo se siembra maíz, aunque en el siglo XIX, en la región de Apam y el Bloque Tlaxcala, esta superficie se destinaba al cultivo de trigo y cebada, de tal manera que los bordos con los magueyes producían pulque y las superficies de cultivo se destinaban a los granos. Estas terrazas o semiterrazas eran conocidas como bancales y también carecían de irrigación. Sin embargo, a pesar de ser de temporal, las cosechas obtenidas y el pulque dieron prosperidad a la región conocida como los Llanos de Apam, que comprendía el estado de Hidalgo y una zona amplia en Tlaxcala (González 2016a).

El agua de lluvia riega la superficie del terreno de cultivo, aunque en casos de fuertes aguaceros las gotas que lo golpean fuertemente pueden erosionar la superficie, razón por la cual las terrazas están asociadas con canales construidos en sentido vertical a la pendiente del terreno. Estos canales permiten controlar el flujo de agua desde la superficie de cultivo y lo conducen al exterior de la terraza para desalojar su exceso y permitir la infiltración del agua; también retienen el suelo, que luego se deposita de nuevo en la plataforma de las terrazas (González, 1992 y 1993; Martínez et al. 1999).

El control del agua en las terrazas del valle de Toluca

Las terrazas son un sistema agrícola complejo. Además de caracterizarse por elementos arquitectónicos, agrícolas, faunísticos y vegetación, son una obra de ingeniería hidráulica que los campesinos han elaborado a través del tiempo. En el valle de Toluca se ha documentado la existencia de dos tipos de terrazas: las que tienen un muro de contención

con rocas y una superficie de cultivo, y los “metepantles” con borde de tierra y diferente tipo de vegetación (Frederik y Borejsza, 2006; Pérez y Juan, 2013). Los sitios donde se han identificado estos tipos de terrazas son: la Sierra de las Cruces (la zona otomí de Temoaya, Oztolotepec y Lerma, Ocoyoacac, Santiago Tianguistenco, Xalatlaco), Santa María Jalpa, las laderas este y norte del volcán Nevado de Toluca (Tenango del Valle, Calimaya, Tlacotepec, Zinacantepec), Santa María del Monte, y el complejo orográfico Parque Estatal Sierra Morelos (Pérez y Juan, 2013).

Al norte de la ciudad de Toluca se ubica el Parque Estatal Sierra Morelos (Mapa 1) cuya superficie es de 1 255.09 ha y se extiende longitudinalmente de oriente a poniente. La altitud del parque asciende a los 2 630 msnm y llega hasta los 3 040 msnm, en la cima del cerro la Teresona. El complejo orográfico limita al sur y al este con la ciudad de Toluca y las localidades urbanas de Santiago Miltepec, Santa Cruz Atzacapotzaltongo, Calixtlahuaca, San Marcos Yachihualcaltepec, Santiago Tlaxomulco, Tecaxic, San Mateo Oxtotitlán; además de barrios y colonias de la misma ciudad, algunos de los cuales se asientan en laderas de cerros y declives del mismo complejo. En el Sierra Morelos existen diversas áreas donde se han identificado terrazas agrícolas, destacando el cerro Tenismo en Calixtlahuaca, Santiago Tlaxomulco y San Mateo Oxtotitlán.

Las terrazas en el cerro Tenismo de Calixtlahuaca se componen de los siguientes elementos: muros de contención construidos con roca o tierra, canales de desagüe, superficie de cultivo y vegetación. Para el control del agua de lluvia se han construido canales junto a la base del muro de contención. Pérez y Juan (2016) describieron el sistema en las laderas media y alta del cerro Tenismo, en seis identificaron canales de desagüe en la base de los muros, los cuales están ubicados entre el muro o borde de contención y el área de cultivo (Foto 1). La función de los canales es retener humedad, contener materia orgánica y desviar el exceso de agua hacia los extremos o barrancas durante la estación de lluvias.

Debido a que los campesinos han dejado de cultivar la mayoría de las terrazas, la superficie de cultivo, muros y canales están cubiertos con pasto, plantas silvestres y tierra, lo que dificulta saber si las terrazas tienen canales, a menos que la observación sea minuciosa. De acuerdo con estudios previos en el cerro Tenismo (Frederik y Borejsza, 2006; Pérez y Juan, 2016), las terrazas de la ladera media y alta tienen canales de desagüe, los cuales se han azolvado y eso da la impresión de que no los hay. El agua de lluvia que captan las terrazas del cerro Tenismo se conduce por gravedad mediante canales de desagüe a los extremos de las terrazas, los cuales se conectan a barrancas o zanjas y conducen el agua a la ladera baja o la superficie de cultivos de las terrazas. Lo anterior permite que las terrazas que se cultivan tengan cierta cantidad de humedad.

Los canales de agua tienen diferentes características. Hay canales que están construidos en tierra y otros que, al parecer, estuvieron construidos con rocas debido a su presencia a lo largo de éstos. Los canales tienen diferente tamaño dependiendo el largo

de la terraza, hay canales cuya longitud oscila entre los 30 y 90 m por entre 1.0 a 1.5 m de ancho. La presencia de canales evita que el suelo agrícola se erosione y el derrumbe del muro de contención ante el impacto del agua.

Otro caso de ingeniería hidráulica son las terrazas de Santiago Tlaxomulco. En la ladera este del cerro La Teresona, los campesinos llaman *cercados* a las terrazas. A diferencia de las terrazas del cerro Tenismo, las de Tlaxomulco tienen muros de contención de rocas a lo largo y extremos del terreno de cultivo. Este tipo de terrazas tiene “caños” o canales de desagüe a lo largo de la base del muro de contención y están contruidos con rocas y tierra. A lo largo del canal se colocan “retranques” o rocas a nivel del piso de canal cada dos o tres metros para evitar que el agua de lluvia arrastre la tierra y deslave el canal. Los “caños” se conectan a otros canales secundarios de menor tamaño permitiendo que el agua, por la acción de la gravedad, sea conducida a las partes bajas de la ladera.

El control del agua en las terrazas de Tlaxcala

Tlaxcala es una de las entidades donde se han estudiado los sistemas de terrazas bajo diferentes perspectivas como la arqueología, la historia, la geografía cultural, la agroecología, la ecología cultural y la antropología social. Estos estudios analizan cómo los campesinos han adaptado las terrazas a las condiciones ambientales locales y regionales, tanto en las laderas del volcán Matlalcuéyetl, como en el Bloque Tlaxcala y en pendientes y laderas de los Llanos de Apam (Mapa 2). Hay terrazas en toda la entidad debido a que su superficie montañosa, con orografías complejas, abarca más del 40% de su superficie total (González, 2016a).

Algunas terrazas son de origen prehispánico y otras, en las pendientes y lomeríos de la región de los Llanos de Apam, fueron contruidas en el siglo XIX para sembrar en ellas dos importantes productos comerciales: *Agave* pulquero y trigo. El destino comercial del pulque y el trigo eran la ciudad de México y el puerto de Veracruz, y fueron las llamadas “haciendas pulqueras” las unidades de producción de estos dos importantes cultivos. Actualmente están desapareciendo porque después del reparto agrario las haciendas fueron fragmentadas. Los nuevos propietarios expanden sus terrenos e introducen maquinaria agrícola mediante el nivelado de los suelos, lo que ha destruido los bordos donde se cultivaban los magueyales (González, 2013).

Los ajustes que se dan entre las terrazas y el ambiente donde se localizan son en gran parte sociales y culturales. Dicha adaptación se relaciona con el manejo del suelo, el control del agua, la vegetación y la diversidad de cultivos; así como la antigüedad y su evolución en diferentes periodos históricos, la organización social y la cultura (conocimiento agrícola tradicional). Las terrazas agrícolas dan muestra de un adecuado manejo

de suelo y control del agua para el desarrollo de cultivos locales, la conservación de los suelos, de la biodiversidad y el manejo del paisaje agrícola.

Las terrazas agrícolas en el Bloque Tlaxcala son de dos tipos. El primer tipo se caracteriza por las plataformas escalonadas con cierta inclinación, muro o peralte y un canal continuo dividido en secciones; el muro varía en altura, puede ser recto o inclinado y soporta el suelo mediante árboles frutales y magueyes. El segundo tipo son los metepantles, que son una hilera de magueyes sembrados sobre bordos de tierra, que separan terrenos o semiterrazas (bancales) que se caracterizan por un bordo de tierra en cuya cima hay sembrados magueyes pulqueros (*Agave salmiana*) (Gonzalez 1992, 1993 y 2016a). Un metepantle es un tipo de terraza, un sistema agrícola local cuyos componentes son un bordo o muro de contención donde se cultivan maíz, cebada, árboles frutales, maderables, y magueyes. Su función es retener el suelo y evitar la erosión del suelo; los árboles evitan que los cultivos sean golpeados por el viento; los canales captan el agua de lluvia y aportan humedad al terreno, y acumulan materia orgánica para conformar suelo agrícola (González, 1992; Patrick, 1977; Pérez, 2014)

Los componentes para el manejo del suelo y agua en las terrazas de Tlaxcala son tres: canales de varios tipos y capacidad, cajetes o estribos y depósitos de agua (jagüeyes, represas). Los tres elementos para el manejo y control del agua de lluvia están interconectados, por lo que pueden ser considerados como un sistema hidráulico que durante la época de lluvias entra en funcionamiento. El agua retenida en los depósitos dura varios meses y su destino ha sido el uso domiciliario y doméstico, la irrigación de sistemas de cultivo como las terrazas, huertos y milpas, o su utilización como abrevaderos para el ganado.

Canales y canaletas

En la base y a lo largo de los bordos de contención se ubican los canales, cuyas dimensiones (largo, ancho y profundidad) dependen del tamaño de las terrazas. Los canales son excavados en tierra y pueden estar conectados, o no, a otros canales secundarios (canaletas), a los extremos de la terraza, o directamente a las barrancas o barranquillas, para el desagüe del exceso de agua en la estación lluviosa. Los canales pueden estar divididos por medio de muros o *estribos*, que cortan el canal en secciones y descienden en forma escalonada a lo largo del canal. Sus dimensiones están en función del largo y ancho de los canales y de la cantidad de agua que retienen, o desalojan, cada temporada anual de lluvias (Pérez Sánchez, 2014; González, 1992, 1993, 2016a y 2016b).

Cajetes

Los cajetes o estribos son depósitos excavados en suelos de tepetate y tienen forma de paralelepípedo (tanques de agua) (Foto 2). Permiten controlar la velocidad del agua evitando

el derrumbe del canal, conformando pequeños pantanos donde se acumulan tierra y desechos de plantas y animales. Su función es captar agua de lluvia, limo y materia orgánica. Se ubican en la base del bordo, en los extremos de los metepantles y en algunos de los canales del sistema. La profundidad y longitud de los cajetes está en función de la inclinación del terreno, el tipo de suelo y el interés del campesino en obtener cierta cantidad de tierra o materia orgánica que luego se depositará en el terreno de cultivo ya sea para recuperar suelo o para fertilizarlos (Bilbao, 1979; Pérez, 2014; González, 1992, 1993 y 2016a).

Los depósitos de agua o jagüeyes

Se construyen en suelos duripanes (de tepetate) que por su dureza impiden la filtración de agua al subsuelo. Son de varias formas, predominando la semicircular. El suelo que se obtiene del desasolve se coloca en las orillas del jagüey y forma bordos de tierra en los que se contiene flora como sabino, maguey, nopal, pasto y vegetación ruderal. Los jagüeyes contienen agua en la estación seca, lo que permite a los campesinos tener agua para que el ganado pueda abrevar. Hacia la década de los setenta la gente de Cuaxonacayo, en la región del Bloque Tlaxcala, usaba el agua para las labores domésticas, como lavar ropa. Actualmente los campesinos emplean los jagüeyes solo como abrevaderos para el ganado. En algunos jagüeyes el agua de lluvia es canalizada desde los metepantles hacia los depósitos. Cuando el jagüey excede el límite de su capacidad, el agua fluye por un vertedor fuera del depósito (Foto 3).

Los canales, cajetes y jagüeyes tienen diferentes funciones como las descritas por González (2016a, 138) para Tlaxcala:

colectar agua, que puede usarse para riego a mano en la época de secas; proteger las zonas de ladera de la erosión; canalizar el agua y dirigirla hacia depósitos, tanques o campos; colectar suelo de otros campos; controlar la velocidad y dirección del agua evitando o reduciendo el lavado de los suelos; drenar el agua excedente hacia lugares o zonas planas, tanques o barrancas; ablandar los tepetates para su recuperación como suelo agrícola; apoyar el crecimiento de plantas en los bordos (maguey, frutales, vegetación ruderal y plantas toleradas); proporcionar material (suelo) para la construcción de los bordos; funcionar como depósito para la formación de composta y materia orgánica; servir como barreras en el control biológico de insectos; servir como linderos entre propiedades; ser abrevaderos para los animales domésticos; limitar el acceso de animales y gentes a los campos de cultivo; servir como lavaderos para ropa, en zonas donde no existen ríos o depósitos donde llevar a cabo esa labor doméstica; disminuir los efectos destructivos de las lluvias sobre los caminos locales [...].

Algunas consideraciones finales

Las terrazas agrícolas son, generalmente, un sistema agrícola de origen antiguo que puede combinarse con otros como huertos o milpas en las plataformas de la terraza. Su uso en México está distribuido en diferentes regiones que incluyen desde el noroeste hasta el sur/sureste del país. Los estudios arqueológicos han contribuido a la comprensión de su evolución y conformación. Los estudios históricos permiten entender las interrelaciones existentes entre la construcción de terrazas y los procesos de cambio que se han dado a través del tiempo; además de sus conexiones con cuestiones demográficas y poblacionales. Los estudios antropológicos permiten entender sus interrelaciones con las poblaciones humanas, los manejos que hacen del sistema y las formas en que se interrelacionan con la economía y la organización social, con la cultura de los pueblos que las han construido y las manejan.

En México, a este sistema agrícola tradicional se le ha asociado más con el manejo del suelo y el control de la erosión, no ocurriendo lo mismo con el control del agua, entre otros factores. Es necesario estudiar los paisajes aterrazados, su arquitectura, la diversidad de flora y fauna, el estado actual de conservación, la diversidad de cultivos y la flora silvestre asociada con ellos. Es decir, el conocimiento agrícola tradicional que permita entender el abandono de las terrazas, el cambio de uso de suelo y la organización social; además de los impactos en las terrazas de las políticas públicas, especialmente en las últimas décadas.

Las terrazas de Toluca y Tlaxcala coinciden en varios de los elementos relacionados con el manejo y control del suelo y el agua. En ambos sitios se encuentran los dos tipos de terrazas: tanto aquellas cuyos muros están hechos con rocas como los metepantles con bordos de tierra donde hay agaves, nopales y frutales. Además del muro o bordo de contención, el canal de desagüe está presente en las dos zonas. Una variante en los canales son los estribos que hay en los canales de Tlaxcala, mientras que en los canales de las terrazas de Toluca se conocen como “retranques”, para lo cual se emplean rocas, cuya función es similar a los estribos. El control del agua en las terrazas de Toluca, de acuerdo con las características orográficas locales (cerros y laderas), se realiza por medio de canales, canales secundarios o canaletas y barrancas. En Tlaxcala hay otros elementos para el control del agua. Además de los canales y canaletas, se tienen cajetes con estribos, muros de contención y depósitos como los jagüeyes, lo cual es posible por las características ambientales como relieve y el tipo de suelo, la abundancia de cerros, altozanos y su combinación con planicies.

Los elementos descritos para el control del agua en Toluca y Tlaxcala dan muestra del conocimiento no solo del paisaje agrícola, sino del conocimiento ecológico y arquitectónico para el manejo de agua en las terrazas de secano por parte de los agricultores para

disponer de suelo fértil para los cultivos, reducir los impactos de la pérdida de suelos en estas regiones de relieve orográfico complejo y hacer frente a los problemas recurrentes en la carencia o en los excesos de agua durante la estación lluviosa de cada año. El agua es un elemento fundamental, como ocurrió y ocurre con las terrazas en Filipinas. Su carencia, que puede deberse a factores supra-regionales, factores sociopolíticos y económicos que han producido crisis y abandono de este sistema que permitió la conformación de sociedades humanas desde tiempos antiguos.

Agradecimientos

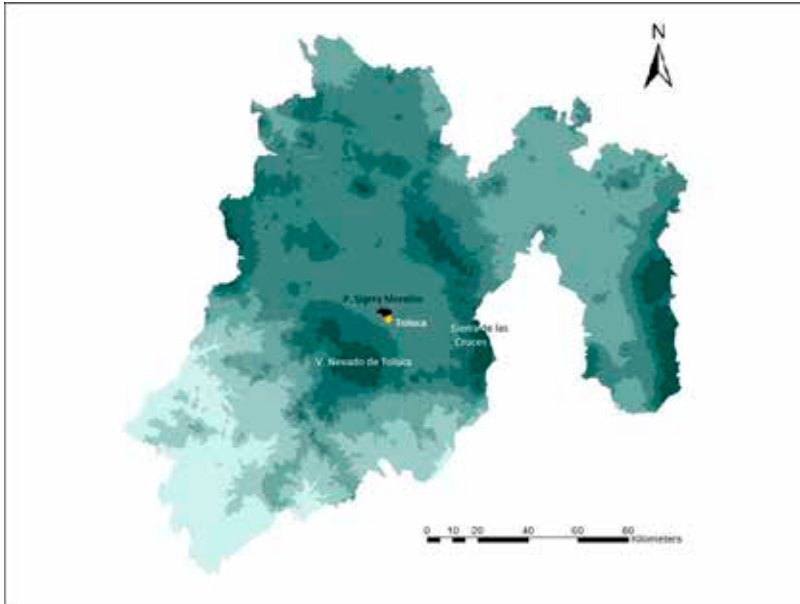
Agradecemos a los revisores que con sus comentarios y correcciones mejoraron el manuscrito. Así como a los integrantes del comité académico de la Red SAM que hicieron posible la publicación.

Bibliografía

- Acabado, S., Martin, M., y Datar, F. (2017). Ifugao Archaeology: Collaborative and Indigenous Archaeology in Northern Philippines. *Advances in Archaeological Practice*, 5(1), 1-11.
- Bilbao, J. A., (1979). Sistemas y prácticas agrícolas en una comunidad de Tlaxcala. Ponencia 43° Congreso Internacional de Americanistas, Canadá Vancouver.
- Cariño Olvera, M. M., y Castillo Maldonado, A. L. (2017). Oasis sudcalifornianos: paisajes bioculturales con elevada capacidad adaptativa a la aridez y potencial para la construcción de la sustentabilidad local. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 6(2), 217-239.
- Conklin, H. C. (1980). *Ethnographic Atlas of Ifugao. A Study of Environment, culture and Society in northern Luzon*. New Haven: Yale University Press.
- Donkin, R. A. (1979). *Agricultural Terracing in the Aboriginal New World. The Werner-Gren for Anthropological Research*. Tucson: The University of Arizona Press.
- Dove, M. R. (1983). Ethnographic Atlas of Ifugao: Implications for Theories of Agricultural Evolution in Southeast Asia. *Current Anthropology*, 24(4), 516-519.
- Dunning, N. P., y Beach T. (1994). Soil erosion, slope management, and ancient terracing in the maya lowlands, *Latin American Antiquity*, 5(1), 51-69.
- Frederick, C., y Borejsza, A. (2006). Reconocimiento geoarqueológico de Calixtlahuaca. En M. Smith. *Proyecto: Calixtlahuaca. Organización de un centro urbano posclásico. Informe Técnico parcial* (pp. 33-38). México: SepSetentas / INAH / Arizona State University.
- García Cook, A. (1986). El control de la erosión en Tlaxcala: un problema secular, *Erkunde*, 40, 251-262.
- García Cook, A. (2014). *Arqueología del estado de Tlaxcala*. Manuscrito presentado para su publicación.
- González Jácome, A. (1992). Manejo del agua en condiciones de secano. *Terra Revista del Colegio de Postgraduados*, 10, 494-502.
- González Jácome, A. (1993). Management of Land, Water and Vegetation in Traditional Agro-Ecosystems in Central Mexico. *Landscape and Urban Planning*, 27, 141-150.
- González Jácome, A. (2013). *Isidro Candia. El reparto agrario en Tlaxcala*. Tlaxcala, México: Secretaría de Educación Pública..
- González Jácome, A. (2016a). Sistemas agrícolas en orografías complejas: las terrazas de Tlaxcala. En A. I. Moreno-Calles, A. Casas, V. M. Toledo y M. Vallejo Ramos (comps.), *Etnoagroforestería en México*. (pp. 109-144). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- González Jácome, A. (2016b). *Notas sobre Tlaxcala. Geografía, Historia, Ecología, Arqueología y Antropología*. Tlaxcala, México: Conaculta, Gobierno del Estado de Tlaxcala, Instituto Tlaxcalteca de Cultura.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), (2018). *Topografía*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/default.t.html#Descargas>
- Martínez Menes, M., Rubio Salgado, M., y Palacios Espinosa, C. (1999). *Terrazas*. México: Sagarpa / Colegio de Posgraduados.
- Mountjoy, J. B., Schöndube, O. B., y Montes, J. P. (2014). Las terrazas prehispánicas de Ayutla, Jalisco. *Arqueología*, (48), 49-68.
- Palerm, A. (2008). Sistemas agrícolas en Mesoamérica contemporánea. En J. Palerm (comp.). *Guía y lecturas para una primera práctica de campo* (Segunda edición), (pp. 243-281). México: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Palerm, A. y Wolf, E. (1972). *Agricultura y civilización en Mesoamérica*. México: SEP / INAH.
- Patrick, L. (1977). *A cultural geography of the use of seasonally dry, sloping terrain: the metepantli crop terraces of central Mexico*. Tesis de doctorado. University of Pittsburgh.
- Pérez Rodríguez, V. (2006). Sociedades complejas y paisajes agrícolas: un estudio regional de asentamientos y terrazas en la Mixteca Alta, Oaxaca, México. En I. Grau Mira. *La aplicación de los SIG en la arqueología del paisaje*, (pp. 247-254). Alicante: Universidad de Alicante.
- Pérez Rodríguez, V. (2015). Investigaciones recientes sobre el urbanismo temprano en Cerro Jazmín, Mixteca Alta, Oaxaca. *Cuadernos del Sur*, 21(40), 62-91.
- Pérez Rodríguez, V. (2016). Terrace Agriculture in the Mixteca Alta Region, Oaxaca, Mexico: Ethnographic and Archeological Insights on Terrace Construction and Labor Organization. *Culture, Agriculture, Food and Environment*, 38(1), 18-27.
- Pérez Sánchez, J. M. (2014). *Agricultura de terrazas en Tlaxcala. La Caridad Cuaxonacayo*. México: Gobierno del Estado de Tlaxcala.
- Pérez Sánchez, J. M. y Juan Pérez, J. I. (2013). Caracterización y análisis de los sistemas de terrazas agrícolas en el valle de Toluca, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 10(4), 397-418.
- Pérez Sánchez, J. M. y Juan Pérez, J. I. (2016). Agricultura de terrazas en el cerro Tenismo, Toluca, México. *Terra Nueva Etapa*, 23(51), 163-184.
- Smith, M. (2006). *Proyecto: Calixtlahuaca. Organización de un centro urbano posclásico. Informe técnico parcial. Temporada 2006*. Recuperado de <http://www.public.asu.edu/~mesmith9/Calix/Documents/Calix-Informe-2006.pdf>
- Turner II, B. L. (1981). Agricultura y desarrollo del estado en las tierras bajas mayas. *Estudios de Cultura Maya*, 13, 285-306.
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). Arrozales en terrazas de las cordilleras de Filipinas. Recuperado de <https://whc.unesco.org/es/list/722>.
- Uribe Gómez, S., Gutiérrez Castorena, M. del C., Tavarez Espinosa, C., y Turrent Fernández, A. (2000). Caracterización y clasificación de suelos de ladera manejados con terrazas de muro vivo en los Tuxtlas, Veracruz. *Agrociencia*, 34(4), 403-412.
- Zuria, I. y Cervantes, E. (2008). Bordes agrícolas en Hidalgo. *Herreriana*, 4(2), 1-3.

Mapa 1. Ubicación del Parque Estatal Sierra Morelos, Toluca.



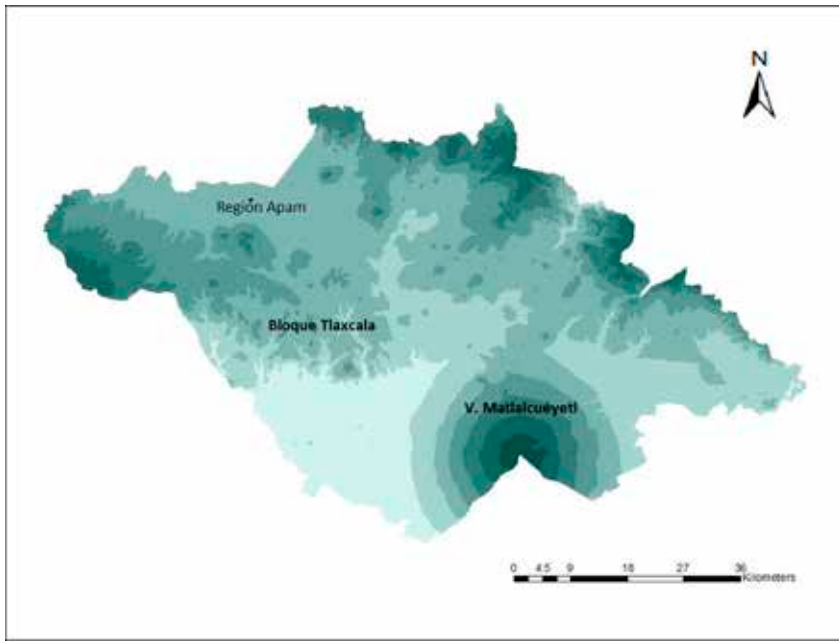
Elaboración propia con datos de INEGI, 2018.

Foto 1. Terraza con muro de tierra y roca con canal en la base del muro,



Foto: José Manuel Pérez Sánchez, 2016.

Mapa 2. Regiones con terrazas en Tlaxcala.



Elaboración propia con datos de INEGI, 2018.

Foto 2. Cajetes en periodo de lluvias, Cuaxonacayo, Tlaxcala.



Foto: José Manuel Pérez Sánchez, 2011.

Foto 3. Jagüey. Región Bloque Tlaxcala.



Foto: José Manuel Pérez Sánchez, 2011.

2.8 El cacao (*Theobroma cacao* L., Malvaceae) como sistema agroforestal de diversificación productiva, conservación biológica, cultural y alternativa a la economía para el bienestar de pequeños productores en el sureste de México: proyecto mazateca, un estudio de caso

Nisao Ogata Aguilar¹

Correo correspondencia: nogata@uv.mx

Resumen

El objetivo de este trabajo consiste en resaltar la importancia del conocimiento tradicional como una forma no-occidental de aproximación al uso y manejo de los recursos naturales en ecosistemas de alta diversidad biológica, y como una forma diferente de resolver nuestros problemas como especie biológica. Se describen los fundamentos de este conocimiento tradicional aplicados al uso y manejo de las selvas lluviosas en el establecimiento de sistemas agroforestales diversificados de cacao, diseñados desde épocas prehispánicas que sobreviven hasta nuestros días. Se contrasta con los actuales

¹ Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana.

sistemas cacaoteros de alto rendimiento establecidos como monocultivos depredadores de la diversidad biológica para abastecer a la industria chocolatera y se describen los riesgos de adoptar este tipo de sistemas en áreas de alta diversidad biológica y cultural como el sureste de México.

Finalmente, mediante un estudio de caso, se propone una alternativa a la economía para la búsqueda de bienestar de una comunidad mazateca en el estado de Oaxaca, México, a través de la solidaridad, la autonomía, la autosuficiencia, la sustentabilidad regional y la diversificación productiva (con el cultivo de cacao como el centro de la diversificación) como conceptos de organización y de trabajo.

Palabras clave: conocimiento tradicional, autosuficiencia, solidaridad, sustentabilidad

Abstract

The objective of this work is to highlight the importance of Traditional Knowledge as a non-occidental approach to use and management of natural resources in high biodiversity ecosystems, and as a different way to solve our problems as biological species. The basis of Traditional Knowledge is described. This as used for the establishment of diversified agroforestry systems of cacao in tropical rain forests, designed since pre-Hispanic times and surviving up today. These systems are compared with nowadays widely promoted high yield mono-culture predatory cacao systems designed to supply the chocolate industry. The risks of adopting these alternatives in southern Mexico are described.

Finally, with a case study, an alternative to the Economy is proposed in the light of reaching the well-being of small producers in a Mazatec community in Oaxaca State, Mexico, by means of Solidarity, Self-sufficiency, Autonomy, Regional Sustainability and Diversified Production (with cacao as the center of the diversification), as concepts of work and organization.

Keywords: traditional knowledge, self-sufficiency, solidarity, sustainability

Introducción

El *conocimiento tradicional* es uno de los valores más importantes de los habitantes de las selvas lluviosas del sureste de México. Este conocimiento es importante en el mundo moderno porque nos muestra que existen distintas formas de relacionarse con el entorno, de solucionar nuestros problemas actuales y nuestro futuro como especie biológica. El *conocimiento tradicional* es el resultado de un complejo sistema basado en la observación, la experimentación y manejo de los recursos naturales que ha permitido el desarrollo de sociedades complejas en ecosistemas de alta diversidad biológica. La clave para la formación de sociedades complejas es, sin duda, la producción de

excedentes de alimentos, puesto que permite la diversificación y especialización de actividades de los miembros de la comunidad para generar conocimiento legítimo, manejar el entorno y, por supuesto, producir arte, entendido como la máxima expresión humana de estética, armonía y comunicación con la naturaleza. Quizá el invento más importante de los grupos humanos de lo que ahora llamamos Mesoamérica haya sido lograr la transformación de un pasto cuyas semillas han sido indispensables para la conformación de sociedades complejas en esta región. Es decir, la transformación del teocintle en maíz, el cual aparece súbitamente en los registros arqueológicos y desafía las clásicas ideas darwinianas sobre la evolución gradual a través de largos periodos de tiempo. De alguna manera, los primeros pobladores de Mesoamérica lograron una serie de cambios en cinco regiones del genoma de estas plantas, que provocaron a su vez profundos cambios en la morfología y la reproducción de lo que ahora conocemos como maíz (Carroll, 2010). ¿Cómo lograron que de un pasto como el teocintle, que crece con ramificaciones, se haya transformado el maíz en una planta de un solo tallo? ¿Cómo lograr que la espiga del teocintle, constituida de dos hileras de semillas, se transformara en una mazorca de entre ocho a doce hileras de granos?

Los olmecas son un claro ejemplo de la emergencia de sociedades complejas. Desde hace por lo menos tres mil años aprendieron a producir excedentes de alimento en ecosistemas de alta diversidad biológica como las selvas lluviosas, las selvas secas, los pantanos y las tierras de temporal que durante la época de lluvias son utilizadas como fuente de alimento mediante la captura de peces, reptiles, crustáceos, etcétera, y durante la época seca se transforman en los suelos más ricos para el cultivo de maíz, calabaza, frijol, chiles, entre otras especies (Coe, 2017). No es casualidad que estos antiguos asentamientos hayan sido re-habitados en épocas recientes, como ocurre en lo que ahora corresponde al municipio de Hidalgotitlán, en el estado de Veracruz, donde los olmeca establecieron el mayor asentamiento religioso de Mesoamérica hace unos tres mil años (Ortiz et al. 1997). En estos lugares aprendieron el manejo del agua como medio de comunicación y transporte para intercambiar mercancías, y hasta mover bloques de piedra de varias toneladas de peso a lugares distantes para construir los retratos de sus reyes y reinas (Coe, 2017). Los olmecas, el ancestro común de la diversidad cultural de Mesoamérica y punto de partida del *conocimiento tradicional*, también fueron los precursores de la domesticación de las selvas y del diseño de los sistemas agroforestales diversificados que sobreviven hasta nuestros días (Coe, 2017). Unos de sus descendientes, los mayas, son un ejemplo vivo en el manejo de ecosistemas de alta diversidad biológica. De los sistemas de roza-tumba-quema y los espacios de árboles útiles protegidos dentro de la selva o *Pet-Kot*, a los cultivos elevados de traspatio o *Ka'anche*, los huertos familiares y selvas artificiales diseñadas como una extensión de los huertos, los mayas han demostrado un profundo conocimiento sobre el manejo de la biodiversidad, donde la domesticación se convierte en un proceso dinámico enfocado no solo a la especie de

interés, sino en la selva misma. Es en este contexto que el cultivo diversificado de cacao representa quizá el sistema más sofisticado de manejo integral de las selvas lluviosas (Gómez-Pompa y Kaus, 1999). El cultivo diversificado de cacao es lo que más se parece a una selva natural, es decir, una selva artificial donde los seres humanos en lugar de explotar, controlar o extraer, conducen, acompañan y diseñan; un sistema donde la gente es un componente más de la selva, de la cual dependen para sobrevivir en la medida en que hacen un manejo moderado de la diversidad biológica.

El objetivo de este trabajo consiste en describir la situación agrícola del trópico mexicano, las tendencias y posibles consecuencias de la adopción del cultivo de cacao bajo sistemas de producción diseñados para el abastecimiento de la industria y su contraste con los sistemas agroforestales diversificados, a sombra, diseñados desde épocas prehispanicas y que aún están vigentes en el sureste de México. Se presenta evidencia de cómo la producción de cacao, si se realiza mediante sistemas agroforestales diversificados, benefician a los pequeños productores, en lo económico y lo social, contribuyendo al fortalecimiento de los patrones y valores que identifican a los grupos culturales asociados al cultivo. Adicionalmente, se presenta evidencia sobre las ventajas de la adopción de este tipo de sistemas agroforestales como modelo de desarrollo del trópico húmedo, de conservación biológica, manejo racional de los recursos y para mitigar los efectos del cambio climático. Finalmente, se describe el trabajo que desde 2012 venimos desarrollando en la comunidad Camino de Ixcatlán, en el municipio de San Felipe Jalapa de Díaz, Oaxaca, utilizando sistemas diversificados, con el cultivo de cacao como el centro de la diversificación, en la transformación de pastizales, cultivos abandonados y la búsqueda de bienestar social a través de la diversificación productiva, la solidaridad, la autosuficiencia alimentaria, la autonomía y el manejo sustentable regional como conceptos de la organización y el trabajo.

El trópico húmedo del sureste de México

El desarrollo del trópico mexicano, hasta la fecha, se ha dirigido principalmente hacia la producción de monocultivos tales como la caña de azúcar, el plátano o la ganadería, que deterioran la diversidad biológica y contribuyen al efecto invernadero, lo cual conduce a mayor deforestación, contaminación, pobreza, desigualdad social, migración e inestabilidad económica. En nuestro país, el cambio climático es un hecho que ya está teniendo un impacto, sobre todo en las formas de producción de las pequeñas comunidades campesinas que habitan en y alrededor de las selvas lluviosas. Desafortunadamente, no existen iniciativas o acciones que ayuden a estas comunidades para ajustarse a la producción de alimentos ante los impredecibles cambios de temperatura, precipitación, vientos, deslizamientos de tierra, cambio de cursos de agua, por mencionar solo algunos fenómenos que ya están ocurriendo. Es muy importante enfatizar que los pequeños productores del sureste de México forman parte de los 570 millones de familias (que para producir utilizan

únicamente a los miembros de su familia), responsables de la producción de aproximadamente el 80% de los alimentos que se consumen en el planeta (FAO, 2014).

El cacao como *commodity* o mercancía de consumo

Actualmente, el cultivo de cacao sostiene una industria con ventas de alrededor de los 120 000 millones de dólares anuales a nivel mundial. Depende de unos 5.5 millones de productores que generan más de 4 millones de toneladas de granos al año y una demanda que crece entre el 2 y 5% anual. El 84% del grano es producido en cinco países: Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria y Camerún, donde el 90% son pequeños productores que viven en condiciones de pobreza y alta marginación (Arvelo et al. 2016). Según la misma fuente, en el continente americano y el Caribe, más de 350 mil agricultores se dedican actualmente al cultivo de cacao, los cuales producen unas 650 mil toneladas de granos y ganancias superiores a los 900 millones de dólares anuales, y que al igual que en África e Indonesia, la mayor parte son pequeños productores que viven en condiciones deplorables de pobreza y marginación.

La mayor parte del grano es manufacturado y consumido en Europa y Norteamérica, donde no crece una sola planta de cacao, pero donde una barra de chocolate es accesible a cualquiera, mientras que en los países donde crecen las plantas para producir el grano, una barra de chocolates es un lujo inaccesible para la mayoría de la población. Un gran número de productores de cacao en países como Costa de Marfil, Camerún o Ghana no saben para qué sirven las semillas de cacao que producen y mucho menos han probado alguna vez una barra de chocolate (Off, 2006; Higonnet et al. 2017).

Las mejoras genéticas para producir clones de mayor resistencia a plagas y mayores rendimientos han modificado las formas tradicionales del cultivo de cacao, es decir, un sistema agroforestal diversificado de producción a sombra, se ha transformado en monocultivos a sol, con la consecuente deforestación, pérdida de la diversidad biológica, aplicación de grandes cantidades de fertilizantes, plaguicidas y, sobre todo, la pérdida del vínculo entre el cacao y los patrones culturales y valores asociados al cultivo (Ogata, 2017).

Los mayores productores de cacao en el mundo: los casos de Costa de Marfil y Ghana

De acuerdo con el reporte de la asociación *Mighty Earth* (Higonnet et al. 2017), Costa de Marfil, el mayor productor de cacao a nivel mundial está deforestando hasta las áreas na-

turales protegidas con tal de establecer monocultivos de cacao a sol y abastecer así a la industria chocolatera. Según el reporte, entre 2001 y 2014 alrededor de 118 000 hectáreas de áreas protegidas fueron deforestadas, alcanzando niveles alarmantes en relación a la pérdida de la diversidad biológica; por ejemplo, 13 de 23 áreas protegidas han perdido por completo sus poblaciones de primates, y en cinco áreas la mitad de las especies han desaparecido. El elefante, símbolo nacional, se encuentra al borde de su desaparición debido a que el establecimiento de cada vez más plantaciones de cacao los empuja hacia delgados corredores de vegetación original que se convierten en trampas mortales para estos animales, pues es ahí donde los esperan los cazadores furtivos, sus eternos enemigos. Otros vertebrados como hipopótamos pigmeo, ardillas voladoras, pangolines, leopardos y cocodrilos están también a la vera de su desaparición. Esta información sustenta las predicciones sobre el inicio de la sexta extinción biológica en la historia del planeta, donde las primeras víctimas serán las especies de vertebrados, las cuales desaparecerán en un periodo no mayor de 30 años (Ceballos et al. 2017). El reporte de *Mighty Earth* describe con detalle el flujo de cacao desde las áreas naturales protegidas a los pueblos de acaparamiento y de ahí a los puertos de embarco para abastecer a las principales compañías chocolateras sin que ninguna autoridad detenga el proceso. Desde el punto de vista social, existen serias acusaciones de que Costa de Marfil sustenta gran parte de la producción de cacao utilizando formas de explotación humana como el secuestro y el trabajo forzado de menores de edad (Off, 2006).

En Ghana la situación no es más halagadora: de 2001 a 2014 el país perdió alrededor de 7 000 kilómetros cuadrados de selvas. La tendencia en todas las zonas cacaoteras de Ghana es desaparecer las plantaciones a sombra. De acuerdo con Ruf (2012), entre 1990 y 2005 la densidad de árboles de alrededor de 25 m de altura, descendió de 14 a solo 1 árbol por hectárea. Según el estudio (Ruf, 2012), uno de los principales factores que conduce al abandono de la sombra es lo que los campesinos llaman el “progreso técnico”, que consiste en la introducción de híbridos de cacao seleccionados para condiciones de sol. En las entrevistas realizadas a 180 productores, éstos mencionaron no estar interesados en replicar los cacaotales a sombra en sus nuevas plantaciones. Sostienen que el uso de tratamientos químicos y fertilizantes, entre otras prácticas, son las que en realidad mejoran la producción a sol con el material híbrido plantado, del cual logran conseguir cosechas hasta cuatro veces superiores que en los sistemas a sombra. El estudio considera que el factor de mayor influencia en los procesos de deforestación y cambio de cacaotales a pleno sol es la migración humana. Cuando los migrantes se establecen en un sitio determinado, realizan un arreglo con el dueño de la tierra para obtener un pedazo de terreno en préstamo, sembrar una nueva plantación de cacao, cultivarlo y compartir las utilidades con el propietario. Así, los migrantes, sin arraigo ni patrones culturales relacionados al cultivo, tienen como único propósito recibir un ingreso lo más inmediato posible. Ruf (2012) concluye que la influencia de la migración en la producción de cacao es claramente uno de los

principales factores responsables de la deforestación, de la elección de cacaotales a pleno sol y del deterioro de la diversidad biológica en las grandes regiones cacaoteras de Ghana.

Cacao en México

Aun cuando el cacao no es prioritario para el desarrollo del sureste de México, las estrategias para promover su cultivo se asocian con programas de producción empresarial, con cálculos de ganancias que regularmente no se cumplen y la inducción para la formación de pequeños “productores-empresarios” y establecimiento de escuelas de campo de corte empresarial que impulsan la competencia y supervivencia del individuo por encima del grupo, de las cuales solo unos cuantos, si acaso, logran algún magro beneficio. Desafortunadamente, la intención de gobiernos estatales y federales para impulsar el cultivo de cacao tiene el propósito de abastecer la demanda de la industria, que tuvo déficit del grano de unas 120 000 toneladas en el 2017 (López-Báez y Ramírez González, comunicación personal), y no el bienestar de las comunidades locales. Se sugiere por ejemplo, emplear sistemas de cultivo de cacao como en Brasil, Malasia o África (González-Lauk, 2005), donde se establecen monocultivos a sol o casi a sol, se utilizan variedades de cacao de rápido crecimiento, resistentes a plagas, pero de muy mala calidad en cuanto a su sabor y aroma, aplicando grandes cantidades de fertilizantes y pesticidas. Así, la tendencia de agencias, gobiernos, e incluso instituciones científicas, es la de promover los cultivos a sol o casi a sol, con el fin de obtener mayores beneficios económicos, pero solo para la industria. Desgraciadamente, los rumores de estas tendencias llegan pronto a muchos pequeños productores que deciden cambiar sus cacaotales a sol o casi a sol con la esperanza de obtener mejores ingresos por sus cosechas, sin considerar que al producir mayores cantidades bajo estos sistemas de producción (con los costos ecológicos y sociales que conllevan), probablemente en poco tiempo provocarán la caída de los precios, y aunque consigan una mayor producción, como sucede en África, el beneficio económico no se verá reflejado en las comunidades.

Soluciones locales

Considerando los ejemplos de Costa de Marfil y Ghana, resulta evidente que abastecer y subordinarse a las condiciones del mercado global transforma los procesos de producción y conduce a la invasión de nuevos territorios con el consecuente deterioro de los ecosistemas naturales. De esta manera, aunque se utilicen más tierras para el cultivo y se obtenga suficiente producción para abastecer al mercado, los beneficios no van a llegar a las comunidades locales, como sucede actualmente.

Esta situación no es exclusiva del cultivo de cacao, puesto que está sucediendo en todo el planeta con diferentes cultivos. Ante esta realidad de ser excluidas del mercado global, cada vez un mayor número de comunidades campesinas se están organizando desde distintas aproximaciones, para diseñar y ejecutar propuestas dentro de un sistema de valores que privilegien soluciones y bienestar colectivos por encima del individual (Barkin y Lemus, 2015). Desde estas aproximaciones, se intenta colocar a la política y la ética como el eje de la vida social, rechazando los cálculos económicos como el factor principal para la toma de decisiones sobre su sociedad, economía o la gestión de sus recursos naturales. Debido a que el valor más importante del mercado es el aumento en la producción material (que devalúa los cambios en el estatus de las mujeres, el bienestar o el impacto de la producción sobre los recursos naturales), muchas comunidades en Latinoamérica han convocado a sus miembros a la reflexión y la generación de ideas sobre estilos de vida, organización comunitaria, buen vivir, mandar obedeciendo o comunalidad (Barkin y Lemus, 2015). Estos conceptos ponderan la moderación en el uso y manejo de los recursos naturales como parte fundamental para construir diferentes tipos de organizaciones. Como resultado de las consultas realizadas con las comunidades con quienes han colaborado, Barkin y Lemus (2015) identifican cinco principios básicos para conducir este proceso: autonomía, solidaridad, autosuficiencia, diversificación productiva y manejo sustentable regional.

Es a través de estos principios (utilizando sistemas agroforestales de cacao como motor de la diversificación), que consideramos que puede construirse una alternativa que dé prioridad al desarrollo de las comunidades locales del sureste de México: la conservación y el manejo racional de los recursos naturales antes que abastecer las necesidades de la industria. Esta alternativa a la economía puede llevarse a cabo en comunidades alejadas de aproximaciones basadas en la acumulación material y el beneficio individual por encima del grupal, lo cual hace del principio de solidaridad una forma de vida para promover el bienestar general. La solidaridad es fundamental para organizar los recursos sociales y productivos, y generar excedentes para reinversión y redistribución. Barkin y Lemus (2015) sostienen que en este tipo de comunidades existen la capacidad y compromiso de muchos de sus miembros para producir excedentes, gestionarlos en comunidad y recompensar a aquellos miembros que realizan contribuciones importantes en la producción, para finalmente, utilizar el resto con fines colectivos. Es precisamente el manejo del excedente lo que da a las comunidades la oportunidad de aplicar planes a largo plazo y alcanzar autonomía. Los sistemas agroforestales, con el cacao como el centro de la diversificación, son un generador de excedentes para, con el resto de la diversificación, conseguir la autosuficiencia alimentaria y la sustentabilidad regional. Desde esta perspectiva, la producción y comercialización del cacao mexicano debe entonces dirigirse hacia mercados especializados dispuestos a pagar por un producto resultado de un cuidadoso manejo y conservación de ecosistemas de alta diversidad biológica. Es necesario enfatizar que al producir cacao bajo condiciones a sombra dentro de un sistema agroforestal

diversificado no solo se consigue un producto de exquisito sabor y aroma, sino que se contribuye a la conservación de la diversidad biológica y se fortalecen los patrones culturales asociados al cultivo que impulsan el arraigo y la disminución de la migración. Es en estas selvas donde se seleccionaron variedades de cacao que no pueden hallarse en otra parte del planeta, que necesitan recuperarse, propagarse y conservarse. Por el beneficio de las comunidades locales, de quienes convierten los granos en las diferentes presentaciones de chocolate en Europa y Norteamérica, de los consumidores finales y por la conservación y manejo racional de los recursos naturales, es necesario el establecimiento de sistemas agroforestales diversificados de cacao como la principal forma de producción en ecosistemas de alta diversidad biológica del sureste de México.

Sistemas agroforestales tradicionales de cacao

Los sistemas agroforestales utilizados antes de la llegada de los españoles producían para el imperio mexica alrededor de 1 500 toneladas de cacao al año (Millon, 1955). De acuerdo con la misma fuente, el cacao se cultivaba en cualquier lugar de Mesoamérica donde las condiciones ambientales lo permitieran, y la producción se dedicaba principalmente al autoconsumo más que al intercambio. Es decir, solo una cantidad relativamente pequeña de la cosecha se comercializaba a las áreas donde no se producía la planta. Dondequiera que el cacao era importado se consideraba un lujo. El desarrollo de la demanda de cacao en el comercio fue suficientemente fuerte para llevar a dicho cultivo a un sistema semiespecializado, como en Tabasco; no obstante, no hay evidencia que sugiera que esta semiespecialización pudiera haber excluido al resto de los cultivos de subsistencia en ningún lugar de Mesoamérica (Millon, 1955). Es importante mencionar que los antiguos procesos de producción eran realizados bajo un sistema de sustentabilidad de la misma manera que como se llevan a cabo actualmente en muchos lugares de Mesoamérica. De acuerdo con el trabajo de Millon (1955), es posible deducir que a pesar de los tributos en cacao que los pueblos subyugados debían hacer al imperio mexica, la producción a la llegada de los españoles se realizaba bajo un esquema de diversificación, de manera similar a como aún ocurre en muchos lugares en el sureste de México y Centro América. La producción de cacao era intensiva, a sombra, formando parte de los sistemas de diversificación de las familias campesinas con los huertos familiares como una extensión de la selva, la cual es modificada bajo ciertas condiciones y límites, para el consumo local, no el intercambio de bienes.

Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés, cronista oficial de la Corona española entre 1532 y 1557, describe algunos aspectos de la sofisticación de los sistemas agroforestales diversificados de cacao que había a la llegada de los españoles. Describe el

procedimiento para establecer una plantación: cómo se escogían los terrenos cerca de fuentes de agua, la distribución y distancia entre cada planta de cacao dentro de la parcela, el umbral de luz de la selva, los distintos estratos de árboles que cubren el dosel superior, las características de estas especies y de la utilidad de aquellas como madera para construcción (Fernández de Oviedo y Valdés, 1851). Este es uno de los documentos más importantes a la llegada de los españoles que nos da una mirada del profundo conocimiento y el manejo de ecosistemas de alta diversidad biológica realizado por estos magníficos diseñadores de las selvas lluviosas.

Los sistemas agroforestales diversificados de cacao aún se utilizan en muchos lugares del sureste de México. Esto no es casual si consideramos que existen por lo menos unas 3 000 especies de árboles que se distribuyen hasta Centroamérica, de las cuales alrededor de 600 son comunes en la región (Ogata et al. 1999). De este universo, se han descrito al menos 240 especies con alguna utilidad ya sea como alimento, medicinal, leña, construcción, entre otras (Ogata et al. 1999). En un estudio realizado por Zequeira-Larios (2014) en 56 plantaciones de cacao a sombra en los estados de Tabasco y Chiapas, se encontró que los pequeños productores utilizan en sus plantaciones por lo menos 30 familias, 50 géneros y 66 especies de árboles, con una densidad de entre 257 a 359 árboles por ha. Es decir, casi una tercera parte de las 240 especies de árboles útiles conocidas para la región son utilizadas en estos cacaotales.

El diseño de un sistema agroforestal diversificado de cacao consiste en emular una selva natural donde el papel de los seres humanos consiste en organizar y conducir a cada uno de sus componentes. En este proceso, los diseñadores de estas selvas artificiales parten del principio de que el cacao es un árbol de sombra, no de sol y se escogen las especies del dosel superior que darán sombra al cacaotal, que además reúnan una serie de características: especies de rápido crecimiento que nutran el suelo, que el periodo de defoliación sea preferentemente durante la temporada de lluvias y mantenga las hojas en el periodo de seca para proteger del sol las plantas de cacao, que sean resistente a plagas, enfermedades y tengan alguna utilidad como alimento, leña, construcción, etcétera.

Para reunir estas cualidades, se seleccionan asociaciones de especies que mejor cumplan las necesidades del sistema. De acuerdo con el mismo estudio (Zequeira-Larios, 2014), en las fincas examinadas los campesinos emplean un grupo de alrededor de seis especies que son utilizadas como la sombra principal del dosel superior. Estas pueden asociarse en grupos de dos a cuatro especies. Las especies utilizadas son: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., *Erythrina americana* Mill., *E. fusca* Lour., *Diphysa robinoides* Benth, *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg., *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken (Zequeira-Larios, 2014).

A manera de ejemplo, *Gliricidia sepium* y *Erythrina americana*, son especies fijadoras de nitrógeno y de rápido crecimiento. En el caso de *G. sepium*, el periodo de defoliación

ocurre en los meses de diciembre y enero, manteniendo su follaje durante la época seca, cuando más es requerida la sombra para las plantas de cacao. Estas especies no solo son utilizadas como planta nodriza del cacao, sino que pueden ser utilizadas para el establecimiento de dos cultivos importantes: pitahaya (*Hylocereus undatus* [Haw.] Britton y Rose) y vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews). Dos cultivos importantes desde épocas prehispánicas que se desarrollan sobre los troncos de estas dos leguminosas.

El proceso de diversificación continúa con la inclusión de especies que complementan el sistema; frutales como jobos y ciruelos (*Spondias bombin* L., *S. Purpurea* L.), plátanos (*Musa* spp.) guanábana y anonas (*Annona muricata* L., *A. reticulada* L., *A. glabra* L.), papayas (*Carica* spp.), naranjas, limones, mandarinas (*Citrus* spp.), zapote chico (*Manilkara zapota* [L.] P. Royen), zapote mamey (*Pouteria sapota* [Jacq.] H. E. Moore y Stearn), zapote negro (*Diospyros digina* Jacq.), Pataxte (*Theobroma bicolor* Humb. y Bonpl.), caimito (*Chrysophyllum caimito* L.), jinicuales (*Inga edulis* Mart.), castaña (*Artocarpus altilis* [Parkinson] Fosberg); condimentos: pimienta (*Pimenta dioica* [L.] Merr.), arbustos como el achiote (*Bixa orellana* L.), hojas para tamales (*Calathea lutea* [Aubl.] E.Mey. ex Schult); maderables: cedro (*Cedrela odorata* L.), caoba (*Swietenia macrophylla* King), roble (*Tabebuia rosea* [Bertol.] Bertero ex A. D.C.), por mencionar solo algunas especies conocidas.

Estas son las bases del diseño de los sistemas agroforestales diversificados con el cacao como el centro de la diversificación, y, desde esta perspectiva, es importante enfatizar que el cacao mexicano debe entenderse como un recurso de producción limitada porque se cultiva en la sombra de las selvas lluviosas y porque para hacerlo se requiere de un profundo conocimiento sobre el funcionamiento de la selva, y este conocimiento, por cierto, ¡también debe ser remunerado! Con el establecimiento de sistemas agroforestales diversificados de cacao no solo se asegura un producto de primera calidad de aroma y sabor sino que se contribuye además a la conservación de la diversidad biológica, cultural, del paisaje, a mitigar los efectos del cambio climático y a ofrecer ingresos dignos a los productores del grano.

¿Qué estamos haciendo?

Desde la segunda mitad del 2012 iniciamos un proyecto de diversificación productiva con la intención de poder aplicar una alternativa a la economía de 19 familias de origen mazateco en las faldas de la Sierra Madre Oriental en la comunidad Camino de Ixcatlán, municipio de San Felipe Jalapa de Díaz, en el estado de Oaxaca. La comunidad se localiza en un área altamente deforestada (pastizales, milpa, cafetales abandonados) y algunos manchones de vegetación. El proyecto inició con la introducción del cultivo de cacao en un contexto de diversificación productiva en 9 ha distribuidas en pequeñas parcelas entre 0.5 a 1 ha en potreros y cafetales abandonados. Se realizó una serie de talleres para mostrar a los campesinos las técnicas y métodos para la colecta apropiada de frutos de cacao en

la zona, germinación de semillas, manejo de plántulas en vivero y diseño de la plantación diversificada utilizando técnicas rústicas para medir la distancia y distribución espacial de las plantas en las parcelas. Una vez en campo, las plántulas se injertaron con cacaos criollos de alta calidad traídos de Tabasco, donde además se entrenó al grupo en técnicas de injertado. Las plantaciones diversificadas de cacao se acompañaron con yuca (*Manihot esculenta* Crantz), plátano (*Musa* spp.), hojas para tamales (*Calathea lutea* [Aubl.] E.Mey. ex Schult), cedro (*Cedrela odorata* L.), caoba (*Swietenia macrophylla* King), jinicuil (*Inga edulis* Mart.), cacao tigre (*Theobroma bicolor* Humb. y Bonpl.) –muy cotizado en la zona–, castaña (*Artocarpus altilis* [Parkinson] Fosberg), yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), naranjas (*Citrus* spp.), aguacate (*Persea americana* Mill.), entre otros. En los primeros estadios también se cultivó maíz y calabaza (*Cucurbita* spp.). Durante el periodo de consolidación de las plantas de cacao se cosechó maíz, calabaza, yuca y hojas para tamales. El maíz, la calabaza y el plátano se consumieron en el grupo, mientras que la yuca (se obtuvieron dos cosechas dentro del cacaotal) fue vendida a comerciantes de la región debido a que es muy utilizada para las festividades de Día de muertos. Actualmente se sigue cultivando yuca pero no dentro de los cacaotales pues no lo permite la sombra. Las hojas para tamales fueron vendidas en la ciudad de Tuxtepec, Oaxaca, aunque la venta se hizo solo temporalmente. En diciembre de 2016 se inició la primer cosecha de cacao, la cual se fermentó y se secó de acuerdo con los protocolos recomendados por Pedro García Alamilla, especialista en fermentación de cacao de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Los granos se tostaron, se obtuvo el licor y se realizó la manufactura de chocolate utilizando técnicas y métodos europeos. Adicionalmente, se realizó el diseño de logotipos y envolturas para la comercialización de las barras de chocolate, elaborado a 70% de cacao puro y 30% de azúcar, las cuales ya están a la venta.

Como parte de la búsqueda de bienestar y producción de excedentes, la participación de las mujeres ha sido fundamental para el desarrollo del proyecto. Las mujeres mazatecas son bien conocidas en la región por sus habilidades en la elaboración de bordados, en especial por sus diseños originales. Cuando inició el proyecto, las mujeres aportaban un ingreso económico a sus familias al ser contratadas por comerciantes que iban desde San Felipe Jalapa de Díaz, llevándoles las telas e hilos para que bordaran a cambio de un pago, muy bajo, por prenda terminada. Al primer año de desarrollo del proyecto se consiguió el financiamiento de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) y con ese fondo semilla, el apoyo de Alejandro de Ávila, director del jardín etnobotánico de Oaxaca y la colaboración del Museo Textil de Oaxaca, a través de su director Héctor Manuel Meneses, se inició un proyecto con las mujeres para que dejaran de “maquilar” y realizaran sus propias prendas, pero utilizando telas e hilos de alta calidad para dar un valor agregado a sus trabajos. Con la asesoría del Museo Textil de Oaxaca, en la primer exposición de sus trabajos en la ciudad de Oaxaca, lograron ventas por más de 40 000 MXN en tres días de exhibición. Al año siguiente, el museo

decidió impulsar al grupo para que esta vez representaran a México en el *XII International Folk Market* en Santa Fe, Nuevo México, donde consiguieron más de 8 000 USD en ventas. Con estos resultados la CDI aprobó un siguiente financiamiento para construir un taller de bordadoras, compra de telas, materiales y talleres de entrenamiento para el grupo. El proyecto sigue en marcha (Ogata, 2017).

A iniciativa del grupo, y con el propósito de expandir sus posibilidades de diversificación, se impulsó la inquietud de uno de sus miembros para aprender a elaborar pan mientras el resto se comprometía a construir la panadería utilizando sus propios recursos, materiales locales y habilidades. El entrenamiento del joven Juan Carlos López Carrera se llevó a cabo en la ciudad de Xalapa, Veracruz, en una de las panaderías de la cadena de restaurantes *La Estancia*, con el apoyo de Ana María de la Cruz. Después de un mes de entrenamiento, Juan Carlos conoció a un pizzero italiano, Tobbia Maddalena, propietario del restaurante *La Pizza d'Tobbia*, quien ofreció entrenarlo para elaborar pizzas. La compra de insumos para iniciar la panadería-pizzería se realizó a través de un préstamo hecho por las bordadoras, producto de la venta de sus bordados. A la fecha, la panadería-pizzería está funcionando y se ha mantenido con sus propios recursos desde agosto de 2017.

Cerdo pelón mexicano y *Brosimum alicastrum*

Como última incorporación a la diversificación productiva, analizamos la importancia de la cría de cerdos como complemento a la economía del grupo. La cría de cerdos es una forma de ahorro y generación de excedentes que se utiliza para el financiamiento de gastos mayores, imprevistos o autoconsumo. La producción de animales de traspatio ha sido históricamente de gran importancia para conseguir la autosuficiencia de las comunidades campesinas. Sin embargo, en México se han adoptado políticas que han desalentado esta actividad favoreciendo la producción industrial, desplazando y marginando las especies que componen los sistemas de diversificación productiva, sustento de las pequeñas comunidades campesinas.

Desde la llegada del cerdo a México a principios del siglo XVI y su asimilación dentro de los sistemas de diversificación productiva mesoamericanos se han producido una serie de procesos de domesticación, que de acuerdo con la lista mundial de animales domésticos de la FAO, han derivado en la generación de tres razas domesticadas en México: cuino, coscate o pata de mula y birich o cerdo pelón mexicano (Rischkowsky y Pilling, 2010).

Con la colaboración de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana, a través de los investigadores Jorge Genaro Vicente Martínez y Manuel Espinosa, localizamos una población de cerdo pelón mexicano o nirich (nombre Maya *Birich Kéekén*, que significa cerdo pelón; '*birich*' = pelón, '*kéekén*' = cerdo). Esta raza es

conocida comúnmente como cerdo pelón mexicano, traída por Cristóbal Colón al continente Americano por primera vez en República Dominicana en 1493, y posteriormente, en 1519, Hernán Cortés estableció la primer granja en México, en Veracruz (Del Río Moreno, 1996). De las tres razas domesticadas en México, aparentemente, birich es la que a la fecha tiene mayor presencia en el país.

Con el propósito de dar un valor agregado a la cría del cerdo pelón mexicano e incorporarlo al sistema de diversificación en la comunidad, la alumna de maestría Irma Arleth Pacheco Triste, del Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana, desarrolla su proyecto de tesis en la cría de cerdo pelón mexicano, alimentados con una dieta que contiene semillas de *Brosimum alicastrum* Sw. (Moraceae), para evaluar la infiltración de ácidos grasos y su influencia en el sabor de la carne. *Brosimum alicastrum* Sw. es un árbol con diversas propiedades nutritivas, se distribuye naturalmente desde Sudamérica hasta Mesoamérica, y ha sido frecuentemente asociado a las estrategias de subsistencia, en especial por la cultura maya en la Península de Yucatán y Centro América durante el clásico tardío (Ogata, 1993). Actualmente existe en Centro América *The Maya Nut Institute*, una ONG con el propósito de rescatar los conocimientos perdidos sobre el valor alimenticio y forrajero en las familias rurales en América Central y Sur, Mexico y el Caribe <http://mayanutinstitute.org/es/inicio/>.

El proyecto de cría del cerdo pelón mexicano en la comunidad incluye la evaluación y manufactura de la carne (elaboración de embutidos al alto vacío y platillos locales) para obtener un valor adicional por su venta.

Estos son los esfuerzos que el grupo viene realizando a la fecha en la búsqueda de bienestar a través de los principios descritos previamente por Barkin y Lemus (2015): autonomía, solidaridad, autosuficiencia, sustentabilidad regional y el uso de sistemas agroforestales de cacao como el centro de la diversificación productiva.

Conclusiones

Con este trabajo demostramos que existen alternativas a la economía para el desarrollo y beneficio de las comunidades locales. Que los sistemas agroforestales diversificados de cacao son una estrategia adecuada de manejo y uso racional de ecosistemas de alta diversidad biológica que pueden funcionar como detonador para incorporar otras estrategias de diversificación productiva en la búsqueda de bienestar en las comunidades locales.

Es necesario resaltar que el cultivo de cacao fue originalmente diseñado para desarrollarse en la sombra de las selvas lluviosas de alta diversidad biológica, que este tipo de cultivo tiene límites y, por tanto, no debe realizarse en sistemas extensivos de producción a sol o casi a sol utilizando altas cantidades de fertilizantes y plaguicidas, a costa de los ecosistemas de alta diversidad biológica, ni de la dignidad ni el bienestar de quienes lo

cultivan con tal de abastecer a la industria. Cabe mencionar también que existe un mercado en el cual se puede colocar el cacao mexicano producido a la sombra en sistemas agroforestales diversificados, bajo un uso moderado de los recursos naturales por el cual los productores reciban un precio justo por sus cosechas e impulsar a que los productores den un valor agregado al grano (promover la venta en pasta o chocolates terminados).

Finalmente, se debe recordar que la industria del chocolate genera ventas por más de 120 000 millones de dólares anuales principalmente mediante la expansión de monocultivos a sol, mientras la mayoría de los productores del grano (indispensables para generar esa cantidad de dinero), viven en la miseria y la marginación. Esto es una prueba irrefutable de que este tipo de producción de cacao debe rechazarse de las políticas de desarrollo de un país como México. Es indispensable aplicar alternativas de desarrollo para el sureste de México que beneficien en primer lugar a los pequeños productores, que sean compatibles con el uso y manejo moderado de la diversidad biológica y fortalezcan los valores culturales asociados a este cultivo. Estas alternativas están ahí desde épocas prehispánicas, y son la clave para conseguir el desarrollo de las comunidades locales, la conservación de la biodiversidad y mitigar los cambios climáticos. Es necesario recuperar las formas tradicionales sobre el manejo de ecosistemas de alta diversidad diseñados desde épocas prehispánicas para el bienestar local, del sureste de México y del planeta.

Agradecimientos

Agradezco profundamente la participación de las 19 familias de Camino de Ixcatlán, en especial a: Atanacio López Mejía, Pablo López Felipe, Juan Carlos López Carrera, Agustín Domínguez Mejía, Benito Felipe Carrera, Cornelio López Felipe, Daniel Gregorio Castro, Dionisio López Felipe, Esteban Gregorio Castro, Gilberto Felipe Carrera, Lázaro López Felipe, Sixto Felipe Llana, Aleida Gregorio Castro, Carmela López Felipe, Cecilia Gregorio Castro, Jessica López Felipe, Libia Carrera Mateo, Nayeli Moreno Juan, Rosa Sierra Luciano, Victoria Felipe Llana.

La colaboración de Alejandro de Ávila, director del Jardín Etnobotánica de Oaxaca. Héctor Manuel Meneses, director del Museo Textil de Oaxaca. Jorge Genaro Vicente Martínez y Manuel Espinosa, investigadores de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana. Irma Pacheco Triste, estudiante de la Maestría en Ciencias en el Centro de Investigaciones Tropicales. Namiko Ogata Aguilar, Vicente Barrera Aguilar y Teodora Blanco Guevara, Abel Enríquez González, Ricardo Leos. Pedro García Alamilla, investigador de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y Orlando López Báez investigador de la Universidad Autónoma de Chiapas. Finalmente agradezco a Ana María de la Cruz y Tobbia Maddalena por su colaboración para el entrenamiento de Juan Carlos López Carrera.

Bibliografía

- Arvelo, M. A., Delgado, T., Maroto, S., Rivera, J., Higuera, I., y Navarro, A. (2016). *Estado actual sobre la producción y el comercio del cacao en América*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura / Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco.
- Barkin, D., y Lemus, B. (2015). Soluciones locales para la justicia ambiental. En B. Hogenboom et al. *Gobernanza Ambiental en América Latina: Conflictos, Proyectos y Posibilidades*. Buenos Aires: CLACSO.
- Carroll, S. B. (2010). Tracking the Ancestry of Corn Back 9,000 Years. *Science. The New York Times*, mayo 24. Recuperado de <http://www.nytimes.com/2010/05/25/science/25createure.html>
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., y Dirzo, R. (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Publicado en línea. PNAS, 10 de julio, 2017 | E6089–E6096
- Coe, M. D. (2017). *América's first civilization*. Nueva York, Horizon.
- Del Río Moreno, J. L. (1996). El Cerdo. Historia de un elemento esencial de la cultura castellana en la conquista y colonización de América (siglo XVI). CSIC. Recuperado de <http://estudiosamericanos.revistas.csic.es>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2014). *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Recomendaciones de Política*, Santiago: FAO.
- Fernández de Oviedo y Valdés, G. (1851), Capítulo XXX. En D. J. Amador de los Ríos (ed.). *Historia general y natural de las Indias, islas y tierra-firme del mar océano* (Libro VIII). Madrid: Real Academia de la Historia.
- González-Lauck, V. W. (2005). *Cacao en México: Competitividad y medio ambiente con alianzas. Diagnóstico rápido de producción y mercadeo*. (Orden de tarea núm. 825 del contrato número PCE-I-26-99-00003-00). USAID.
- Gómez-Pompa, A., y Kaus, A. (1999). From pre-Hispanic to future conservation alternatives: Lessons from Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96(11), 5892–5986.
- Higonnet, E., Bellantonio, M., y Hurowitz, G. (2017). *Chocolate's dark secret*. How the Cocoa industry destroys national parks. Recuperado de http://www.mightyearth.org/wp-content/uploads/2017/09/chocolates_dark_secret_english_web.pdf
- Millon, F. (1955), *When the money grew on trees*. Tesis de doctorado. Columbia University, Canada.
- Off, C. (2006). *Bitter Chocolate. Investigating the dark of the world's most seductive sweet*. Queensland: Vintage Canadá.
- Ogata, N. (1993). Explicación alternativa de la abundancia de *Brosimum alicastrum* (Moraceae) en el centro de la península de Yucatán, México. *Biótica (Nueva época)*, 1, 103-107.
- Ogata, N. (2017). Mazateca. Proyecto de diversificación productiva. Web. Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana. Recuperado de http://etnoecologia.uv.mx/diversidad_biocultural/mazateca/.
- Ogata, N., Gómez-Pompa, A., Aguilar, A., Castro-Cortés, R., y Plummer, O. E. (1999). *Árboles tropicales comunes del área maya. Sistema de identificación taxonómica*. (CD-ROM), México-Riverside: University of California / Conabio / Gestión de Ecosistemas.
- Ortiz, P., Rodríguez, M. del C., y Delgado, A. (1997). *Las investigaciones arqueológicas en el Cerro sagrado Manatí*. Xalapa, Universidad Veracruzana.
- Rischkowsky, B., y Pilling, D. (2010). *La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura*. Roma: FAO.
- Ruf, F. O. (2012). The Myth of Complex Cocoa Agroforests: The Case of Ghana. *Human Ecology Interdisciplinary Journal*, 39(3), 373-388.
- The Maya Nut Institute. <http://mayanutinstitute.org/es/inicio/>
- Zequeria-Larios, C. (2014). *La producción de Cacao (Theobroma cacao L.) en México: Tabasco, Estudio de caso*. Tesis de doctorado. Universidad Veracruzana.

2.9 Las majadas del altiplano potosino: geografía, organización social y variabilidad climática

Gerardo Hernández Cendejas¹

Enedely Vargas Muñoz¹

Correo correspondencia: ghercendejas@enesmorelia.unam.mx

Resumen

En este capítulo trataremos de manera específica el tema de las majadas dentro del sistema de producción agrosilvopastoril que llevan a cabo los habitantes del altiplano potosino. Las majadas pueden entenderse como una parte importante de un sistema agrosilvopastoril más amplio en el cual los pastores-agricultores del altiplano utilizan diferentes estrategias tanto agrícolas como ganaderas para producir alimentos en una zona donde, por su condición climática, esto resulta un reto importante. Abordaremos en un primer momento el contexto geográfico de la región de estudio, que es el altiplano potosino, visto desde la relación que hay entre el relieve y los patrones de asentamiento, los usos del suelo y vegetación, el clima, así como la caracterización de las sociedades ganaderas para luego explicar la distribución y ubicación de las majadas en esta región;

¹ Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia-UNAM.

para en un segundo momento presentar tres estudios de caso donde se llevó a cabo el trabajo de campo y se hizo una etnografía sobre la alimentación y su relación con el territorio. Los estudios de caso fueron el ejido Álvaro Obregón en el municipio de Charcas, La Maroma en el municipio de Catorce y el ejido Presa Verde en el municipio de Cedral, todos ubicados en la región del altiplano del estado de San Luis Potosí, México.

Palabras clave: Majada, altiplano potosino, sociedades ganaderas, usos de suelo, clima

Abstract

In this chapter we will deal specifically with the issue of the majadas within the agrosilvopastoral production system carried out by the inhabitants of the Potosí highlands. The majadas can be understood as an important part of a broader agrosilvopastoral system in which the pastoralist-farmers of the altiplano use different agricultural and livestock strategies to produce food, in an area where, due to its climatic condition, this is a major challenge. We will address at first the geographical context of the study region, which is the Potosí highlands, seen from the relationship between the relief and settlement patterns, land and vegetation uses, climate, as well as the characterization of the livestock societies to later explain the distribution and location of the majadas in this region, and then present three case studies where the field work was carried out and an ethnography was made on food and its relation with the territory. The case studies were the ejido Álvaro Obregón in the municipality of Charcas, La Maroma in the municipality of Catorce and the Ejido Presa Verde in the municipality of Cedral, all located in the highland region of the state of San Luis Potosí, Mexico.

Keywords: majada, Potosí highlands, livestock societies, land uses, climate

Introducción

El objetivo de este capítulo es hacer el análisis de un sistema agrosilvopastoril que se practica en el semidesierto chihuahuense aunque, de manera específica hablaremos solo del área que comprende al altiplano potosino. Dentro de este sistema las majadas representan una práctica social del sistema de pastoreo adaptada al clima del desierto. Las majadas son sitios, áreas, parajes, lugares, pequeños asentamientos humanos o corrales que se encuentran de manera dispersa en los ejidos del altiplano potosino y que se utilizan como una estrategia de pastoreo, sobre todo para el ganado ovino y caprino. La noción de que es un sistema agrosilvopastoril parte de la relación que existe entre esta estrategia de pastoreo y el manejo de recursos forestales sobre todo a los matorrales y bosques de encino que se encuentran en la región. Por lo tanto es importante entender que estas formas de pastoreo están vinculadas con las áreas y ciclos agrícolas que exis-

ten en los ejidos. Así las majadas forman parte del sistema y las prácticas alimentarias de los pastores/campesinos de la región.

En el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española la palabra “majada” tiene varias acepciones que son: lugar donde se recoge el ganado en la noche y se albergan los pastores, también puede significar un mesón, una posada o albergue. En Argentina y Uruguay se usa para referir a un hato de ganado lanar, y también puede significar estiércol de animales o excremento humano (RAE, s. f.).

Sobre el concepto de majada, Isabel Mora (2014) nos propone verlo como una estrategia de ganadería trashumante estacional que permite el pastoreo del ganado (sobre todo menor) para el aprovechamiento de diferentes nichos ecológicos en un contexto de clima de desierto y semidesierto. Esta definición se puede ampliar si consideramos que puede haber diferencias en cuanto a los tamaños, o el tipo de estructura, y el tiempo de permanencia de los pastores en las majadas. Si además de la definición propuesta se revisa el aspecto descriptivo de su forma y tiempo de uso, podemos proponer que una majada se compone principalmente de tres elementos. El primero es su cercanía y acceso a un área para el pastoreo de ganado, el segundo es que cuente con un corral para guardar a los animales en la noche y protegerlos de algún posible depredadores como coyotes o pumas, el tercero es que cuente con una estructura e instalación para que ahí duerma el pastor en caso de que lo requiera. En este sentido, se puede proponer que hay al menos tres tipos de majadas:

- a) La majada efímera. Sería un espacio que por alguna razón en particular se eligió para llevar a cabo el pastoreo del ganado por una temporada del año pero que es probable que no se vuelva a elegir, o bien que se destruya una vez que se ha utilizado. En cuanto a su estructura esta puede ser muy sencilla y elaborada con materiales económicos o bien disponibles en la zona como piedras, ramas de mezquite, quio-tes de maguey, entre otros, para hacer el cerco. Mientras que para protegerse del frío el pastor puede improvisar un techo con lonas o plásticos a fin de tener un lugar donde pasar las noches que decida estar en la majada. Para preparar sus alimentos probablemente haga una fogata en la zona. La llamamos majada efímera porque quizás solo dure una temporada y la estructura se destruya en un tiempo corto. A menos de que el pastor decida construir una estructura más permanente: en este caso se encuentra el segundo tipo de majada.
- b) Majada de ocupación temporal o estacional recurrente. Nos referimos a una majada la cual un pastor o su familia decide ocuparla de manera recurrente cada año por cierto tiempo, que puede ser de unas semanas hasta tres o cuatro meses dependiendo de las necesidades y abundancia de pastos y hierbas para el ganado. En cuanto a su estructura, son majadas que muchas veces cuentan con un corral de piedra bien armado así como la construcción de una vivienda de uno o dos cuartos también elaborada de piedra o de materiales más duraderos

que en el caso anterior, como madera o ladrillo. En estos casos, la construcción se hace con el objetivo de usarla recurrentemente en la época que se requiera el alimento disponible en la zona para el ganado. Por lo general estas majadas están aisladas entre sí por cientos de metros e incluso kilómetros de otra majada o centro de población, por lo que lucen en el paisaje como una casa aislada en medio del desierto o de la sierra. Si se visita cuando no está en uso es fácil pensar que es una construcción abandonada o tener la sensación de llegar a un lugar deshabitado, lo cual es un error. Cada majada tiene su propietario y muchas veces esta propiedad está reconocida por los mismos ejidatarios. Se entiende que una majada es en cierta medida una parte del patrimonio de una familia. Dependiendo de las prácticas y costumbres del pastor y su familia este puede vivir o pasar temporadas solo en la majada o bien hacerse acompañar por los integrantes de su familia. En todo caso, son espacios de aislamiento, lo cual hace que las condiciones de vida en una majada no sean las más confortables, o donde haya mucha interacción social, sino todo lo contrario: son lugares de mucho silencio y, en cierta medida, de mucha introspección, sobre todo al contemplar la vastedad del desierto o de la sierra.

- c) Un tercer tipo es la majada-ranchería o de pequeño caserío. Por diferentes circunstancias se pueden encontrar en el altiplano otro tipo de majadas que serían aquellas donde dos o más familias, muchas veces emparentadas, construyen sus casas y sus corrales para establecer una residencia más prolongada o completamente permanente en la majada. En estos casos podemos ver grupos de casas compuestas por un número de habitantes de entre cinco o cincuenta que deciden instalarse en la majadas por la ventajas que les representa como pastores vivir cerca de las áreas donde hay disponibilidad de alimento o cercanía a un recurso como el agua. Mantienen su estatus como majada porque sigue siendo un pequeño núcleo de población que está vinculado o que depende de un centro, y porque además en muchos casos carece de infraestructura necesaria en muchos sentidos; por ejemplo, no siempre hay agua entubada en este tipo de asentamientos, también suelen carecer de electricidad, o la tienen en condiciones precarias. Lo mismo puede suceder en el caso de las escuelas. De hecho en muchas de estas localidades los niños que están en edad escolar suelen irse a vivir a la localidad central, que muchas veces es el centro del ejido. En estos casos lo más común es que utilicen sus lazos de parentesco para que los hijos vivan en la casa de un pariente, como pueden ser los abuelos, los tíos o un padrino. No obstante, hay casos en que las familias deciden no enviar a sus hijos a la escuela o lo hacen a una edad avanzada, lo cual para las autoridades escolares no ha dejado de ser un reto comprender y atender esta circunstancia particular de las familias que viven bajo este patrón de asentamiento disperso.

Para entender cómo funcionan las majadas es importante tener en cuenta elementos como el contexto geográfico en que se practica. Vinculado a éste tenemos los usos del suelo y vegetación propios de la región así como el tipo de sociedades ganaderas que habitan estos territorios, esto nos permite considerar cómo se insertan las majadas en este espacio geográfico y en este tipo de organización social.

La estructura de este capítulo será dividida en tres partes. La primera parte está dirigida a entender el contexto geográfico, social y cultural del altiplano potosino. La segunda parte presenta de forma concreta tres estudios de caso analizando majadas dentro de los ejidos de Álvaro Obregón en el municipio de Charcas, el ejido Real de Maroma en el municipio de Catorce y por último el ejido Presa Verde en el municipio de Cedral. Todos están ubicados en el estado de San Luis Potosí, México. La tercera parte está dirigida al tema de la relación entre estos sistemas agroalimentarios y la variabilidad climática en los estudios de caso.

El contexto geográfico, social y cultural del altiplano potosino

En la clasificación de las ecorregiones de México, el altiplano de San Luis Potosí está incluido en el desierto Chihuahuense, el más extenso de América del Norte, abarcando áreas tanto de México como de Estados Unidos. Tan solo la porción que corresponde a México es de aproximadamente 348 661 km². Esto representa el 17.74% de la superficie terrestre de la República Mexicana. Por lo tanto es una de sus regiones geográficas más extensas y se encuentra en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, el sur de Nuevo León, una porción de Tamaulipas y una parte importante del estado de San Luis Potosí (Mapa 1).

Es importante mencionar, además, que en esta parte del altiplano potosino pasa el Trópico de Cáncer, del lado oeste de la Sierra de Catorce esta línea pasa cerca de localidades como Guadalupe, el Carnicero y el Arrastradero. Del lado este el trópico pasa cercano a localidades como San José de los Orozco y Pastoriza. El Trópico de Cáncer es importante entre otras cosas porque es una línea que cruza otros desiertos en el mundo no solo en América sino también en África y Asia.

Dentro del estado de San Luis Potosí hemos definido como área de estudio los municipios de Catorce, Cedral, Charcas, Matehuala, Vanegas, Venado, Villa de la Paz y Villa de Guadalupe.

Teniendo en cuenta la clasificación de las formas del relieve para el estudio de unidades del paisaje propuesta por Priego et al. (2010), el relieve del altiplano potosino estaría conformado por cinco formas diferentes entre las que encontramos valles, planicies onduladas, planicies acolinadas, lomeríos y montañas (Mapa 2).

Si analizamos la relación entre las formas del relieve, y el patrón de asentamiento de la población del altiplano potosino tenemos que el tipo de relieve más poblado en la región es el de las llanuras planas y onduladas pues en este viven el 77.3% de la población según el censo del 2010. En segundo lugar tenemos las llanuras colinosas con el 13%, y en último lugar tendríamos las montañas con apenas el 2% de la población de la región. Esta relación la podemos ver más claramente en el Tabla 1.

Además del relieve, el otro aspecto importante para entender la conformación geográfica del altiplano potosino son los climas, que de manera general se identifican dentro del tipo de climas secos. Entre ellos tenemos los siguientes:

BSohw. Árido, semiárido, temperatura entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Este tipo se encuentra en una franja que va de las planicies de Matehuala hasta Villa de Guadalupe.

BSok(x') Árido, templado, con una temperatura entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Este tipo se ubica en la Sierra de Catorce y hacia el norte de Vanegas tomando una parte del oeste de Cedral.

BSokw. Árido, templado, con una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, con una temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C. Este tipo se ubica en las planicies de Catorce y Vanegas.

BWhw. Muy árido, semiárido, temperatura media anual entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, con una temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Este clima se ubica al este de Villa de Guadalupe en la colindancia de la Sierra Azul del estado de Nuevo León y Tamaulipas.

BS1h(x'). Semiárido, semiárido, con una temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Al norte y al noreste de Matehuala y al sur de Cedral en la zona que colinda con la sierra Azul de Nuevo León.

BS1kw. Semiárido, templado, con una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Este tipo se encuentra al este de Venado y casi la totalidad del municipio de Charcas y abarcando una parte del oeste de Villa de Guadalupe.

BWkw. Muy árido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Este tipo de clima se encuentra en el bajío de Catorce en localidades como Santa María del Refugio, Tanque de Arenas y Tanque de Dolores.

Además del relieve y el clima, el otro elemento importante para entender la conformación de la región está integrado por los diferentes usos del suelo que hay en la región que estarían constituido de la siguiente manera:

El tipo de vegetación que provee de mayor recurso para la alimentación del ganado son los matorrales xerófilos, los pastizales y chaparrales; a continuación se describe cada uno de estos tipos según la síntesis de información geográfica del estado de San Luis Potosí publicada por INEGI (2002).

Matorrales xerófilos

Matorral desértico micrófilo: Una de las características principales de estas comunidades es la hoja o folíolos de tamaño reducido, prefiere terrenos planos cuya altitud ronde de los 1 000 a los 2 300 msnm con climas semiseco, seco y muy seco templado; la temperatura ideal va de los 12°C a los 18 °C. El suelo en el que se establecen estas comunidades es denominado como Xerosol háplico y Xerosol cálcico, originado a partir de escurrimiento de las partes altas de las sierras y de los depósitos someros y algo pedregosos pobres en materia orgánica con altas concentraciones de carbonatos de calcio. Principalmente se encuentran las siguientes especies como predominantes en estas comunidades: *Larrea tridentata* (gobernadora), *Flourensia cernua* (hojasén), *Yucca filifera* (palma china) y diferentes especies de *Opuntia* sp. (nopal) por ejemplo: *Opuntia leucotricha* (nopal duraznillo).

Matorral desértico rosetófilo: Estas comunidades se distinguen por las hojas en forma de roseta además de largas y angostas, por ejemplo el agave. Las características del terreno en el que se establecen son cerros bajos y lomeríos, crecen en alturas que van de los 1 500 a los 2 000 msnm con temperaturas que van de los 12° a los 18°C, en suelos calizos. Algunas especies que forman estas comunidades son *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Hechtia glomerata* (guapilla) y *Daysyilirion* sp. (sotol). Estas comunidades de matorral suelen establecerse en zonas de transición con el matorral micrófilo. Por las características altitudinales de cada uno es común encontrarlos en los abanicos aluviales de lomeríos y sierras. A su vez, el matorral rosetófilo da lugar a pastizales y bosques a altitudes mayores en puntos de transición.

Matorral crasicaule: Las comunidades de este tipo se caracterizan por tallos succulentos y espinas como las cactáceas. Es común encontrar especies del género *Opuntia* y *Myrtillocactus*. Estas comunidades se distribuyen en un rango muy amplio que va desde los 1 000 hasta los 2 200 msnm por lo que pueden encontrarse en partes altas de las sierras, pie de monte o llanos a temperaturas entre los 17°C y los 19°C. Se desarrollan en suelos de texturas medias derivados de rocas volcánicas con bajo contenido de materia orgánica. Algunos ejemplos de especies que integran estas comunidades son: *Ferocactus* sp. (biznaga), *Jatropha dioica* (sangre de drago) y *Opuntia* sp.

Pastizales

Las comunidades de pastizales se componen de plantas herbáceas graminiformes y se distribuyen principalmente entre los 1800 y los 3000 msnm en temperaturas que van entre los 16°C y los 18°C.

Se establecen en suelos rocosos principalmente aquellos de origen ígneo y de textura media. Algunos ejemplos de las especies que forman estas comunidades son: *Bouteloua gracilis* (navajita) y *Lycurus phleoides* (cola de zorra).

Bosques

En la región también se encuentran comunidades de bosques (p. ej. Sierra de Catorce), dentro de los que destacan el bosque de pino, encino y mixtos, se desarrollan bajo condiciones templadas, semicálidas y semifrías.

Bosque de Encino: Del género *Quercus* se establecen principalmente en suelos de tipo Luvisol, Acrisol Regosol, Rendzina y Litosol, con temperaturas entre los 18°C y 24°C.

Bosque de Pino: Del género *Pinus*, se desarrolla en climas templados subhúmedos con temperaturas entre los 12°C y los 16°C, en suelos rocosos originados por procesos de sedimentación.

Chaparral

Se componen principalmente de arbustos del género *Quercus* que prefieren ambientes con temperaturas frescas como las de las altas partes de las sierras, por ejemplo: la Sierra de Catorce, el establecimiento de estas comunidades se vincula a su crecimiento en gradientes altitudinales que no son los ideales para el desarrollo de bosques templados (INEGI, 2002) (Tabla 1). La temperatura oscila entre los 12°C y los 18°C y los suelos se consideran someros pedregosos y drenados (Mapa 3).

Sociedades ganaderas

Además de los aspectos geográficos como el relieve, los climas y los usos del suelo, el otro elemento para entender la región tiene que ver con el tipo de sociedad que se ha conformado dentro de este espacio geográfico. Una manera de proponer elementos para entender las formas de organización social de una buena parte de las poblaciones del altiplano potosino es pensar en ellas como sociedades ganaderas. También habrá que considerar la coexistencia con sociedades mineras –aunque de estas no hablaremos en este capítulo–.

La propuesta de entenderlas como sociedades ganaderas se basa en la idea de que este tipo de sociedad busca optimizar sus recursos para favorecer la actividad ganadera. Así podemos pensar que la organización de estas poblaciones busca mantener su reproducción social principalmente en el manejo del ganado incluso más que en la agricultura. En este sentido podemos ver que su conformación como sociedades ganaderas se basa en los siguientes aspectos: la organización familiar, la organización social, la tenencia de la tierra y el manejo del territorio.

La ganadería es en muchos de los ejidos de la región su principal actividad. Si bien hay en algunos lugares importantes hatos de ganado mayor en el contexto nacional y sobre todo estatal, esta región se destaca por la cría de ganado menor tanto ovino como caprino.

Hablando de ganado ovino, San Luis Potosí se ubica como el noveno productor a nivel nacional con 286 960 cabezas de ganado, de estas en la zona de estudio podemos mencionar a los municipios de Charcas y de Venado que aportan el 7.1% y 5.1% de la producción estatal, respectivamente (INEGI, 2007).

En lo que se refiere a la producción de ganado caprino es sin duda donde la región tiene su mayor potencial. A nivel nacional San Luis Potosí se ubica como el segundo lugar solo debajo del estado de Coahuila con una producción de 418 432 cabezas de ganado caprino. De estas el 96.7% se lleva a cabo en unidades de producción a través del pastoreo, mientras que solo el 3.3% se realiza en traspatio de manera estabulada. La mayoría de las unidades de producción manejan en promedio hatos de entre 20 y 50 cabezas. En cuanto al porcentaje de la producción estatal podemos destacar cinco de los ocho municipios de la región. Así, Charcas aporta el 9.6% de la producción estatal, le sigue Catorce con el 7.7%, Venado con el 7.5%, Villa de Guadalupe con el 6.4% y Cedral con el 6.2%. Esto explica en parte por qué la práctica de la trashumancia que se lleva a cabo en las majadas resulta una actividad fundamental para la cría del ganado caprino y por lo tanto una de las principales actividades de la región (INEGI, 2007).

Algo que hay que hacer notar es que si bien la ganadería fue en algún momento una actividad vinculada al abastecimiento de los sitios mineros, también ha sido una actividad adaptada al medio ecológico, aun cuando ha habido fluctuaciones de la actividad minera, sobre todo el abandono de la producción. Así, la ganadería ha permanecido como una importante actividad agrícola, sobre todo como una actividad adaptada al clima del semidesierto chihuahuense.

En este contexto de sociedades ganaderas la organización familiar resulta un factor importante. Una familia extensa permite el manejo de mayores hatos de ganado en el caso de la ganadería caprina. Mientras más numerosa sea la familia, más capacidad tendrá para manejar hatos más grandes. Algo interesante que hemos observado es que en algunas familias el hato se maneja como una unidad en lo que se refiere al pastoreo; sin embargo, hay familias donde cada uno de sus integrantes tiene asignada una parte de los animales, teniendo claramente quién es dueño de cuáles animales.

Lo anterior se explica a continuación, en el ejido del Cedazo, municipio de Charcas, una familia tenía un hato de cerca de 60 animales entre borregos y cabras. Pudimos platicar con el padre de familia quien en esa ocasión iba a ir a pastorear. El señor nos explicó que él manejaba el hato junto con sus dos hijos. Ambos estaban casados y nos señaló cuáles animales eran de cada uno de sus hijos. Además, sus nietos y sus nietas también tenían parte del ganado. De igual manera, los hijos y los nietos sabían cuáles animales eran suyos. Esta distribución sobre los animales puede tener entre otros propósitos mantener el vínculo entre la familia y el hato ganadero. Lo anterior puede ser una estrategia no explícita de mantener la reproducción de la unidad doméstica en la medida en que se mantiene el interés por el manejo familiar del hato, lo cual ayuda a distribuir las actividades del pastoreo entre varias personas y no solo una. Especialmente el pastoreo de cabras resulta una actividad física intensa y cansada que además se tiene que hacer todos los días en horarios similares. Por lo general el pastoreo inicia entre las 9 y 10 de la mañana y dura hasta que hay luz de día. Así si un pastor quiere descansar o necesita hacer una actividad diferente del pastoreo, como realizar un trámite que implique abandonar la actividad del pastoreo, se ve obligado a contratar a un pastor por ese día o bien pedirle a alguien de la familia que se haga cargo. Es por esta razón que una familia más grande permite manejar hatos más grandes.

Como referencia de la estructura familiar podemos ver los datos del censo del INEGI (2010) donde se reporta que los habitantes en promedio por vivienda –que en cierta forma se aproxima al valor de la unidad familiar en la región– en la mayoría de los casos es aproximadamente de cuatro miembros. En este caso vemos que el valor más alto se presenta en el municipio de Vanegas (Cuadro 2).

Hay que señalar que este tipo de familia está basada en valores familiares patriarcales donde hay una primacía de los varones adultos sobre las mujeres. Por lo general este tipo de jerarquías no es exclusivo de las sociedades ganaderas y la encontramos en otros contextos del medio rural mexicano. Esta primacía se puede observar en aspectos como las decisiones sobre las formas de manejo del ganado, el lugar a donde se va a pastorear, el momento de los ciclos reproductivos, así como determinar el momento de la venta y el precio en que se van a vender los animales. Muchas de estas decisiones suelen ser sobre actividades que generalmente desempeñan los varones, principalmente los más grandes. Mientras que por lo general son las mujeres quienes se encargan de las labores domésticas. La herencia de los derechos agrarios que se hace principalmente hacia los hijos varones es también un elemento que refuerza la primacía de esta sociedad patriarcal.

Ahora bien esto es un esquema de manera general que tiene muchas excepciones pues hay casos donde las mujeres sí tienen un papel fundamental en las actividades ganaderas. En el ejido de la Alberca, Sierra de Catorce, por ejemplo, una vez conocimos una familia compuesta en su mayoría por mujeres, el hijo mayor estaba estudiando y eran las mujeres las que se encargaban de hacer mucho del trabajo del pastoreo. Las mujeres sa-

bían perfectamente distinguir las plantas más aptas para el ramoneo, se quedaban en las majadas y estaban orgullosos de su conocimiento y de su identidad como pastoras. Otro caso, más o menos conocido en la región, es el de la monja que vive también en la Sierra de Catorce. Ha sido tan conocida al grado que le han hecho entrevistas e incluso la visita a su vivienda se ha vuelto parte del itinerario que hacen rutas para quienes tienen la fortuna de recorrer la Sierra de Catorce en las famosas *willys*.²

Sin embargo, en términos generales se mantiene la primacía de los adultos mayores varones sobre las decisiones del pastoreo y, al ser ésta una de las principales actividades económicas de los ejidos, esto los ubica en una posición de privilegiada desde la cual se mantienen en los puestos de poder político. La mayor parte de los comisariados ejidales suelen ser varones. Esta estructura se cruza con el tema de la edad, pues los jóvenes suelen tener una participación política menor en muchos de los ámbitos como son las asambleas ejidales y las asambleas de vecinos.

En contraste, en temas escolares y comités como el del agua y otros relacionados con problemáticas específicas podemos encontrar que son espacios donde las mujeres y los jóvenes suelen tener mayor participación, entre otras razones, porque los hombres se encuentren pastoreando y no tienen tiempo para participar en este tipo de actividades. Esto ha permitido en algunos casos generar otros ámbitos políticos que, en cierta forma, han introducido una transformación en estos sistemas políticos mayormente patriarcales. Los comités creados por instancias y dependencias del gobierno como “Solidaridad”, “Oportunidades” o “PROSPERA” también han jugado un papel en este sentido. Asimismo la iglesia también ha sido uno de los espacios de mayor participación para las mujeres.

Además del aspecto familiar, las formas de organización del territorio y las composición de la tenencia de la tierra también puede entenderse mejor si las vemos desde la óptica de una sociedad ganadera, es decir, que el espacio está organizado y distribuido para favorecer la actividad ganadera mucha más que la agricultura.

Observamos en la forma de la tenencia de la tierra que en la mayoría de los ejidos se mantienen amplias y extensas superficies de uso común. Es en estas tierras de uso común donde se lleva a cabo la mayor parte de la ganadería. En el caso del ganado vacuno, este pastorea por lo general de manera libre dentro de las tierras ejidales, para esto, la mayor parte de los ejidos ha delimitado sus límites con alambre de púas. El pastor siempre acompaña al ganado menor, tanto caprino como ovino. Así, las áreas de uso común resultan fundamentales para mantener la ganadería, que es en la mayoría de los casos la base de la economía de las familias del área rural del altiplano potosino. Para ejemplificar la importancia del uso común de la tierra para la ganadería, podemos ver cómo en los siguientes ejidos las áreas de uso común son, en la mayoría de los casos, superiores al 70% (Cuadro 3).

2 Las *willys* es la forma coloquial como se conocen los vehículos 4x4 de la década de los sesenta que se utilizan para transportar pasajeros y turistas en la zona, principalmente en Real de Catorce y Estación Catorce.

El manejo del agua también está asociado a esta idea de las sociedades ganaderas pues su uso está destinado en principio para el consumo humano y en segundo lugar para el abasto de los animales. En muchos casos los ejidos tienen un pozo para la población y en algunos casos tienen pozos de agua destinados al ganado o bien tienen diferentes horarios en los cuales las personas se abastecen de agua y donde también está permitido abastecer de agua a los animales. Este es un tema muchas de las veces delicado y que no está exento de conflictos entre los habitantes que se agrava en momento de sequía sobre todo cuando los animales comienzan a morir por la falta de agua.

Una de las estrategias para abastecer de agua a los hatos de ganado es a través de la construcción de norias, pozos, pequeñas presas, bordos de agua o jagüeyes, algunos de los cuales tienen más de 100 años. En la región de estudio se tiene un registro aproximado de 1 400 cuerpos de agua con estas características, algunos llegan a tener agua todo el año mientras otros solo la tienen durante unos meses después de las épocas de lluvia, pero en cualquiera de los casos, son un elemento para abastecer de agua al ganado en una región donde la probabilidad de sequía es un riesgo permanente.

Finalmente, el último aspecto relacionado con estas características de las sociedades ganaderas está en el patrón de asentamiento y en la existencia de las majadas como una forma de optimizar los recursos del territorio para llevar a cabo el pastoreo del ganado. Esto lo podemos ver en el siguiente cuadro, donde se señala cómo más de la mitad de la población de la región se concentra en seis localidades urbanas, incluida Matehuala, que es el núcleo urbano más grande de la región. El segundo rango de distribución de población se da en las localidades de entre 1 392 y 2 000 habitantes siendo estas 108. En tercer lugar tenemos aquellas localidades de entre 100 y 199 habitantes que concentran al 6% de la población de la región mientras que el otro 7% se encuentra disperso en localidades de menos de 100 habitantes; bajo este patrón, se ubican 586 localidades, muchas de ellas aparecen en el censo del INEGI (2007) como localidades de 10 o incluso de 1 habitante(s), es probable que muchas de estas sean en realidad majadas (Cuadro 4).

Otra variable muestra este patrón de ocupación temporal se observa en las variables del censo de población de viviendas deshabitadas y viviendas de ocupación temporal, puesto que las majadas pueden entrar en ambas categorías, dependiendo del momento en que se haga la encuesta. Si al momento en que pasa el entrevistador una majada no está ocupada, puede entrar en alguna de estas categorías dependiendo del criterio que se use. Así como vemos en el siguiente cuadro, los valores para estas categorías pueden sumar cerca del 20% en casi todos los casos. Si bien en alguna medida esto también puede ser un efecto de la migración, es altamente probable que muchas de estas viviendas sean majadas (Cuadro 5).

Con base en el trabajo de campo realizado en el 2011 por la Dra. Isabel Mora del Colegio de San Luis, A. C., sobre la ganadería caprina en el altiplano potosino, en 10 ejidos

de la región se registraron 59 majadas, sin embargo, el número de majadas totales del altiplano es sin duda mayor, sin embargo para obtener ese dato se tendría que hacer un censo de majadas en los 211 ejidos del altiplano potosino. También hay que considerar que este dato siempre estará sujeto a la variabilidad y la duración que puede tener una majada. Como ya lo mencionamos anteriormente, las majadas son establecidas por los pastores, quienes consideran criterios de vegetación, disponibilidad de cuerpos de agua, condiciones climáticas, entre otras variables para consolidarlas (Mapa 4).

Así las majadas en el altiplano potosino cuentan con diferentes estructuras y están acondicionadas de acuerdo a las características del sitio, es por ello que existe una diversidad respecto a su establecimiento y manejo silvopastoril. No obstante estas diferencias, lo que tienen en común estas majadas es que son estrategias para conseguir alimento y forraje, principalmente para el ganado caprino. Mucho de este forraje se relaciona directamente con las áreas arbustivas y en las que hay presencia de encino; especialmente el chaparral resulta una de las principales zonas o tipo de cobertura vegetal que más se usa para llevar a pastorear las cabras. De igual manera, en muchos casos, las majadas están cercas de zonas donde se practica la agricultura de temporal. Es en este sentido que la majada puede considerarse un sistema de manejo agrosilvopastoril. Esto lo ejemplificaremos con más detalle en los estudios de caso.

Estudios de caso

Álvaro Obregón, Charcas

El municipio de Charcas se localiza al norte del estado de San Luis Potosí con las siguientes coordenadas 101° 06' 50" de longitud oeste y 23° 07' 41" de latitud norte, se encuentra a una altura de 2 010 MSNM (Inafed, s. f.a). Colinda con los municipios de Santo Domingo y Catorce al norte, al este con los municipios de Catorce y Villa de Guadalupe, con los municipios de Venado y Salinas al sur, al oeste con los municipios de Salinas y Santo Domingo (Sedesol, 2013a). Su superficie es de 2 161.865 km². En 2010 contaba con una población de 20 138 habitantes y una densidad de población de 9.78 habitantes/km², algunas localidades del municipio se encuentran catalogadas con marginación muy alta y alta (Sedesol, 2013a). (Véase Mapa 4).

Las tres localidades principales del municipio de acuerdo al número de habitantes son Charcas (cabecera municipal), Cañada Verde (664 habitantes) y Álvaro Obregón (574 habitantes) (Sedesol, 2013a) (Mapa 5).

El manejo del ganado vacuno consiste en liberar el hato en el área que corresponde al uso común. Todos los ejidatarios que poseen ganado grande, incluso equino, lo liberan en este área. Ahí el ganado se alimenta de la vegetación que prefiera, principalmente matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo, y acude a tanques para abas-

tecerse de agua. Cada ejidatario vigila su hato y lo marca cuando se reproduce. Este tipo de ganado está destinado principalmente para la venta de carne, por lo que las razas que poseen no son buenas productoras de leche.

Las majadas se encuentran en el área que corresponde al uso común del ejido, y la alimentación del ganado se realiza a través del pastoreo. Resulta mejor para los ejidatarios tener al ganado cerca de los lugares donde puede encontrar alimento “fácilmente”, es por ello que deciden crear la majada en este área. Además, la instalación de la majada puede ubicarse cerca de un cuerpo de agua. Ésta puede ubicarse en un sitio temporalmente según decida el ganadero y su uso puede estar sujeto a las condiciones de las temporadas del año.

Durante el día un pastor –ya sea el ejidatario, un familiar o alguien contratado– se traslada hasta la majada y pastorea el ganado por el ejido; al término del recorrido regresa el rebaño a la majada y el pastor vuelve a su casa.

Otra estructura de la majada es aquella que está acondicionada para la estancia del pastor por un periodo de tiempo (un par de días, una semana, un mes, etcétera), dependiendo del tiempo que decida estar, estará mejor acondicionada la majada para la estancia, incluso algunas son construcciones de concreto o material resistente a lluvias, granizo y frío, adecuadas para la preparación de alimentos, ordeña, entre otros.

Municipio de Catorce

El municipio de Catorce se ubica al norte del estado, teniendo las siguientes coordenadas 100° 53” de longitud oeste y 23° 41” de latitud norte, a una altura de 2 680 msnm (Inafed, s. f.b). Colinda con Villa de la Paz al este, al noroeste con Cedral, con Vanegas al norte, al sur con Charcas, al sureste con Villa de Guadalupe, al suroeste con Santo Domingo y al noroeste con Mazapil, Zacatecas (Sedesol, 2013b). El municipio tiene una superficie total de 1 949.474 km² y para el año 2010 contaba con una población de 9 716 habitantes y una densidad de población de 4.98 habitantes/km². Las localidades del municipio se catalogan con marginación muy alta y alta (Sedesol, 2013b).

Las tres localidades principales de acuerdo al número de habitantes es Real de Catorce (1 392 habitantes), Estación Catorce (1 180 habitantes) y Estación Wadley (567 habitantes) (Sedesol, 2013b) (Mapa 5).

El ganado caprino, a elección del ganadero, podrá ser pastoreado o no en el área que corresponde a uso común, o puede mantenerlos en corrales donde son alimentados con salvado y alfalfa, ambos comprados.

El ganado de tipo vacuno generalmente se mantiene en corrales cercanos al hogar, su alimentación se basa en lo que el ganadero compra, recolecta del uso común y es producido en la parcela (maíz y rastrojo). Las familias que cuentan con ganado vacuno cuentan con hasta diez cabezas de ganado. El destino de este ganado es la venta de carne.

Las majadas en estas comunidades son poco comunes, e incluso muchos habitantes desconocen el concepto. Para algunos de ellos, el motivo principal de crear una majada (y tenerla por única ocasión) ha sido el clima, ya que las bajas temperaturas en estas localidades no son toleradas por el ganado. Es interesante que estas comunidades, a diferencia del ejido Álvaro Obregón, no necesiten de la majada para el cuidado del ganado caprino y en caso de ser creada, el motivo es diferente.

Presa Verde, Cedral

El municipio se ubica al norte del estado, la cabecera municipal se encuentra en las coordenadas 101° 07" de longitud oeste y 23° 08" de latitud norte, a 2 010 msnm (Inafed, s. f.c). Los municipios que colindan con Cedral son Vanegas y el estado de Nuevo León al norte, al este Matehuala y el estado de Nuevo León, al sur con Matehuala, Villa de la Paz y Catorce, con Catorce y Vanegas al oeste.

La superficie total del municipio es de 1 172.007 km² y en el año 2010 contaba con 18 485 habitantes por lo que la densidad de población se calculaba en 15.77 habitantes/km². En el municipio existen localidades catalogadas con marginación muy alta y alta (Sedesol, 2013c).

Las tres localidades principales de acuerdo al número de habitantes después de la cabecera municipal son San Isidro (1 152 habitantes), El Blanco (470 habitantes) y Presa Verde (444 habitantes) (Sedesol, 2013c) (Mapa 8).

El ganado vacuno se mantiene en el área que corresponde al uso común, es ahí donde es liberado. Su alimentación se basa principalmente del matorral desértico micrófilo y del matorral desértico rosetófilo y asiste a los cuerpos de agua: tanques, presas, entre otros para obtener agua.

El ganado caprino predomina en el ejido, su alimentación se basa principalmente en la vegetación de tipo matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo, adquirido a través del pastoreo extensivo.

Las majadas son un elemento presente en la localidad. Actualmente, y de acuerdo a los habitantes, pueden definirse como un corral donde el ganado caprino permanece durante la noche. El concepto ha cambiado, anteriormente los pastores vivían en las majadas por largos periodos de tiempo, actualmente por la facilidades de transporte (a través de motocicletas) los pastores regresan a sus hogares todos los días.

La creación de las majadas se lleva a cabo en el área de uso común por la abundancia de alimentos y la cercanía de cuerpos de agua para el ganado, y está equipada para cubrir las necesidades del pastor. Las majadas pueden ser temporales. Además, dependiendo de la disponibilidad de alimento, el pastor puede reubicar la majada de lugar.

Durante el día, el pastor se traslada de su hogar a la majada para realizar el pastoreo del ganado.

Variabilidad climática en el altiplano potosino

Las actividades desarrolladas por los habitantes en el altiplano potosino respecto al ganado están determinadas por las condiciones del clima: con base a las temporadas es establecido su manejo.

Los habitantes identifican un cambio en el clima hace aproximadamente 15 años, el cual impacta de manera negativa sus actividades. Los eventos climáticos que identifican con una modificación se relacionan a la temperatura, la precipitación, las heladas y el granizo (Tabla 2).

La temperatura se percibe como alta, los habitantes identifican episodios de calor muy altos en comparación a años anteriores, lo que en algunos casos no les permite realizar el pastoreo del ganado de la forma tradicional y se ven orillados a modificar sus rutas o la alimentación del ganado, entre otras alternativas.

En el caso de la precipitación, su temporalidad se ha modificado: los meses en los que actualmente sucede no corresponden a los que identifican las generaciones pasadas, además de reducirse la temporada o precipitar intensamente en un periodo de tiempo corto.

El granizo ha modificado su frecuencia, intensidad y tamaño, lo cual afecta la disponibilidad de alimento para el ganado, además, la calidad de la alimentación del ganado disminuye. Las heladas han sufrido un cambio en su temporalidad y principalmente se presentan en meses que no corresponden a lo esperado.

En conjunto estos eventos impactan el manejo del ganado, incluso representan pérdidas económicas para los hogares de los pastores (Tabla 2).

Conclusiones

La majada es una parte importante dentro de los sistemas agroalimentarios de la población del altiplano potosino pues le permite llevar a cabo una ganadería trashumante, lo cual, a su vez, permite diversificar las áreas de pastoreo y aprovechar los diferentes recursos de cada unidad de paisaje dentro de los límites de sus territorios, que en estos casos serían los límites de sus ejidos. Esta ganadería trashumante resulta vital en un contexto de desierto y semidesierto con recursos escasos y, sobre todo, por ser una región donde el riesgo de la sequía es alto e incluso resulta una importante estrategia de adaptación ante un escenario de variabilidad climática.

En este mismo sentido consideramos importante ver a la majada desde la perspectiva de los sistemas agroforestales, por las siguientes razones: una es porque existe

una relación entre el sistema de pastoreo y las zonas de cobertura forestal de la región, principalmente entre las zonas donde hay chaparral y bosques de encinos, por lo tanto, en buena medida, el pastoreo de cabras se lleva en algunas regiones y en algunos momentos en estas zonas, por lo tanto es un sistema de tipo silvopastoril; pero también está relacionada con la agricultura de temporal que se practica en la región. Muchas de las veces, la majada resulta ser ese lugar donde se encuentran estos dos sistemas. De hecho, muchas majadas suelen estar ubicadas al lado de zonas de agricultura de temporal y orientadas o ubicadas en las zonas donde existen aquellas propias para el pastoreo, por lo tanto la perspectiva de los sistemas agroforestales justo nos permite ver la intersección de ambas prácticas, no ya de manera aislada sino como parte de un sistema muy dinámico, tanto espacial como temporalmente que se ajusta o se adapta ante las condiciones climáticas, sobre todo ante escenarios de sequías. De ahí la importancia de tratar de entender la dinámica del sistema, por lo tanto nos parece más pertinente analizar el conjunto de las prácticas agrícolas y de ganadería más que analizarlos de manera particular.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo a la Dra. Isabel Mora del Colegio de San Luis, A.C, quien es responsable del Proyecto: “Sistema Pastoril conocimientos locales e identidad territorial. Alternativa alimentaria para el desarrollo regional del desierto”. Financiado por el Conacyt, pues la investigación de campo y la elaboración de los mapas se hicieron en el marco de este proyecto y del cual ambos autores son participantes.

Bibliografía

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), (2002). *Síntesis de información geográfica del estado de San Luis Potosí*. INEGI, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), (2007). *Regiones agropecuarias de San Luis Potosí. Censo Agropecuario*. INEGI, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), (2010). *Censo de población y vivienda*. INEGI, México.
- México. Inafed (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal), (s. f.a), San Luis Potos-Charcas, Web, revisado octubre 17 de 2017. Recuperado de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM24sanluispotosi/municipios/24015a.html>
- Inafed (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal), (s. f.b). San Luis Potos-Catorce, Web, revisado octubre 17 de 2017. Recuperado de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM24sanluispotosi/municipios/24006a.html>
- Inafed (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal), (s. f.c), San Luis Potos-Cedral, Web, revisado octubre 17 de 2017. Recuperado de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM24sanluispotosi/municipios/24007a.html>
- Mora Ledesma, M. I. (coord.), (2013). *Los caminos de la trashumancia. Territorio, persistencia y representaciones de la ganadería pastoril en el altiplano potosino*. México: El Colegio de San Luis.
- Priego, A., Bocco, G., Mendoza, M., y Garrido, A. (2010). *Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisaje*. México: IEPSA.

RAE (Real Academia Española), (s. f.). Web, revisado mayo de 2018. Disponible en <http://www.rae.es>

Sedesol (Secretaría de Desarrollo Social), (2013a). Datos Generales; Charcas, San Luis Potosí, Web, revisado diciembre 15 de 2017. Recuperado de <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=pdzpyent=24ymun=015>

Sedesol (Secretaría de Desarrollo Social), (2013b). Datos Generales; Catorce, San Luis

Potosí. Web, revisado diciembre 15 de 2017. Recuperado de <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=nacionyent=24ymun=006>

Sedesol (Secretaría de Desarrollo Social), (2013c). Datos Generales, Cedral, San Luis Potosí, Web, revisado diciembre 15 de 2017. Recuperado de <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=nacionyent=24ymun=007>

Tabla 1. Las formas del relieve y la población y sus patrones de asentamiento en el altiplano potosino

Relieve	Área en ha	% área	Población, Hab. Censo 2010	% pob.	Densidad	Localidades	% Loc.	Altura promedio de las localidades (msnm)
Valles	76 353.97	6.1	5 981	3.3	7.8	35	4.5	1 735
Llanuras planas y onduladas	517 469.24	41.8	137 982	77.3	26.6	367	47.6	1 744
Llanuras colinosas	365 412.32	29.5	23 321	13	6.3	236	30.6	1 901
Lomeríos	163 676.58	13.2	5 271	2.9	3.2	75	9.7	1 969
Montañas	113 902.02	9.2	3 707	2	3.2	58	7.5	2 502
Total	1 236 814.1	100	176 262	98.8	14.2	771	100	

Cuadro 1. De hectáreas y porcentajes por uso de suelo y vegetación

Clase	ha.	%
Pastizal	317827	25.397
Agricultura de Riego	8467	0.677
Matorral Rosetofilo	236739	18.917
Matorral Microfilo	429361	34.309
Agricultura de Temporal	108983	8.709
Mezquital	65259	5.215
Bosque de Encino	84664	6.765
Matorral Crasicaule	142	0.011

Cuadro 2. Habitantes por vivienda

Municipio	Promedio de ocupantes por vivienda
Catorce	3.93
Cedral	4.25
Charcas	3.89
Matehuala	4.09
Vanegas	4.18
Venado	3.96
Villa de Guadalupe	4.02
Villa de la Paz	4.17

Tabla 2. Impacto de la variabilidad climática por municipio

	Charcas	Catorce	Cedral
Cambio en el clima (negativo)	X	X	X
Incremento en la intensidad de calor	X	X	X
Disminución de la temporada de lluvia	X	X	X
Granizo (incremento del tamaño e intensidad de caída en un periodo de tiempo corto)	X	X	X
Alteración de las temporadas del año. Modificación de los ciclos de cultivo	X	X	X
Pérdida de producción (ganado y cultivo) por la sequía y heladas	X	X	X
Búsqueda de alternativas de alimentación del ganado y de actividades económicas	X	X	X
Pérdida de cuerpos de agua	X		
Cambio en el comportamiento de helada	X		
Aumento en la intensidad de lluvia, pérdida de tierras para la siembra		X	

Cuadro 3. Las áreas de uso común

Municipio	Ejido	Superficie en ha	Área de uso común	% del uso común
Villa de Guadalupe	San Bartolo y Tacuba	4 613	4 521	98.01
Vanegas	Estación Salado	36 513	35 448	97.08
Vanegas	Villa de Vanegas	17 123	16 569	96.76
Catorce	La Maroma	8 010	7 636	95.33
Catorce	San Antonio de Coronados	27 995	26 403	94.31
Villa de la Paz	Los limones	5 585	5 055	90.51
Catorce	Guadalupe el Carnicero	9 637	8 580	89.03
Villa de Guadalupe	Zaragoza de Solís	19 207	16 781	87.37
Cedral	Presa Verde	12 875	10 988	85.34
Charcas	Álvaro Obregón	11 079	9 385	84.71
Matehuala	Maravillas	2 214	1 760	79.49
Venado	La Trinidad	4 274	3 217	75.27
Matehuala	Encarnación de abajo	2 827	2 069	73.19
Venado	Polocote	18 757	13 097	69.82

Cuadro 4. Cuadro de habitantes por tipo de localidad

Grupo	Rango	Pob.	%	Núm. Loc.	% Loc.
1	77 328-2 728	113 749	63.77	6	0.77
2	1 392-200	39 990	22.42	108	13.78
3	199-100	11 757	6.59	84	10.71
4	99-1	12 888	7.22	586	74.74
Total		178 384	100.00	784	100.00

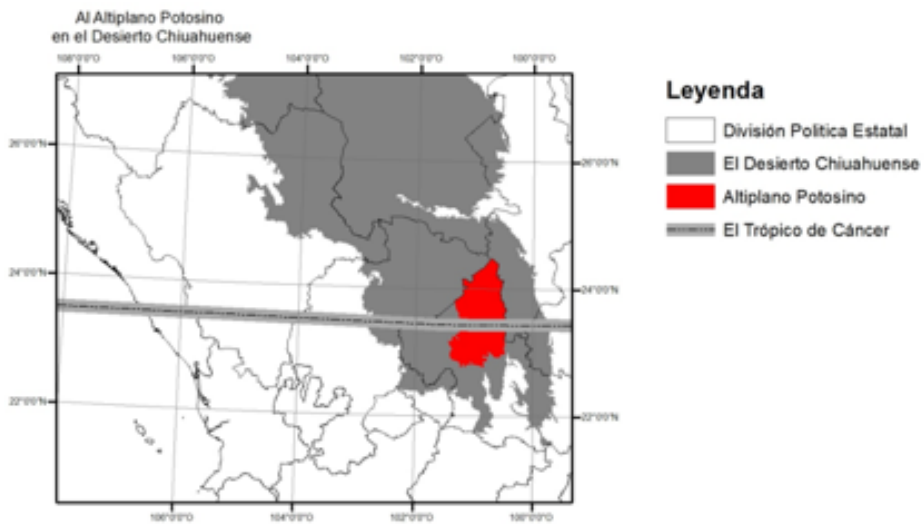
Cuadro 5. Tipo de vivienda

NOM_MUN	VIVTOT	VIVPAR_HAB	VIVPAR_DES	VIVPAR_UT	% Vivpar_des	%VIVpar_UT
Catorce	3356	2468	525	361	15.64	10.76
Cedral	5590	4334	772	476	13.81	8.52
Charcas	7059	5430	1074	551	15.21	7.81
Matehuala	28873	22256	4382	2175	15.18	7.53
Vanegas	2392	1888	363	140	15.18	5.85
Venado	4745	3657	716	368	15.09	7.76
Villa de Guadalupe	3240	2429	424	386	13.09	11.91
Villa de la Paz	1536	1278	120	133	7.81	8.66
	56791	43740	8376	4590		

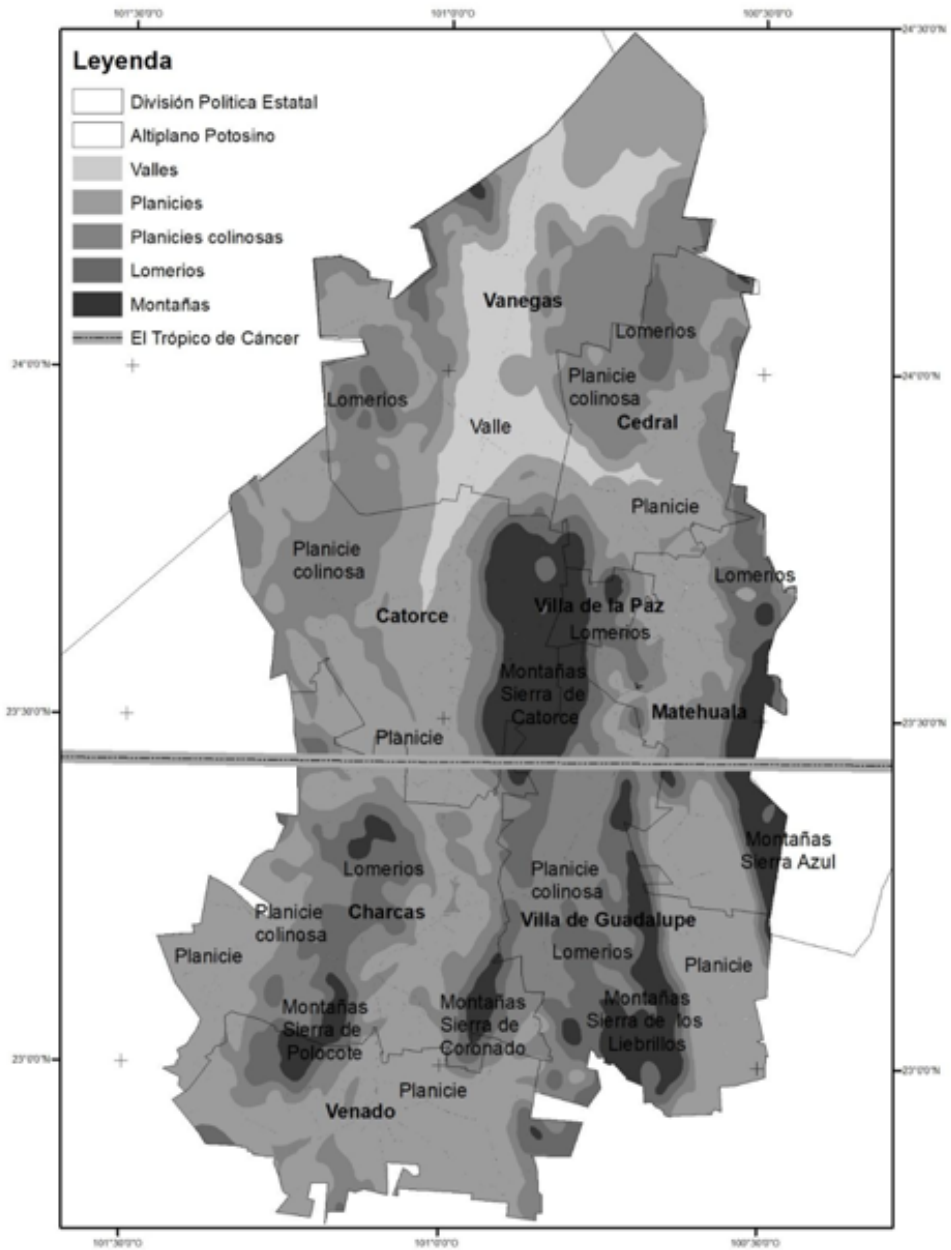
- NOM_MUN: Nombre del municipio;
 VIVTOT: Viviendas Totales;
 VIVPAR_HAB: Viviendas Particulares Habitadas;
 VIVPAR_DES: Viviendas Particulares Desocupadas;
 VIVPAR_UT: Viviendas Particulares Ocupación Temporal;
 %Vivpr_des: Porcentaje de las Viviendas Particulares Desocupadas sobre Viviendas Totales;
 %VIVpar_UT: Porcentaje de Viviendas Particulares de Ocupación Temporal sobre Viviendas Totales.

Mapa 2. Formas del relieve en el Altiplano Potosino

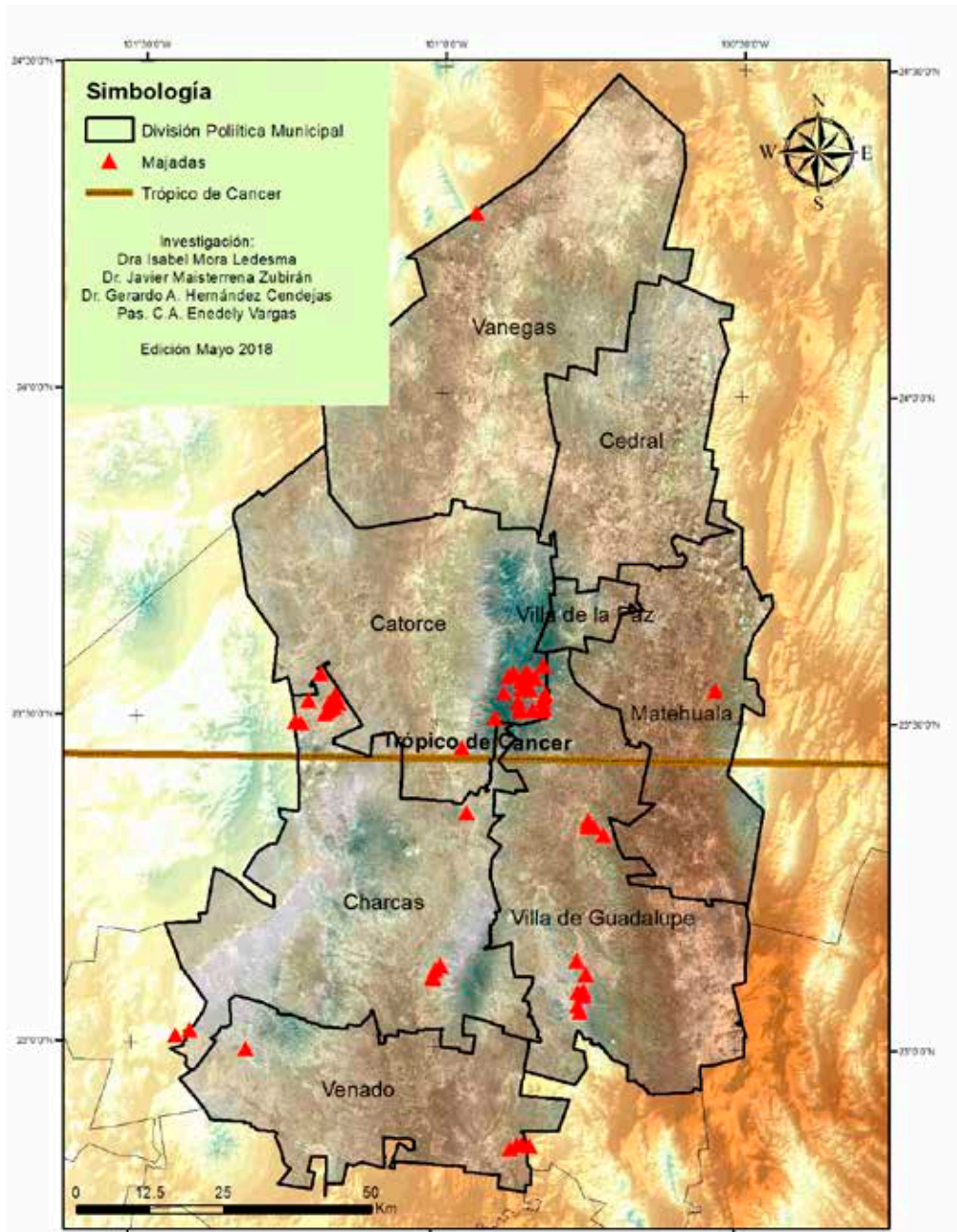
Mapa 1. El Desierto Chihuahuense dentro de la República Mexicana



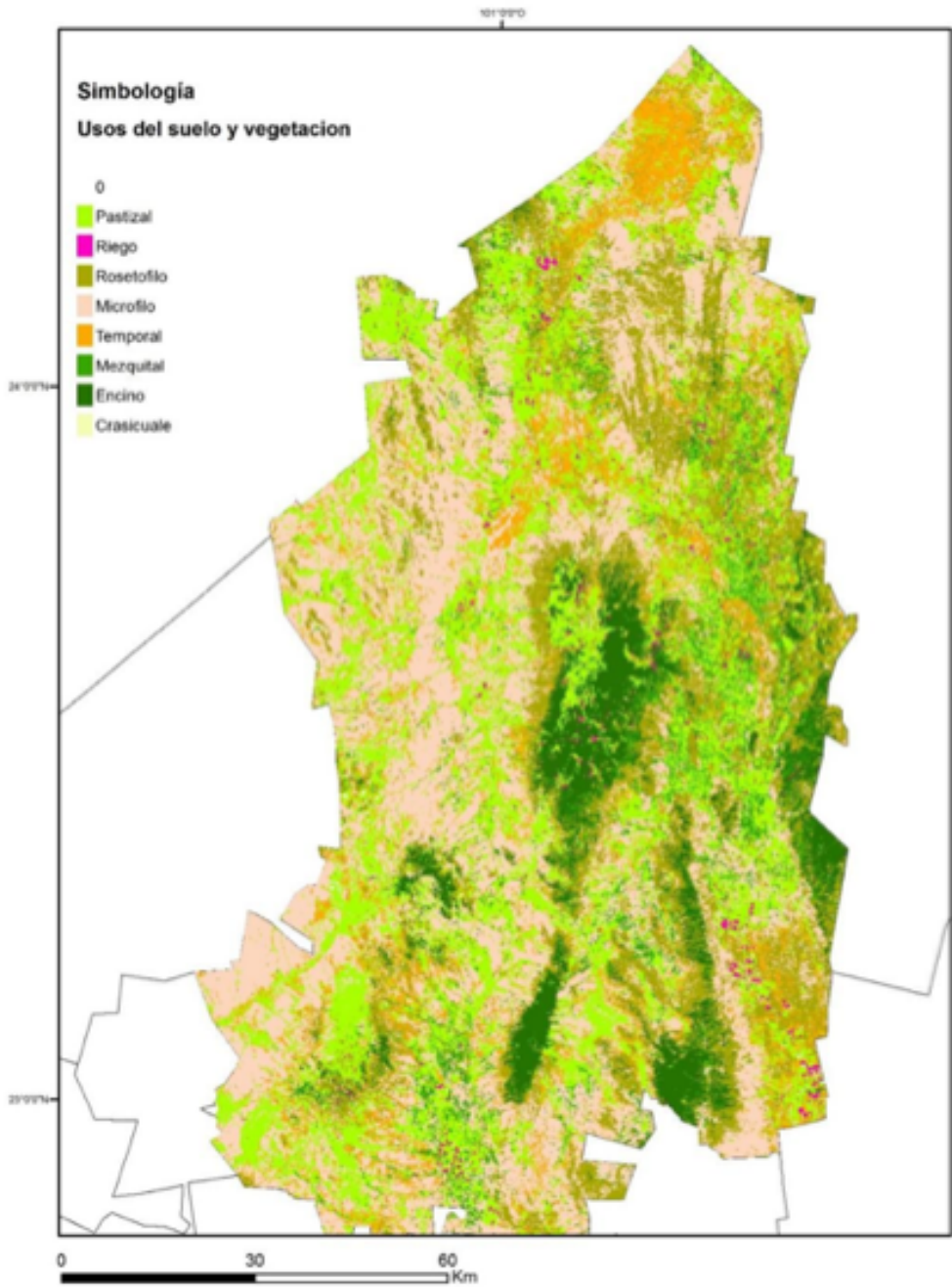
Mapa 2. Formas del relieve en el Altiplano Potosino



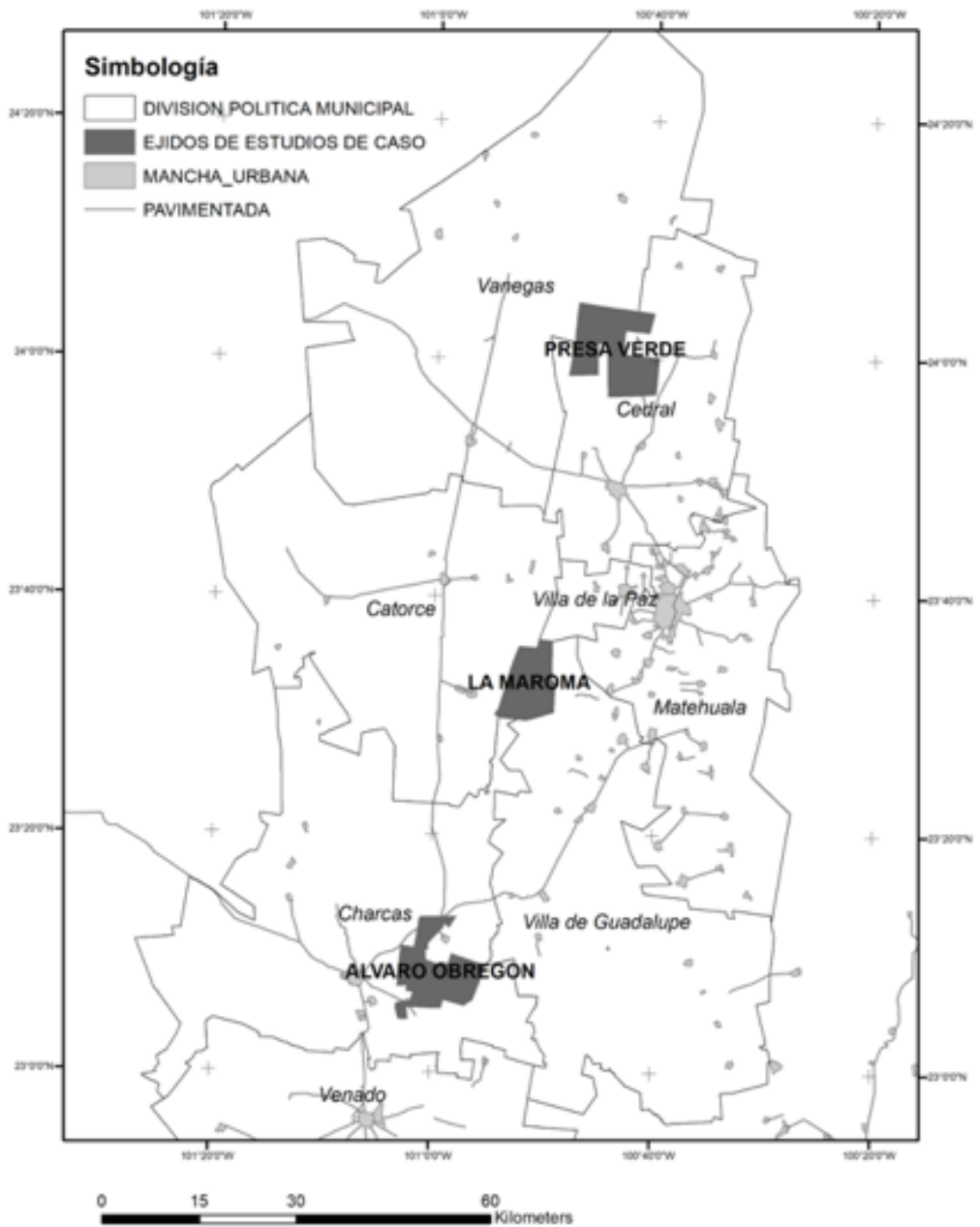
Mapa 3. Las majadas en el Altiplano Potosino



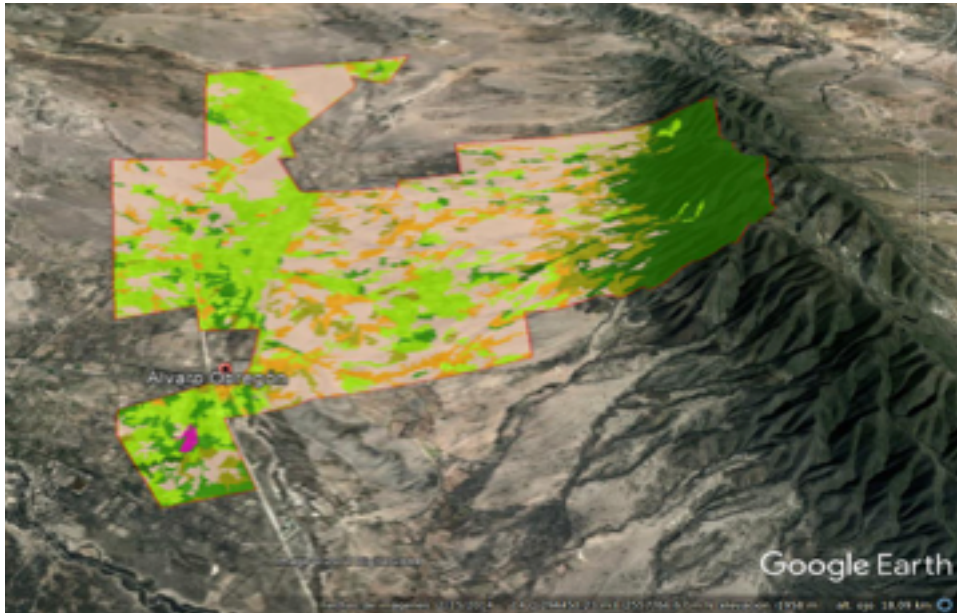
Mapa 4. De Usos de Suelo y Vegetación del Altiplano Potosino



Mapa 5. Mapa de los estudios de caso

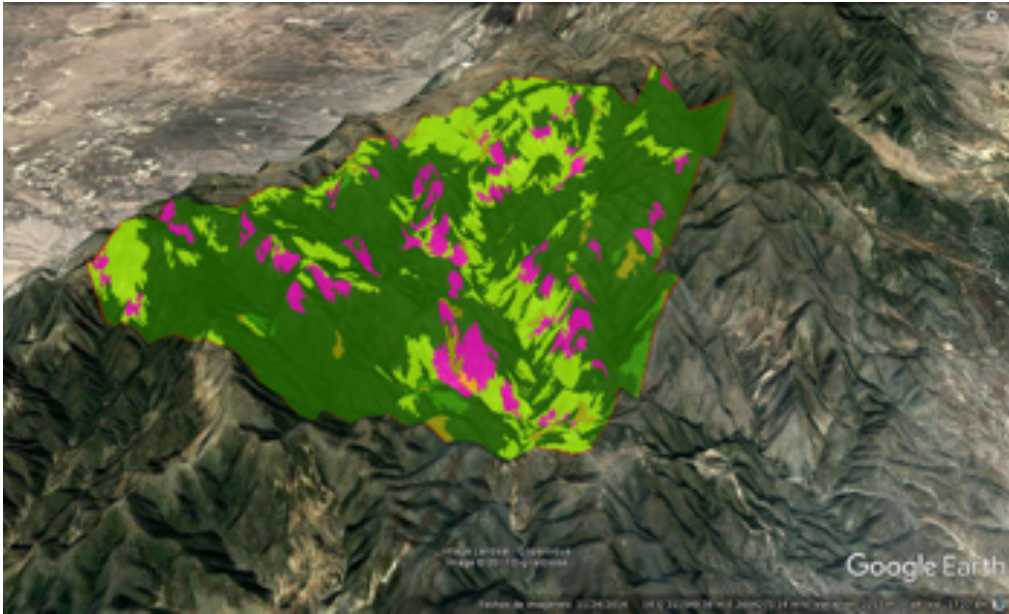


Mapa 6. Ejido Álvaro Obregón, Municipio de Charcas. Usos de Suelo y Mapa climático



	Álvaro Obregón	Extensión en porcentaje (%)
Pastizal	2 221.36	0.29
Agricultura	104.49	0.01
Matorral Desértico Rosetofilo	607.11	0.08
Matorral Desértico Microfilo	3 051.84	0.40
Mezquital	459.88	0.06
Encino	336.71	0.04
Pastizal de alta montaña	0	-

Mapa 7. Ejido La Maroma, Municipio de Catorce. Usos de Suelo y Mapa climático



	Sierra de Catorce	Extensión en porcentaje (%)
Pastizal	77.37	0.01
Agricultura	347.77	0.05
Matorral Desértico Rosetófilo	242.93	0.03
Matorral Desértico Microfilo	0	-
Mezquital	209.4	0.03
Bosque de Encino	5541.38	0.72
Pastizal de Alta Montaña	1280.11	0.17

Mapa 8. Ejido Presa Verde, Municipio de Cedral

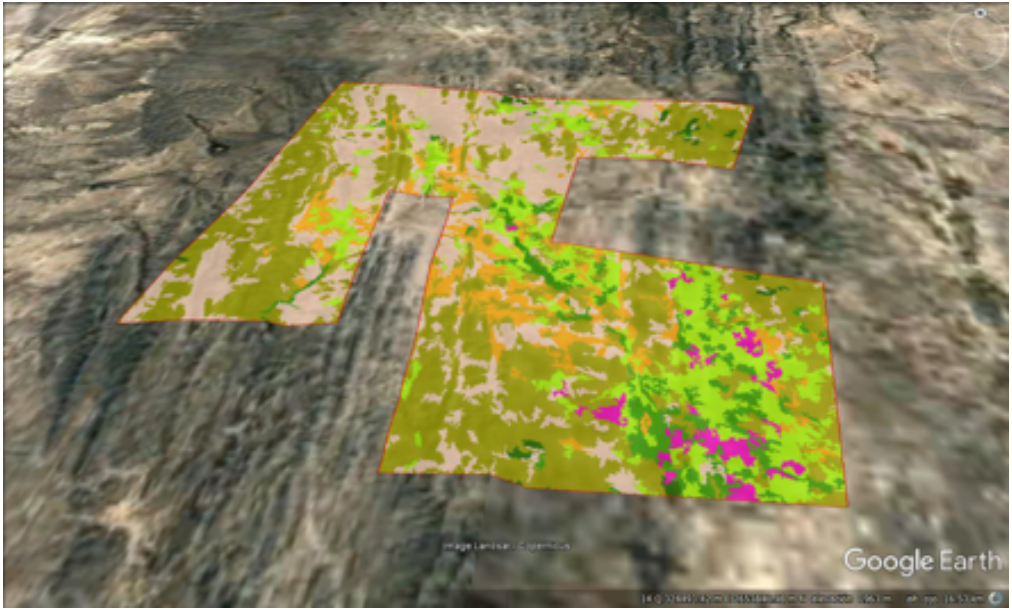


Foto 1. El interior de una majada



Foto 2. Una majada en la sierra de Catorce, en la localidad de Tahonas del Jordán.
Nótese el acomodo de la majada y el corral en relación a la zona agrícola.
El corral se encuentra en la parte más alta de tal forma que el cirre (el estiércol de las cabras)
escurre de manera natural por la pendiente fertilizando los cultivos ubicados más abajo



2.10 Agrobosques mexicanos

Roberto Alexander Fisher-Ortíz¹

Ana Isabel Moreno-Calles²

Jesús Juan Rosales-Adame¹

Alexis Daniela Rivero-Romero¹

Luis Fernando Alvarado-Ramos²

Correo correspondencia: isabel_moreno@enesmorelia.unam.mx

Resumen

Los agrobosques son formas agroforestales de manejo de la tierra, se caracterizan por ser bosques modificados por los seres humanos, dirigiendo la composición vegetal silvestre e incorporando componentes agrícolas, cultivados o domesticados con objetivos productivos pero conservando funciones similares al ecosistema original. En este trabajo se realizó una revisión bibliográfica de los trabajos realizados en agrobosques en México (207) analizando los listados de biodiversidad y su usos, la distribución y los grupos culturales que lo manejan. Estos sistemas se distribuyeron principalmente por las vertientes del Pacífico y el Atlántico, así como parte del centro de México y la península de Yucatán. Se registraron un total de 1 111 especies de plantas, 874 de animales y 22 de hongos. Los principales usos de las especies de plantas fueron de alimento (45.66%), medicinal (37.32%), de combustible (25.04%) y de construcción (24.06%), mientras que los

1 Departamento de Ecología y Recursos Naturales-Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara.

2 Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México.

principales beneficios fueron como sombra (86.14%) y hábitat o facilitador de especies (17.33%). En cuanto a los animales, los principales usos son como alimentos (62.5%) y para intercambio o venta (37.5%), mientras que los hongos solo registran un uso, que es como alimento (100%). Se analizaron aspectos como la participación de los sistemas en la satisfacción de las necesidades locales y globales, la relevancia para el manejo del paisaje, los mecanismos socioecológicos para su permanencia, origen e historia de estos sistemas, formas y prácticas de manejo, riesgos y amenazas a estos sistemas y posibles soluciones a los problemas que afrontan. Se concluye que estos sistemas son alternativas relevantes en la búsqueda de estrategias para la solución de problemas ambientales, locales, nacionales y globales.

Palabras clave: manejo etnoagroforestal, diversidad biocultural, sistema agroforestal, cacaotal, cafetal, piñal

Abstract

The agroforests are a way of agroforestry land-management which is characterized as human modified forests, for the latter act as conducting the wild vegetation, incorporating agricultural, domesticated, or cultivated components with the aim of both obtaining benefits and conserving similar functions of the original ecosystem. For this paper, we made a bibliographic review (in total 207 works) analyzing the listed biodiversity, its use, distribution, and cultural groups managing these systems. These systems are mainly distributed in the Pacific and Atlantic slope, as well as the center of México and Yucatan Peninsula. We registered 1111 plants species, 874 animals species and 22 kinds of mushrooms. The principal uses of the plants species were food (45.66%), medical (37.32%), firewood (25.04%) and construction (24.06%), while the main benefits of the plants species were as shadow (86.14%) and as habitat or life-facilitator of another species (17.33%). The main uses of animals were as food (62.5%) and for exchange or sale (37.5%). For the mushrooms their only use were as food (100%). Aspects of provision of ecosystems services and benefits were analyzed, and also the practices and risks in these systems. As well; we gave possible solutions for the problems agroforests may face. The conclusions are that these systems can play a key paper in the search of strategies for the biodiversity conservation and human well-being, local, national and global scale.

Keywords: Ethnoagroforestal management, biocultural diversity, agroforestal system

Introducción

Una de las expresiones reconocidas de diversidad biocultural (Toledo y Barrera-Bassols, 2008) son los sistemas etnoagroforestales, que representan formas de manejo en donde ocurre una interacción entre la diversidad agrícola, forestal, cultural y abiótica con el fin de

obtener beneficios socioecológicos (Moreno-Calles et al. 2016 a y b). Existe evidencia de la presencia humana desde los bosques boreales hasta el trópico húmedo (Gómez-Pompa y Kaus, 1992; Toledo et al. 2003; McNeely, 2004) y es probable que esta interacción diera como resultado la creación de diversas formas de manejo.

La etnoagroforestería es un enfoque de investigación que busca comprender sistemas cuyas formas y prácticas de manejo se han desarrollado bajo condiciones de agricultura de subsistencia, tradicional, campesina o por los pueblos originarios. En ellos ocurre la coacción de la biodiversidad en un gradiente de interacciones con los seres humanos que incluyen especies silvestres, domesticadas y en proceso de domesticación. Se encuentran integrados en las estrategias locales para manejar los ecosistemas, las zonas agrícolas y el paisaje en general con el fin de obtener beneficios económicos, ecológicos y procurando, de esta manera, la seguridad y soberanía alimentaria. Se lleva a cabo por personas, familias y comunidades, cuya creación, selección y objetivos de manejo conforman una relevante riqueza biocultural (Casas et al. 2008; Moreno-Calles et al. 2016 a y b).

En México, estos sistemas existen con gran complejidad y diversidad. En ellos se mantiene una amplia variedad de cultivos básicos en interacción con gran diversidad de plantas, animales, hongos y microbiota. Estos sistemas están manejados por 21 grupos culturales, cuyos manejos son tan diversos por los distintos usos que les otorgan y se encuentran en una vasta variedad de climas, ecosistemas y geografías. Evidencia de ello es el registro de 17 especies domesticadas y 667 consideradas silvestres usadas principalmente como alimento pero también como medicina, leña, forraje y muchos más (Moreno-Calles et al. 2016 b).

Dentro de esta gran variedad de formas agroforestales encontramos los agrobosques. En la clasificación de agrobosques se pueden encontrar los mixtos, acahuals mejorados, cacaotales, cafetales, huertos multiestrato, *kuojtakiloyan*, *petó coto*, piñal y *talón*. Todos estos tipos de sistemas están relacionados debido a que mantienen físicamente la vegetación original y lucen como formas forestales de manejo, aunque en su composición se incorporan elementos en diferentes grados de domesticación (Wiersum, 2004; Moreno-Calles et al. 2013; Moreno-Calles et al. 2016a). Otros artículos previos sobre la situación en México ya consideraban a los agrobosques (Toledo, 2016), o los estudios sobre el estado de la diversidad biocultural (Moreno-Calles et al. 2013; Moreno-Calles et al. 2016a). Así también, existe una serie de trabajos que se enfocan en estudiar un solo tipo de agrobosques (Alcorn, 1981, De Clerck y Negreros-Castillo, 2000; Rosales-Adame et al. 2014 y 2016). A nivel internacional, existen estudios que caracterizan los sistemas de manejo en el sureste asiático y en África (Michon et al. 2007) y que generaron una conceptualización de estos (Wiersum, 2004); igualmente, algunos investigadores se enfocan en un sistema específico para concluir los beneficios que este le brinda a los campesinos de Camerún (Sonwa et al. 2001).

En este trabajo se realiza una síntesis comprensiva del estado de la investigación de los agrobosques mexicanos. Esto permitirá abordar preguntas tales como ¿qué son los

agrobosques en México? y ¿qué implicaciones socioambientales tienen sobre la conservación de la diversidad biocultural y la satisfacción de necesidades locales y globales? Finalmente, se aspira a contribuir con el planteamiento de preguntas, hipótesis y métodos para el análisis de los agrobosques mexicanos y posibles vías para la investigación, conservación e implementación de estos sistemas en nuestro país.

Estrategia de análisis de la literatura

Se realizó una revisión y sistematización de la literatura siguiendo la metodología de Moreno-Calles et al. (2014), con una búsqueda exhaustiva entre agosto del 2011 a abril del 2017 mediante las palabras claves: agrobosque(s) [*Agroforest(s)*], cafetal(es) o cafetal bajo sombra [*coffee system, coffee shaded coffee agroecosystem(s)*], cacaotal(es) o cacao bajo sombra [*cacao*], piñal(es), *te'lom, kuojtakiloyan* y acahual mejorado, en combinación con la palabra México [*Mexico*] en los portales de *Research Gate, Scopus, Google Académico, Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc), Alianza de Servicios de Información Agropecuaria (SIDALC)* y *Hermes*, además de agregar los trabajos encontrados en búsquedas anteriores (en Moreno-Calles et al. 2013, Moreno-Calles et al. 2014). Se descartaron los trabajos que no se realizaran en México, que no estuvieran publicados y que mediante la descripción que hacía el autor del sistema no cumplieran con las características básicas que definimos para un agrobosque.

Para este trabajo, definimos a agrobosques como aquellos sistemas que conservan los elementos, las dinámicas, los procesos, la estructura y la composición de la vegetación original e incluyen una serie de especies en un gradiente de manejo. Cabe mencionar que dos sistemas que podrían ser incluidos no lo fueron en este corte: los vainillales y algunos sistemas silvopastoriles. Se registraron 207 trabajos, los cuales incluyeron: i) los trabajos con listados de biodiversidad (76 trabajos, 36.71%), y ii) con datos de uso y beneficios de la biodiversidad (21 trabajos, 10.14%). Se analizaron 21 estudios con listados de usos y beneficios y se homogeneizaron en una sola clasificación de usos y beneficios. Se agregaron los datos de peligro de extinción de la biodiversidad. Se generó otra base de datos con las coordenadas exactas del estudio, y se excluyeron los trabajos que no tuvieran su ubicación a nivel de comunidad o municipio.

La literatura se analizó mediante el programa Atlas.TI 7.5.4. en siete grandes familias: 1) participación de los sistemas en la satisfacción de las necesidades locales y globales, 2) relevancia para el manejo del paisaje, 3) mecanismos socio-ecológicos para su permanencia, 4) origen e historia de estos sistemas, 5) formas y prácticas de manejo, 6) riesgos y amenazas a estos sistemas y 7) posibles soluciones a los problemas que afrontan. Una vez con las bases de datos generadas, la información fue analizada mediante la herramienta de *tablas dinámicas* de Excel, en las que se identificaron variables como las especies, géneros y familias más frecuentes, las zonas con mayor cantidad de

estudios, los sistemas menos estudiados, los usos más frecuentes, entre otros. En cuanto a los datos cualitativos fueron sistematizados y sintetizados para lograr una visión general de los agrobosques, sus dinámicas, procesos, estructura, interacciones, problemáticas y posibles soluciones a las mismas.

Resultados

Características de la literatura encontrada

En total se registraron 207 documentos. De estos, 145 son artículos científicos, 31 son tesis (18 de licenciatura, 11 de maestría, 1 de doctorado y 1 tesina), 10 corresponden a capítulos de libros, 9 a conferencias, 2 son reportes técnicos, 3 son portales web, 2 son libros, 2 son informes de proyectos, 1 proyecto terminal sinérgico de maestría y 1 es un folleto. Respecto al área geográfica donde fueron estudiados, 75.36% son del estado de Chiapas (72), Veracruz (52) y Tabasco (32); mientras que los sistemas más estudiados fueron el cafetal con 146 trabajos (70.53% del total) y el cacaotal con 57 (27.54% del total), como lo muestra el Cuadro 1, cabe mencionar que en algunos artículos se estudió más de un sistema y más de un estado.

Agrobosques mexicanos

Existe una serie de sistemas que pueden ser incluidos en la definición de agrobosque. Serán descritos a continuación, aunque cabe mencionar que la lista podría ser ampliada con el tiempo, puesto que se podrían tomar en cuenta algunos sistemas silvopastoriles u otros aún no estudiados:

Acahual mejorado: el acahual mejorado es un agrobosque de tipo cíclico, en el cual la fase de agrobosque es la fase de vegetación secundaria de los sistemas de agricultura migratoria, la cual es enriquecida con especies maderables de alto valor para obtener productos del bosque sin sobreexplotarlo (Soto-Pinto et al. 2011). Solo se ha registrado en el estado de Chiapas.

Cacaotal: los cacaotales son sistemas de gran relevancia social, económica y cultural en México. Estos consisten en un sistema con un componente agrícola (el cacao) y varias especies de árboles que proporcionan la sombra necesaria para el cultivo, así como otra serie de bienes y servicios tanto al productor como al sistema (p. ej. la regulación de las condiciones microclimáticas) (Alcudia-Aguilar et al. 2009). Este sistema ha sido registrado principalmente en los estados de Tabasco y Chiapas, y en menor medida en otros como Campeche, Guerrero, Oaxaca, Yucatán y Veracruz.

Cafetal: en el caso del cafetal existe todo un gradiente de sistemas que van desde los más industrializados hasta los llamados rústicos (Toledo y Moguel, 2012). Siguiendo el criterio anteriormente mencionado para este trabajo tomamos en cuenta desde

los sistemas rústicos, en los cuales solo los estratos herbáceos y arbustivos son reemplazados por especies domésticas hasta casi llegar a los policultivos tradicionales, sistemas en los que se incorpora una gran cantidad de especies domésticas, pero debido a la definición de agrobosque que manejamos, se excluyeron los que no conservaban en su estructura y composición elementos de la vegetación nativa. Se han registrado principalmente en Chiapas y Veracruz, y en menor medida en Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla y Tamaulipas.

Huertos: son espacios que comparten con los agrobosques una estructura y composición compleja con una mezcla de especies de animales, cultivos y personas que interactúan en formas que no pueden comprenderse por separado, todo con el fin de producir diversos bienes como alimentos, maderas y materiales para construcción, así como beneficios como la conservación de la fertilidad del suelo, el control de la erosión y el manejo del agua. Su estructura está conformada por árboles, vides, lianas, arbustos y herbáceas (de Clerck y Negreros-Castillo, 2000), estos a veces se combinan con otros sistemas creando de esta forma huertos cafetaleros y huertos piñales (Martínez et al. 2007; Rosales et al. 2008). Se han registrado en los estados de Jalisco, Nayarit, Puebla y Quintana Roo.

Kuojtakiloyan: este es un sistema de manejo sofisticado tanto de las especies como de las masas forestales, combinando un gran número de especies introducidas, silvestres, cultivadas y promovidas. Es un sistema de agrobosque cíclico que se combina en otros tiempos con otros sistemas como milpas, potreros, cañaverales o acahuals. Este sistema es diseñado, cuidado y mantenido mediante un extenso conocimiento detallado de las especies de plantas, sus características principales y su utilidad para los productores (Toledo, 2016). Únicamente se ha registrado en el estado de Puebla.

Pet Kot: se le denomina *Pet Kot* a un sistema usado por los antiguos y más recientes mayas donde se aíslan remanentes de selvas entre las milpas con un lienzo circular de rocas y son cuidados y manejados debido a las especies útiles que se conservan en estos espacios, que son las mismas encontradas en los huertos de traspatio y en los ecosistemas clímax de las selvas mayas (Gómez-Pompa et al. 2012).

Piñal bajo sombra: el cultivo de piña, al igual que el de café, puede ser encontrado en todo un gradiente de manejo que va desde los cultivos industriales de piña hasta los sistemas rústicos y jardines útiles de piña bajo sombra, los últimos serán al igual que el cafetal los considerados para estos estudios.

Se considera que este sistema lleva siglos y probablemente milenios en los estados de Jalisco y Nayarit. Este sistema consiste en un estrato bajo ocupado por el cultivo de piña y uno superior por los árboles de sombra, aunque en este sistema no solo se produce piña, sino que han sido reconocidos hasta veinte diferentes productos que provee el sistema para el consumo familiar, el intercambio y venta local y regional (Rosales-Adame et al. 2016). Se han registrado en los estados de Jalisco y Nayarit.

Te'lom: el término *te'lom* hace referencia a un espacio que a pesar de ser utilizado por los huastecos aún lo clasifican como selva. Tiene un papel importante en las estrategias agrícolas locales. Este sistema cuenta con una gran diversidad de algas, hongos, bambúes, cactáceas, palmas, arbustos y árboles, los cuales cuentan con una gran cantidad de usos. Tan solo en los árboles se han encontrado 150 diferentes tipos usados para fines alimenticios, maderables, de construcción, medicinales o como sombra o protección para otras especies (Hernández-Cendejas et al. 2016). Para su establecimiento, usualmente se elige un pedazo de selva con diversas especies útiles, se eliminan las que no son consideradas útiles y se incorporan especies domésticas con usos para reemplazarlas (Alcorn, 1981). Se han registrado en los estados de San Luis Potosí y Veracruz.

En los trabajos registrados se encontró la presencia de agrobosques tanto del lado del Pacífico como del Atlántico, y en algunas zonas del centro de México, el sur, el sureste y la Península de Yucatán (Figura 1). Esto en quince estados (Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán). Destaca el manejo de estos agrobosques por parte de diferentes grupos étnicos como *chinantecos*, *nahuas*, *mayas*, *ajuck*, *niu savi*, *ñahñus*, *otomíes*, *popolocas*, *teeneks*, *tepehuas*, *tlapanecos*, *totonacos*, *tzeltales*, *tzotziles*, *zapotecas*, *zoques*, entre otros grupos culturales.

La vegetación asociada u original de los agrobosques suelen ser de bosque de encino, de bosque de pino, de selva baja caducifolia y subcaducifolia, de selva mediana perennifolia y subcaducifolia, de selva alta perennifolia, de selva inundable, de bosque mesófilo de montaña y vegetación ribereña. Su altitud varía desde el nivel del mar hasta los casi 2 000 msnm, en climas que van de cálidos a templados y de húmedos a subhúmedos, con temperaturas promedio desde los 12 hasta los 28°C.

Por las características de manejo que tienen estos sistemas pueden ser divididos en dos grandes tipos: a) Tipo cíclico. Son sistemas que cambian en su estructura, composición y diversidad, cambiando a otros sistemas en el tiempo y siendo agrobosque solo una parte del ciclo completo, ejemplo de ellos pueden ser los acahuales mejorados (Soto-Pinto et al. 2011), y b) Tipo permanente. Estos sistemas se mantienen a través del tiempo por siglos casi sin cambios como los piñales bajo sombra (Rosales-Adame et al. 2016).

Estos sistemas se establecen a través de tres formas: 1) seleccionando un lugar con muchas especies útiles donde se eliminan el resto de las especies y se incorporan más especies útiles, 2) primero se cultivan milpas y frutales, y posteriormente se colocan estacas de árboles de sombra; y 3) eliminando el estrato arbustivo y colocando en su lugar el cultivo principal para ir moldeando poco a poco el sistema (Alcorn, 1981; Córdova-Ávalos et al. 2011; Baeza-Nahed, 2003; Rosales-Adame et al. 2016). Los árboles que son incorporados y protegidos son elegidos debido a las dinámicas que generen en el sistema, por ejemplo, que proporcionen una “buena sombra” para la producción de cultivos

comerciales, por su capacidad de regular las condiciones microclimáticas y por los bienes o servicios que brinden al productor (Alcorn, 1981; Baeza-Nahed, 2003). Los agrobosques varían en su estructura, composición y diversidad y son extremadamente heterogéneos moldeados según los objetivos, conocimientos, prácticas y tecnologías locales, las especies y variedades utilizadas y el ambiente local (De Clerck y Venegas-Castillo, 2000; Córdova-Ávalos et al. 2011; Baeza-Nahed, 2003; Soto-Pinto et al. 2007; Reynoso-Santos et al. 2009; Rosales-Adame et al. 2014; Hernández-Gómez et al. 2015). Suelen ser manejados por pequeños productores en pequeñas extensiones de tierra, de propiedad ejidal y en menor medida comunal o privada. La mano de obra suele ser familiar, diferenciada por género y edad, y contratando jornaleros solo en algunas ocasiones (ejemplo de ello son los trabajos de Toledo y Moguel, 1999; Baeza-Nahed, 2003). Para su manejo, los productores utilizan un gran reservorio de conocimiento tradicional y técnicas de manejo sobre la biodiversidad, su comportamiento y fisiología, los ciclos de materia y energía, los recursos naturales y los procesos ecológicos. Este conocimiento es transmitido de generación en generación, aunque a veces se mezcla o reconfigura con el conocimiento obtenido de los técnicos, cursos o por personas de otra comunidad (ejemplos de ello: Baeza-Nahed, 2003; Soto-Pinto et al. 2007; Rosales et al. 2008; Campos-Ortiz, 2012; Toledo y Moguel, 2012; Elizondo-Salas, 2015; Valencia et al. 2015).

Historia de los agrobosques

Los agrobosques provienen de una larga tradición forestal milenaria en el trópico. Eran manejadas una gran diversidad de especies multipropósitos y las diferentes condiciones topográficas y microclimáticas, en diferentes tiempos y espacios (Alcorn, 1981; Arcona-Aragón et al. 2012). Diversas especies pudieron haber sido manejadas en arreglos de agrobosque, debido a que desde épocas prehispánicas han estado siendo utilizadas de manera importante como *Theobroma cacao* L., *Brosimum alicastrum* Sw., *Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore y Stearn, *Annona muricata* L. y *Persea americana* Mill. (Galindo-Tovar et al. 2008). Entre aquellas el cacao destacó debido a su importancia alimenticia, económica, social, medicinal y espiritual durante la época prehispánica, en especial entre las culturas maya y mexica, extendiéndose desde Colima hasta Costa Rica y ampliando su comercio hasta más al norte de Mesoamérica (Bergmann, 1969; Dillinger et al. 2000; Ogata, 2003; Salgado-Mora, 2007; Bawaya, 2014). También se cree que el cultivo de piña bajo sombra pudo haber llegado durante la época prehispánica (Rosales-Adame et al. 2016). El manejo de la sombra para especies como el cacao, el café, la piña y la vainilla han sido elementos relevantes en la constitución de estos sistemas agroforestales. Aparentemente, su origen se remonta a la época prehispánica y durante la Colonia el manejo de sistemas ya existentes (cacaotal) pudieron haber sido empleados o copiados para su uso en nuevos cultivos introducidos (como el café). Así,

aprovecharon el conocimiento generado durante siglos pero modificándolo a los intereses de la Colonia, y continuando hasta nuestro tiempo (Escobar-Berón, 2015).

Desde la Colonia a la actualidad, los conflictos socioambientales se expandieron a los antiguos territorios indígenas y han menguado el uso de los agrobosques (Bergmann, 1969; Contreras-Hernández, 2010). Un ejemplo específico es el café, pues ha sido utilizado en grandes plantaciones agroexportadoras de empresas transnacionales (Bermeo-López, 2002; Moran-Rangel, 2005; Cobo y Paz-Paredes, 2009; Salazar-Ortiz, 2009; Contreras-Hernández, 2010; Campos-Ortiz, 2012). Mediante la Revolución, las plantaciones fueron nacionalizadas y, en gran medida, repartidas a los campesinos. En tiempos más recientes, el trabajo de estas tierras es parte de los esfuerzos comunitarios y cooperativos para muchas comunidades que buscan el mejoramiento de sus condiciones de vida aprovechando de forma sustentable sus recursos, y el manejo de los agrobosques. En cierta manera, siguen controlados o luchando contra los caciques locales y las nuevas grandes plantaciones agroexportadoras (Moran-Rangel, 2005; Poinette-González y Fry, 2014).

En muchas regiones y a través de la historia, los agrobosques se convirtieron en el cultivo por excelencia por sus beneficios sociales, económicos y ambientales (Escamilla-Prado et al. 2012), aunque ha sufrido diversas crisis de precios y en muchos casos fue sustituido por otros cultivos (Moran-Rangel, 2005; Salazar-Ortiz, 2009; Ávalos-Sartorio y Blackman, 2010; Contreras-Hernández, 2010). A eso se sumó la crisis en todo el país debida tanto a las emergencias fitosanitarias como a la falta de financiamiento, lo que empeoró en gran medida la vida de muchos de los productores (Ramírez-González, 2007; González-Luna, 2008; Cobo y Paz-Paredes, 2009; Baerenklau et al. 2012). Todo esto generó un mayor poder y control de las grandes empresas agroexportadoras sobre las regiones, los territorios y recursos naturales (Bolaños y González-R., 2008; González-Luna, 2008; Contreras-Hernández, 2010; Ellis et al. 2010).

Ante las diversas crisis los campesinos responden generando una doble estrategia, por un lado, optan por el manejo agroecológico u orgánico, dejando la utilización de agroquímicos, retomando los conocimientos tradicionales, la utilización de recursos y mano de obra local y diversificando la producción (Escamilla-P. et al. 2005; Cobo y Paz-Paredes, 2009; Elizondo-Salas, 2015). Por el otro, organizándose en cooperativas, buscando las diferentes certificaciones que van surgiendo e integrando procesos democráticos y autogestionados y de comercio justo (Mas y Dietsch, 2004; Escamilla-P. et al. 2005).

Biodiversidad y conservación

Los resultados señalan que los agrobosques son uno de los sistemas que conservan una gran cantidad de especies. Para las especies de flora encontramos 1 577 registros con 1 111 determinados hasta especie y 1 415 a género o familia. De estas, 1 415 pertenecen

a 155 familias, 604 géneros, que representan casi el 5% de la flora registrada para nuestro país (según estimaciones de Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008).

Las especies con el número de registros más altos fueron *Mangifera indica* L., *Citrus sinensis* (L.) Osbeck y *Cedrela odorata* L., mientras que los géneros con más registros fueron *Inga*, *Citrus* y *Musa*. Las familias más abundantes fueron Fabaceae, Orchidaceae y Malvaceae (Cuadro 2).

De las especies de plantas anteriormente mencionadas, 953 (85.78% del total) son nativas de México, 59 son de Asia (5.31%), 44 especies no se pudo determinar o no se conoce su origen (3.96%), 28 especies son de Sudamérica (2.52%), 15 de África (1.35%) y 24 tienen origen entre Centroamérica, el Caribe, Norteamérica y Oceanía (2.16%) (Figura 2).

En cuanto a las categorías de riesgo de las especies de la flora presente en los agrobosques, 82 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo a nivel internacional, situadas las categorías con más especies en *least concern* y *vulnerable*; mientras que a nivel nacional, 45 especies se encuentran en tres categorías de riesgo según la categorización de la NOM-059-2010: amenazado (20), peligro de extinción (6) y protección especial (19) (Cuadro 3).

En cuanto a la fauna, se obtuvieron en total 1051 registros con 737 determinados hasta especies y 824 hasta género o familia. De estos, 824 pertenecen a 413 géneros en 133 familias. Se encontraron un total de 12 clases de animales. De ellas, 7 pertenecen al phylum *Arthropoda* (*Arachnida*, *Araneae*, *Cucujidae*, *Entognatha*, *Insecta*, *Symphyla* y *Tachnidae*), cuatro al phylum *Chordata* (*Amphibia*, *Aves*, *Mammalia* y *Reptilia*) y una al phylum *Annelida* (*Clitellata*).

La clase *Ave* fue el grupo que más registro de especies tuvo con 401 especies repartidos en 206 géneros y 49 familias, seguido por *Mammalia* con 120 especies que corresponden a 77 géneros y 26 familias, *Insecta* con 85 especies, 41 géneros y 11 familias, *Arachnida* con 63 especies en 51 géneros y 22 familias, *Amphibia* con 34 especies agrupándose en 17 géneros y 9 familias, *Reptilia* con 33 especies en 20 géneros y 15 familias, *Clitellata* con 1 especie, en 1 género y 1 familia y, por último, *Araneae*, *Cucujidae*, *Entognatha*, *Symphyla* y *Tachinidae* no tienen especies, ni géneros, ni familia debido a que solo se registró hasta nivel de clase (Cuadro 4).

De la fauna registrada, 521 especies están en alguna categoría de riesgo a nivel internacional, gran parte en la categoría de *least concern*. A nivel nacional, 116 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-2010, gran parte en las categorías de amenazada y protección especial (Cuadro 5).

Tomando los trabajos de Delfín-González et al. (2010), Francke (2014), Flores-Villela y García-Vázquez (2014), Parra-Olea et al. (2014), Sánchez-Cordero et al. (2014), Navarro-Sigüenza et al. 2014, Ramírez-Pulido et al. (2014) y Ponce de León (2015), podemos contrastarlo con las especies encontradas en este estudio y podemos ver que en los agrobosques de México se ha registrado la presencia del 35.7% de las especies de la

clase *Aves*, 24.2% de *Mammalia*, 9.0% de *Amphibia*, 3.8% de *Reptilia*, 2.5% de *Clitellata*, 2.0% de *Arachnida* y 0.1% de *Insecta* (Figura 3). Lo que nos indica el valor de estos agroecosistemas en cuanto a la conservación de la biodiversidad, lo anterior debido al alto número de especies en el phylum *Chordata*. Esto sería un indicador del potencial para la conservación.

Las especies de la clase *Aves* con más registros fueron *Setophaga virens*, *Mniotilta varia*, *Piranga rubra* y *Setophaga ruticilla*. Los géneros fueron *Setophaga*, *Icterus*, *Vireo* y *Amazilia*. En cuanto a las familias fueron *Parulidae*, *Tyrannidae*, *Trochilidae*, *Cardinalidae* e *Icteridae* (Cuadro 6).

En cuanto a la clase *Mammalia*, las especies con más registros fueron *Didelphis virginiana*, *Dasyus novemcinctus* y *Procyon lotor*. Por otro lado, los géneros más registrados fueron *Artibeus*, *Didelphis* y *Dermanura*. Por último, las familias con más registros fueron *Phyllostomidae*, *Procyonidae* y *Didelphidae* (Cuadro 7).

Craugastor rhodopsis, *Incilius valliceps*, *Lithobates berlandieri* y *Smilisca baudinii* fueron las especies con más registros de la clase *Amphibia*. En cuanto a los géneros, los que tenían más registros fueron *Craugastor*, *Lithobates* e *Incilius*. Por último, las familias más veces registradas fueron *Craugastoridae*, *Hylidae*, *Bufo* y *Ranidae* (Cuadro 8).

De la clase *Reptilia*, las especies con más registros fueron *Basiliscus vittatus* y *Holcosus undulatus*. En cuanto a los géneros estos fueron *Anolis* y *Sceloporus*. Las familias con más registros fueron *Dactyloidae*, *Phrynosomatidae* y *Scincidae* (Cuadro 9).

En cuanto a la diversidad micológica, se mencionan 83 registros con 61 confirmaciones a especie y solo 22 a género o familia, ninguno de ellos en alguna categoría de riesgo nacional o internacional.

Se ha mencionado, entonces, que los agrobosques conservan una biodiversidad similar o mayor –en algunos casos– a sus ecosistemas originales. Esto, destacando grupos como algunas especies generalistas, anfibios, arañas, artrópodos, aves, coleópteros y plantas (tanto especies de sucesión secundaria como tardía, y nativas y domesticadas) epifitas que resisten climas un poco más secos, escarabajos, hormigas, hongos, insectos, lombrices, mamíferos, micorrizas, monos, murciélagos, ranas, reptiles, terididos; todo esto por los beneficios que los agrobosques ofrecen puesto que sirven como corredores de individuos y genes, lugares de alimentación o refugio permanente o temporal en ecosistemas que se han visto afectados por el cambio de uso de suelo, debido a que brindan varias condiciones como agua, alimento, continuidad en el dosel, un cierto número de árboles y un bajo uso de agroquímicos (Cuadro 10). Además de ello, existe una gran interrelación entre las zonas de importancia para la conservación de la avifauna, las regiones terrestres prioritarias para la conservación de la biodiversidad y las zonas cafetaleras (Aragón y López-Paniagua, 2016).

Otros estudios muestran que algunos grupos como aves, anfibios y epifitas –en especial las que ocupan una mayor humedad que la presente en los agrobosques–, hormigas,

mamíferos arbóreos, murciélagos y mariposas se ven gravemente afectados por estos ecosistemas modificados. Es posible que sea debido a que algunas especies ocupan nichos específicos que no se encuentran en los agrobosques, como pueden ser un cierto tipo de microhábitat, un cierto número de árboles o a las especies que son favorecidas por el manejo (Gallina et al. 1996; Greenberg et al. 2000; Perfecto et al. 2003; Espejo-Serna et al. 2005; Leyequien et al. 2010; Saldaña-Vázquez et al. 2010; Toledo-Aceves et al. 2012; Williams-Guillén y Perfecto, 2010; Livingston et al. 2013; Cruz-Elizalde et al. 2016).

Con lo anterior, podemos ver cómo los diferentes taxas se comportan de una forma distinta en esta clase de agroecosistemas (Perfecto et al. 2003), pues algunos se benefician y otros se perjudican. La intensificación de estos sistemas puede significar la pérdida de su capacidad para conservar especies, y su disponibilidad de recursos, cambio de la biomasa del arbolado y de las comunidades, según la intensidad de manejo (Perfecto et al. 2003; Potvin et al. 2005; Philpott, 2006; Philpott y Ambrecht, 2006; Pinkus-Rendón et al. 2006). Cabe mencionar que la biodiversidad puede, además, estar reaccionando a los patrones del paisaje y no solo a los sistemas donde se encuentra (Perfecto et al. 2003).

Por último, es importante resaltar que estos sistemas han jugado un papel importante como laboratorios a largo plazo para la creación y evolución de la agrobiodiversidad, resguardando una gran cantidad de germoplasma de especies y de diversidad paisajística (Toledo-Manzur, 2005; Toledo y Moguel, 2012; Ramírez-Meneses et al. 2013; Oporto et al. 2015).

Beneficios de los agrobosques y la biodiversidad

El café y el cacao son los cultivos más importantes del trópico mexicano (Sánchez-Gutiérrez, 2012). Tan solo de la producción de café, en los años noventa, 2.5 millones de personas dependían de ella, directa o indirectamente, y no menos de un millón de jornaleros lo hacían durante los periodos de cosecha, donde logró ser el principal cultivo de exportación durante más de dos décadas (Contreras-Hernández, 2010). Los agrobosques de café y cacao han representado una fuente importante de empleos y autoempleos en las huertas por concepto de limpia, poda, control de plagas, cosecha y en algunos casos fertilización del cultivo (Gayosso-Aparicio, 2016). Tal es su cosecha que ha llegado a mejorar progresivamente las condiciones de vida de los campesinos (Katz, 1993).

Estos sistemas, por otra parte, llegan a generar, debido a la sombra y la altitud que poseen, productos de alta calidad (Davidson, 2004), y muchos de ellos tienen gran aceptación local, llegando a cubrir la demanda regional del producto, como la piña que crece bajo la sombra en los estados de Nayarit y Jalisco (Rosales-Ademe et al. 2016).

Además de los cultivos principales, en estos sistemas se encuentra una gran diversidad de especies que brindan varios beneficios a sus dueños y al mismo agroecosistema. En este sentido se han registrado 26 usos diferentes. El de mayor número de registro

es el alimenticio (45.17% de las especies), medicinal (37.31%), combustible (25.04%), construcción (24.06%) y como intercambio o venta (21.77%). Aunque las proporciones varían según los sistemas. Por ejemplo, en el cacaotal el uso de alimento es mucho mayor (64.29%) y el segundo uso más importante es la construcción (28.57%); mientras que en el cafetal el uso medicinal es el principal (40.55%), seguidos por los de alimento (40.34%), combustible (31.51%) y de construcción (26.05%); en los huertos el uso principal es como alimento (69.33%), medicinal (46.67%) y de intercambio o comercio (36%); por otro lado, el piñal solo registró dos usos, alimento y forraje (50% cada uno); y en el *Te'lom* el uso con más registros son intercambio o venta (40.85%) y alimento (38.03%) (Cuadro 11).

En cuanto a los beneficios para los humanos o el ambiente, en los conteos totales el principal que se obtiene para los sistemas es como sombra (86.14%), seguido por las especies que son hábitat o facilitadoras de otras especies valiosas (17.32%), como abono (5.94%), para protección de suelo (1.98%), como tutor (1.98%) y para el control de plagas (0.99%). En cuanto en los sistemas, en el cacaotal el mayor beneficio es para sombra (93.75%) y abono (15.63%); en el cafetal la sombra sigue siendo el uso mayor (87.50%), seguido como hábitat o facilitadoras de otras especies valiosas (17.61%), como abono (2.84%), de protección de suelo (2.27%) y como tutor (2.27%); en el huerto solo se registran dos usos como hábitat o facilitadoras de otras especies valiosas (66.67%) y como control de plagas (33.33%); y, por último, el piñal solo registra un beneficio (abono) (Cuadro 11).

Otros beneficios ambientales que los agrobosques proveen incluyen el mantenimiento de los recursos y agro y ecosistemas, de la cobertura de la vegetación y sus funciones, beneficios económicos, provisión de diversos bienes (alimentos, medicinas, etc.), beneficios culturales como la belleza escénica, recreación y ser parte de la cultura regional, la regulación de las plagas y enfermedades y las condiciones microclimáticas, el mantenimiento de las condiciones del suelo y la conservación de los ciclos biogeoquímicos (Cuadro 12).

No obstante, cabe mencionar que su intensificación puede significar la pérdida de estos valiosos servicios, un mayor riesgo financiero para sus manejadores y una alta incertidumbre con respecto a la producción y el rendimiento (Peeters et al. 2003; Philpott y Ambrecht, 2006; Gordon et al. 2007; Lin, 2009).

Mecanismos socioecológicos para su permanencia

Los agrobosques juegan un papel muy importante para los núcleos agrarios que los mantienen. Por un lado proveen de una serie de cultivos comerciales importantes a nivel local, regional, nacional y global (cacao, café, piña, entre otros), además de que ofrecen numerosos productos para la economía local, el autoconsumo, el intercambio y sirven como un ahorro. Por otro lado, ofrecen una gama de recursos importantes para la reproducción de

los hogares campesinos; ejemplo de ello es el importante papel que juegan en la alimentación de las familias, siendo en algunas ocasiones el principal uso de la biodiversidad de estos sistemas que aún son mantenidos por muchas comunidades y les ofrecen productos indispensables que enriquecen la dieta basada en el maíz y algunas plantas que son muy poco manejadas. Así, se preserva una inmensa cantidad de biodiversidad útil: en plantas útiles se llega a emplear alrededor de 300 especies (Katz, 1993; Soto-Pinto 2000; Córdova-Ávalos et al. 2005; Martínez et al. 2007; Salazar-Ortiz, 2009; Gómez-Pompa et al. 2012; Toledo y Moguel, 2012; Bautista-Mora et al. 2016; Rosales-Adame et al. 2016; Toledo, 2016).

Los productos principales de los sistemas de agrobosques (p. ej. cacao, piña y café, entre otros), requieren de sombra todo el año. Un caso particular se presenta en el cultivo de piña de agrobosque, donde este componente agrícola que entra en sinergia con los árboles, los cuales le proporcionan sombra en los tiempos que se requiere y perdiéndola en los que no es necesaria. Esta situación genera una serie de beneficios al sistema ya que los árboles de sombra crean un hábitat adecuado para la producción, regulan las condiciones ambientales-microclimáticas, mantienen la producción a largo plazo, protegen a los cultivos de condiciones climáticas extremas, generan más biomasa y nutrientes que los sistemas a pleno sol, reducen el estrés de los cultivos principales, contribuyen al balance de nutrientes y decrecen su desbalance, mantienen la humedad ambiental, evitan el impacto directo del viento y la lluvia, ayudan a controlar las arvenses, plagas y enfermedades, mantienen una temperatura estable tanto de día como de noche, reducen la pérdida de suelo, hay una menor incidencia de plagas y ayudan al reciclaje de nutrientes (Barradas y Fanjul, 1984; Nestel, 1995; Davidson, 2004; Escamilla-Femat, 2008; Alcudia-Aguilar et al. 2009; Bolaños-Méndez et al. 2016; Rosales-Adame et al. 2014; Lin, 2009; Rosales-Adame et al. 2016).

Por su parte, la sombra en el sistema de café no afecta la producción, por lo que puede ser intensificada sin renunciar a los servicios que éstos brindan y también los árboles de uso múltiple en el sistema aumentan la resiliencia económica del mismo (Soto-Pinto, 2000; Alcudia-Aguilar et al. 2009); al mismo tiempo, el ingreso extra de subproductos puede ayudar a mitigar las pérdidas en otras cosechas (Rojas-Villagómez, 2013). Estos sistemas también se planean con vista en subproductos como los insectos comestibles (Escamilla-Prado et al. 2012).

La biodiversidad manejada dentro de los agrobosques permite que éstos sean eficientes en la conservación de nutrientes (Pérez-Nieto et al. 2005), inclusive tomando en cuenta la salida de nutrientes por la cosecha (Yépez-Pacheco et al. 2006), reducir la evapotranspiración y el estrés hídrico del cultivo principal (Ponette-González et al. 2010). La biodiversidad en estos sistemas juega un papel importante en (o cuenta con potencial para) la degradación de la materia orgánica (Morón y López-Méndez, 1985) y el control biológico (tanto por depredación como por parasitismo) (Ramos et al. 1983; Ibarra-Núñez,

1990; Ibarra-M., 2001; Pérez-de la Cruz y Cruz-Pérez, 2005; Perfecto y Vandermeer, 2006; Philpott, 2006; Mora et al. 2008; Moreno-Mendoza et al. 2012; Villavicencio-Enríquez, 2012) o relaciones neutrales que permiten su convivencia (Muñoz et al. 2006). Por otro lado, en muchos lugares las plagas, enfermedades y malezas no constituyen una limitante importante para la producción (Ibarra-Núñez, 1990; Alcudia-Aguilar et al. 2009; Campos-Ortiz, 2012; Hernández-Gómez et al. 2015), aunque como se verá más adelante esto puede ser discutible ya que hay varias problemáticas debido a diferentes emergencias fitosanitarias.

Los productos obtenidos y las actividades realizadas en los agrobosques son (por mencionar algunas formas) parte de la cultura local, un legado histórico desde tiempos prehispánicos y parte de una herencia familiar y eje fundamental sobre el cual gira la vida social, cultural, comunal y económica de las muchas comunidades (Dillinger et al. 2000; Moran-Rangel, 2005; Escamilla-Femat, 2008; González-Luna, 2008; Salazar-Ortiz, 2009; Gayosso-Aparicio, 2016). Asociados a los agrobosques, se han desarrollado diversos sistemas de conocimientos sobre las interacciones de ciertos componentes y a través de ello implementado su manejo, es por eso por lo que llegan a rechazar o negar las recomendaciones técnicas (Campos-Ortiz, 2012). Los lazos comunitarios que envuelven a estos sistemas los ayudan a afrontar problemas, como el tema de los pesticidas y la salud (Campos-Ortiz, 2012). Estos sistemas, además, suelen ser parte de una estrategia de uso múltiple del paisaje, los recursos naturales y de la biodiversidad en ellos contenidos, puesto que brindan diversos servicios a los campesinos diversificando sus actividades económicas. A la vez estos sistemas multipropósito aumentan la estabilidad del ingreso de los productos, bajan el riesgo financiero, mejoran la rentabilidad económica, la productividad, aumentan los beneficios socioculturales, ayudan a afrontar condiciones adversas y a asegurar recursos comestibles para todo año (Alcorn, 1981; Rosales et al. 2008; Alcudia-Aguilar et al. 2009; Hernández-Gómez et al. 2015; López-Báez et al. 2015; Hernández-Cendejas et al. 2016; Rosales-Adame et al. 2016).

Los agrobosques suelen estar asociados a diferentes sistemas y actividades económicas, entre ellos el más mencionado es la milpa ya sea en asociación con frijol, chile y calabaza o en monocultivo; aunque también se le asocia con el cultivo de caña de azúcar, la ganadería y el cultivo de frutales y en menor medida con huertos de traspatio, extracción de leña y frutos de los bosques y selvas, comercio, el trabajo como jornaleros, músicos, albañiles y artesanos, con cultivos como la yuca, el henequén y el arrayán y la renta de la tierra.

Riesgos y amenazas a estos sistemas

A pesar de la gran cantidad de bienes y servicios que brindan y su importancia para las comunidades y los campesinos, estos sistemas están siendo amenazados. Entre sus

principales problemáticas se encuentran los bajos precios por la liberalización del mercado, las plagas y enfermedades emergentes, el abandono o cambio por otros sistemas, la migración, la falta de apoyos del gobierno y el asesoramiento técnico mal encaminado y los efectos desatados por el cambio climático (Cuadro 13).

Posibles soluciones a los problemas

Se han realizado propuestas, planteamientos y acciones desde y para la investigación, los técnicos, las organizaciones, las vías alternativas de comercio y las políticas, para que estos sistemas contribuyan a resolver una serie de problemáticas globales y locales. Entre las propuestas más importantes se encuentran el generar una mayor vinculación entre los productores y las instituciones de investigación, dar más difusión al conocimiento y técnicas que podrían ayudar a resolver las problemáticas fitosanitarias y de producción, diversificar los sistemas hacia otros productos y fortalecer las cadenas de comercio para productos subutilizados del sistema, fortalecer las capacidades y formas de organización de las cooperativas, así como generar políticas más integrales (Cuadro 14).

Discusión

Los agrobosques como parte del patrimonio biocultural

Como se pudo observar anteriormente, los agrobosques son sistemas de manejo diversificado de la vegetación y son parte de la estrategia campesina de uso múltiple de los recursos naturales y el paisaje. Estos han sido históricamente construidos y probablemente hayan fungido como laboratorios para la domesticación y generación de nuevas variedades de especies. Han jugado y juegan un papel importante tanto por los beneficios que brindan mediante los cultivos que son ampliamente comercializados y los que no son tan comercializados, así como por la serie de beneficios y bienes que brindan a las familias campesinas y las comunidades.

Su papel en la conservación de la biodiversidad, hacia la estrategia de conservación biorregional

Ya se expuso que estos sistemas no solo conservan una gran diversidad de especies útiles o domesticadas, sino que además conservan una gran cantidad de fauna y flora silvestre. Esto nos lleva a pensar la importancia de estos sistemas como áreas intermedias entre los ecosistemas nativos y las áreas de agricultura más intensivas, es decir, la idea de la estrategia biorregional para la conservación de la biodiversidad. En esta estrategia se pretende dejar atrás la idea de que la conservación biológica concebida solo a través

de la biología y solo conservada a través de las áreas naturales protegidas, y comienza a pensar en una estrategia más amplia de conservación incluyendo ahora una serie de paisajes que ayudan a complementar las áreas naturales protegidas (Toledo, 2005). Esta modalidad implica un diseño y gestión más amplia de la biodiversidad y los paisajes, desarrollando un continuo entre los ecosistemas naturales, las áreas de reducida o moderada influencia humana y los sistemas de producción intensivos, conformando la diversidad de paisaje (Gliessman, 2015). Dentro de esta idea, los agrobosques pueden ayudar a fortalecer y ejecutar nuevas iniciativas de conservación, siempre y cuando se logren fortalecer tanto a los agroecosistemas, como a las familias, colectivos u organizaciones encargadas de manejarlos.

Problemáticas y soluciones, una propuesta a futuro

Las problemáticas son complejas, construidas históricamente y con una gran cantidad de contextos y trasfondos políticos, económicos, sociales, ambientales, de formas de producción y fitosanitarios, e involucrando a una gran cantidad de actores (campesinos y productores, gobiernos, empresas, organizaciones de la sociedad civil, cooperativas, la academia, entre otros). Por suerte, las propuestas y acciones para afrontarlas también han sido diversas y multiactorales. Cabe mencionar, además, que las problemáticas no son aisladas, sino que se interrelacionan y llegan a crear sinergias. Los precios bajos e inestables, los problemas fitosanitarios y los costos de su control, la visión de estos sistemas como una actividad económica secundaria, la avanzada edad de los productores y sus sistemas, el cambio climático, la falta de apoyos, créditos y asesoría, la desregularización del mercado interno y su posterior control por grandes empresas y el gran impulso que el gobierno da a otros cultivos ha generado una falta de inversión (en tiempo o dinero) por parte de los productores en los tratamientos, prácticas y cuidados necesarios para mantener al sistema en buenas condiciones, su abandono temporal, total o remplazo por otros cultivos (como el maíz, las plantaciones de especias, los cítricos, las plantaciones de plátanos, los pastizales, el tabaco, entre otros) y sistemas (desarrollos urbanos) y su fragmentación, venta o renta generando con esto diversos problemas ambientales y la eliminación de recursos estratégicos para la subsistencia de la familia. Todo con la expectativa de obtener una mayor ganancia (Cuadro 13).

Ante esto, parece ser que la mejor opción sería empezar el diálogo y la cooperación entre los diferentes actores, instituciones y movimientos sociales involucrados para lograr estrategias a múltiples niveles, con múltiples objetivos y con esfuerzos y recursos concurrentes; no es nada descabellado pensar en llegar a formar uniones y lazos permanentes de cooperación con el fin de afrontar estas y futuras problemáticas, así como algunas otras que giran alrededor de los territorios y contextos donde estos sistemas se encuentran.

El papel de la investigación y hacia dónde dirigirla

Se puede notar que la investigación se concentra en muy pocos sistemas y estados, por lo cual se propone descentralizar más la investigación hacia los vacíos de continuidad que mostramos en la Figura 1 y en los otros sistemas no tan estudiados. Así también, se propone, y a razón de los comentarios expresados por varios participantes en la 1ra Reunión de Sistemas Agroforestales de México, fomentar la red de intercambio de publicaciones sobre los diferentes sistemas, ya que muchos estados no cuentan con publicaciones de fácil acceso.

Conclusiones

Podemos concluir que estos sistemas juegan un papel importante para la permanencia de los medios de vida y la provisión de bienes y servicios, por lo cual resulta importante mantenerlos, fortalecerlos y promoverlos. A pesar de su importancia, se han visto amenazado por diferentes razones, pero al mismo tiempo hay una serie de actores que intentan buscar soluciones y alternativas, para lo cual resulta importante su coordinación y cooperación.

Algunas posibles grandes líneas que pueden llegar a abordarse por los diferentes actores e instituciones podrían ser: i) generar formas o prácticas que mejoren la producción diversificada, sin afectar en gran medida los medios de vida campesino y los servicios ecosistémicos que estos sistemas mantienen; ii) la generación de fuentes de empleo permanentes, de calidad y que sean un atractivo para la gente con el fin de evitar la desaparición de estos sistemas y la emigración de los territorios rurales; iii) la generación de programas de inversión, incentivos y apoyos públicos y privados para estos sistemas debido a los beneficios sociales y ambientales que generan; iv) la creación de mercados especializados para los diferentes productos y servicios que los agrobosques generan; v) buscar la venta de los productos de forma más directa al consumidor y en estados de procesamiento más avanzados con el fin de que los productores obtengan mayores beneficios; vi) la búsqueda de la autonomía de los productores y cooperativas en la producción, la transformación y la comercialización de su producción; vii) el fortalecimiento de las cooperativas a nivel organizacional, de captación de la producción, infraestructura y comercialización y en sus mecanismos de democracia; viii) la investigación sobre la ecología y biodiversidad de estos sistemas y cómo las diferentes prácticas de manejo pueden llegar a aumentar o decrecer la misma y los servicios que proveen.

Agradecimientos

Al XX Verano Delfín de Investigación por permitir la cooperación institucional que dio como resultado este artículo. Al proyecto “PAPIME-PE209517: Etnoagroforestería y formación transdisciplinaria: Experiencias nacionales y latinoamericanas” por el financiamiento de este proyecto y por facilitar la beca que permitió la elaboración de este manuscrito.

Bibliografía

- Alcorn, J. B. (1981). Huastec Noncrop Resource Management: Implications for Prehistoric Rain Forest Management. *Human Ecology*, 9(4), 395-417.
- Alcudia-Aguilar, A., Valenzuela-Que, F., Van Der Wal, H., Villanueva-López, G., y Hernández-Duamás, S. (2009). Densidad de plantación, luz, manejo y productividad de cacaotales en Comalcalco, Tabasco. En C. E. Aguilar-Jiménez, J. Galdámez-Galdámez, F. Bahena-Juárez, M. Vázquez-García, W. López-Báez y R. Pinto Ruiz. *Agricultura sustentable (Vol. 5)*, (pp. 345-353). Texcoco: Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible.
- Aragón, R., y López-Paniagua, J. (2016). Aves presentes en los cafetales del Rincón de Ixtlán, Sierra Norte, Oaxaca, México. (Web) Consultado 29 de junio de 2016. Recuperado de http://www.grupomesofilo.org/pdf/proyectos/SAC/SAC_aves.pdf
- Arcona-Aragón, J. J., Salvador-Flores, J., y Huchim-Herrera, J. (2012). Los sistemas de producción en las antiguas ciudades de Uxmal y Chichen Itzá. *Etnobiología*, 10(3), 10-19.
- Ávalos-Sartorio, B. y Blackman, A. (2010). Agroforestry price supports as a conservation tool: Mexican shade coffee. *Agroforestry Systems*, 78, 169-183.
- Baerenklau, K. A., Ellis, E. A., y Marcos-Martínez, R. (2012). Economics of land use dynamics in two Mexican coffee agroforests: implications for the environment and inequality. *Investigación Económica*, 71(279), 93-124.
- Baeza-Nahed, U. (2003). *Características tecnológicas y ecológicas el agroecosistema café orgánico en la Unión de Productores Mixteca Alta S. S.* Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo.
- Barradas V. L., y Fanjul, L. (1984). La importancia de la cobertura arbórea en la temperatura del agroecosistema cafetalero. *Biótica*, 9(4), 415-421.
- Bautista-Mora, E., Pérez-Flores, J., Ruíz-Rosado, O., y Valdez-Balero, A. (2016). Uso de recursos forestales maderables y no maderables del sistema agroforestal cacao (*Theobroma cacao* L.) *Agroproductividad*, 9(2), 50-55.
- Bawaya, M. (2014). A chocolate habit in ancient North America. *Science*, 345(6200), 991.
- Bergmann, J. F. (1969). *Annals of the Association of American Geographers*, 59(1), 85-96.
- Bermeo-López, A. A. (2002). *La actividad cafetalera en los municipios de Xicotepec, Zihuateutla y Tlaquilotepec en la Sierra Norte de Puebla, su organización y potencialidades de producción.* Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bolaños, M., y González-R., Á. (2008). Café orgánico de sombra en el Rincón de Ixtlán, Oaxaca, México. (Web) Consultado el 19 de abril del 2017. Recuperado de http://www.era-mx.org/biblio/cafe_organico_ixtlan.pdf
- Bolaños-Méndez M., Santos-E., J. de los, López-Paniagua J., González-R., A., y Osuna-Salazar, F. (2016). Café de sombra en el Rincón de Ixtlán, Sierra Norte, Oaxaca, México. (Web) Consultado el 29 de junio del 2016. Recuperado de http://www.era-mx.org/biblio/cafe_organico_ixtlan.pdf
- Campos-Ortiz, G. T. (2012). *La vida en el cafetal. Relatos campesinos sobre producción de café y medio ambiente.* Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Casas, A., Oyama-Nakagawa, K., Martínez-Ramos, M y Quesada, M. (2008). Recursos genéticos de México: Manejo *in situ* y bioseguridad. *Boletín de la UNAM Campus Morelia*, 14, 1-3.
- Catalogue of Life. (2017). Catalogue of Life. (Web) Consultado el 30 de junio del 2017. Recuperado de <http://www.catalogueoflife.org/col/>
- Cobo, R., y Paz-Paredes, L. (2009). *Milpas y cafetales en Los Altos de Chiapas.* México: Conabio.

- Contreras-Hernández, A. (2010). Los cafetales de Veracruz y su contribución a la sustentabilidad. *Revista Estudios Agrarios*, 16(45), 143-161.
- Córdova-Ávalos, V., Mendoza-Palacios, J. D., Vargas-Vilamil, L., Izquierdo-Reyes, F., y Ortiz-García, C. F. (2005). Participación de las asociaciones campesinas en el acopio y comercialización de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 24(2), 147-158.
- Córdova-Ávalos, V., Sánchez-Hernández, M., Estrella-Chulim, N. G., Sandoval-Castro, E., y Ortiz-García, C. F. (2011). Factores que afectan la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el ejido Francisco I. Madero del Plan Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 17(34), 93-100.
- Cruz-Elizalde, R., Berriozábal-Islas, C., Hernández-Salinas, U., Martínez-Morales, M. A., y Ramírez-Bautista, A. (2016). Amphibian species richness and diversity in a modified tropical environment of central Mexico. *Tropical Ecology*, 57(3), 407-417.
- Davidson, S. (2004). Shade Coffee Agro-Ecosystems in Mexico: A Synopsis of the Environmental Services and Socio-Economic Considerations. *Journal of Sustainable Forestry*, 21(1), 81-95.
- De Clerck, F. A. J., y Negreros-Castillo, P. (2000). Plant species of traditional Mayan homegardens of Mexico as analogs for multistrata agroforests. *Agroforestry Systems*, 48, 303-317.
- Delfín-González, H., Meléndez-Ramírez, V., Manrique-Saide, P., Reyes-Novelo, E., y Chay-Hernández, D. (2010). Insectos. En R. Durán y M. Méndez. *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*, (pp. 226-228). Mérida: CICY, PPD-FMAM, CONABIO y SEDUMA.
- Dillinger, T. L., Barriga, P., Escárcega, S., Jiménez, M., Salazar-Lowe, D., y Grivetti, L. E. (2000). Food of the Gods: Cure for Humanity? A Cultural History of the Medicinal and Ritual Use of Chocolate. *The Journal of Nutrition*, 2057S. Recuperado de <http://jn.nutrition.org/content/130/8/2057S.long>
- Elizondo-Salas, A. C. (2015). *Conocimiento campesino de árboles maderables en cafetales diversificados en la zona templada de la Sierra de Zongolica*. Tesis de maestría. Universidad Veracruzana.
- Ellis, E. A., Baerenklau, K. A., Marcos-Martínez, R., y Chávez, E. (2010). Land use/land cover change dynamics and drivers in a low-grade marginal coffee growing region of Veracruz, Mexico. *Agroforestry Systems*, 80, 61-84.
- Escamilla-Femat, S. (2008). "Chicatana" (Atta mexicana Smith A. cephalotes Latreille y A. texana Buckley) insecto comestible en los cafetales de tres comunidades del municipio de Huatusco, Veracruz: Un estudio etnoentomológico. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo.
- Escamilla-Prado, E., Ruiz-Rosado, O., Díaz-Padilla, G., Landeros-Sánchez, C., Zamarripa-Colmenero, A., y González-Hernández, V. A. (2005). El agroecosistema café orgánico en México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 76, 5-16.
- Escamilla-Prado, E., Escamilla-Femat, S., Gómez-Utrilla, J. M., Tuxtla-Andrade, M., Ramos-Elordury, J., y Pino-Moreno, J. M. (2012). Uso tradicional de tres especies de insectos comestibles en agroecosistemas cafetaleros del estado de Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15(2), S101-S109.
- Escobar-Berón, G. (2015). El uso de árboles de sombrero en cafetales de Colombia: Una historia sombría. *Etnoecológica*, 11(1), 9-30.
- Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R., Jiménez-Machorro, R., y Sánchez-Saldaña, L. (2005). Las orquídeas de los cafetales en México: una opción para el uso sostenible de ecosistemas tropicales. *Revista de Biología Tropical*, 53(1-2), 73-84.
- Flores-Villela, O., y García-Vázquez, U. O. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, S467-S475.
- Francke, O. F. (2014). Biodiversidad de Arthropoda (*Chelicerata: Arachnida ex Acari*) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, S408-S418.
- Galindo-Tovar, M. E., Arzate-Fernández, A. M., Ogata-Aguilar, N., Murguía-González, J., Lee-Espinosa, H. E., y Landero-Torres, I. (2008). Origen y domesticación del aguacate (*Persea americana* Mill.) en Mesoamérica. *XXI Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz y I del Trópico Mexicano*, Córdoba.
- Gallina, S., Mandujano, S., y González-Romero, A. (1996). Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of Central Veracruz, Mexico. *Agroforestry Systems*, 33, 13-27.
- Gayosso-Aparicio, V. (2016). *Análisis de la cadena de valor del café en la región Otomí-Tepehua*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Gliessman, S. R. (2015). *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems*. Boca Ratón: CRC Press.

- González-Luna, F. (2008). *Territorio y café: Transformaciones recientes en la región cafetalera de Coatepec, Veracruz 1994-2006*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gómez-Pompa, A., y Kaus, A. (1992). Taming the wilderness myth. *Bioscience*, 42(4), 271-280.
- Gómez-Pompa, A., Salvador-Flores J., y Sosa, V. (2012). El *Pet Kot*: Una selva tropical creada por los mayas. En J. Salvador-Flores. *Huertos familiares en Mesoamérica*, (pp: 135-153). Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Gordon, C., Manson, R., Sundberg, J., y Cruz-Aragón, A. (2007). Biodiversity, profitability, and vegetation structure in a Mexican coffee agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118, 256-266.
- Greenberg, R., Bichien, P., y Cruz-Angón, A. (2000). The conservation value for birds of cacao plantations with diverse planted shade in Tabasco, Mexico. *Animal Conservation*, 3, 105-122.
- Hernández-Cendejas, G. A., Avalos-Lozano, A., y Urquijo, P. (2016). El *te'om* ¿una alternativa a la deforestación en La Huasteca? Análisis de un sistema agroforestal entre los teenek potosinos. En A. I. Moreno-Calles, A. Casas, V. M. Toledo y M. Vallejo-Ramos. *Etnoagroforestería en México*, (pp. 71-92). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández-Gómez, E., Hernández-Morales, J., Avedaño-Arrazate, C. H., López-Guillén, G., Garrido-Ramírez, E. R., Romero-Nápoles, J., y Nava-Díaz, C. (2015). Factores socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción del cacao en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 33(2), 232-246.
- Ibarra-M., A. (2001). Avifauna asociada a dos cacaotales tradicionales en la región de La Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 17(34), 101-112.
- Ibarra-Núñez, G. (1990). Los artrópodos asociados a cafetos en un cafetal mixto del Soconusco, Chiapas, México. Variedad y abundancia. *Folia Entomológica Mexicana*, 79, 207-231.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature)-Red List. (2017). The IUCN Red List of Threatened Species. (Web) Consultado 30 de junio del 2017. Recuperado de <http://www.iucnredlist.org>
- Katz, E. (1993). El papel de la etnobiología en el estudio de los sistemas de producción agrícola: El ejemplo de una zona cafetalera de la Mixteca alta (México). En G. Herminilio-Navarro, C. Jean-Philippe y P. Milleville. *Sistemas de producción y desarrollo agrícola*, (pp. 321-327). Montecillo, México: Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.
- Leyequien, E., De Boer, W. F., y Toledo, V. M. (2010). Bird Community Composition in a Shaded Coffee Agro-ecological Matrix in Puebla, Mexico: The Effects of Landscape Heterogeneity at Multiple Spatial Scales. *Biotropica*, 42(2), 236-245.
- Lin, B. B. (2009). Fruit Growth and Development Under Varying Shade Levels in the Soconusco Region of Chiapas, Mexico. *Journal of Sustainable Agriculture*, 33, 51-65.
- Livingston, G., Philpott, S. M., y Mora-Rodríguez, A. de la (2013). Do Species Sorting and Mass Effects Drive Assembly in Tropical Agroecological Landscape Mosaics? *Biotropica*, 45(1), 10-17.
- Llorente-Bousquets, J., y Ocegueda, S. (2008). *Estado del conocimiento de la biota*. En J. Sarukhán. *Capital Natural de México (Volumen 1: Conocimiento actual de la biodiversidad)*, (pp. 283-322). México: Conabio.
- López-Baez, O., Ramírez-Gonzalez, S. I., Espinosa-Zaragoza, S., Villarreal-Fuentes, J., y Wong-Villareal, A. (2015). Diversidad vegetal y sustentabilidad del sistema agroforestal de cacao en la región de la selva de Chiapas, Mexico. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2(2), 2334-2501.
- Martínez, M. A., Evangelista, V., Basurto, F., Mendoza, M., y Cruz-Rivas, A. (2007). Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, 15-40.
- Mas, A. H., y Dietsch, T. V. (2004). Linking shade coffee certification to biodiversity conservation: Butterflies and birds in Chiapas, Mexico. *Ecological Applications*, 14(3), 642-654.
- McNeely, J. A. (2004). Nature vs. nurture: managing relationships between forests, agroforestry and wild biodiversity. *Agroforestry Systems*, 61, 155-165.
- Michon, G., De Foresta, H., Levang, P., y Verdeaux, F. (2007). Domestic Forests: A New Paradigm for Integrating Local Communities' Forestry into Tropical Forest Science. *Ecology and Society*, 12(2). Recuperado de <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art1/>
- Missouri Botanical Garden. (2017). Tropicos.org. (Web). Consultado viernes 30 de junio del 2017. Recuperado de <http://www.tropicos.org>

- Mora, A. de la, Livingston, G., y Philpott, S. M. (2008). Arboreal Ant Abundance and Leaf Miner Damage in Coffee Agroecosystems in Mexico. *Biotropica*, 40(6), 742-746.
- Morán-Rangel, G. (2005). "Seguimos Dependiendo del Campo". *El Proyecto de Café Orgánico en la Cooperativa Indígena Tosepan Titataniske de Cuetzalan*. Tesis de licenciatura. Universidad de las Américas Puebla.
- Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Rivero-Romero, A. D., Romero-Bautista, Y. A., Rangel-Landa, S., Fisher-Ortiz, R. A., Alvarado-Ramos, F., Vallejo-Ramos, M., y Santos-Fita, D. (2016a). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12(54). doi: 10.1186/s13002-016-0127-6
- Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Toledo, V. M., y Vallejo Ramos, M. (2016b). Introducción: Etnoagroforestería en México, los proyectos y el libro. En A. I. Moreno-Calles, A. Casas, V. M. Toledo y M. Vallejo-Ramos. *Etnoagroforestería en México*, (pp. 10-24). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moreno-Calles, A. I., Galicia-Luna, V. J., Casas, A., Toledo, V. M., Vallejo-Ramos, M., Santos-Fita, D., y Camou-Guerrero, A. (2014). La Etnoagroforestería: El estudio de los sistemas agroforestales tradicionales de México. *Etnobiología*, 12(3), 1-16.
- Moreno-Calles, A. I., Toledo, V. M., y Casas, A. (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: Una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4), 375-398.
- Moreno-Mendoza, S. D., Ibarra-Núñez, G., Chamé-Vázquez, E. R., y Valle-Mora, F. J. (2012). Gama de presas capturadas por cuatro especies de arañas tejedoras (*Arachnida: Araneae*) en un agroecosistema de cacao en Chiapas, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15, 457-469.
- Morón, M. A., y López-Méndez, J. A. (1985). Análisis de la entomofauna nicrofial de un cafetal en el Soconusco, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 63, 47-59.
- Muñoz, D., Estrada, A., Naranjo, E., y Ochoa, S. (2006). Foraging Ecology of Howler Monkeys in a Cacao (*Theobroma cacao*) Plantation in Comalcalco, Mexico. *American Journal of Primatology*, 68, 127-142.
- Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Towsend-Peterson, A., Berlanga-García, H., y Sánchez-González, L. A. (2014). Biodiversidad de aves de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl.* 85, 476-495.
- Nestel, D. (1995). Coffee in Mexico: international market, agricultural landscape and ecology. *Ecological Economics*, 15, 165-178.
- Ogata, N. (2003). Domestication and Distribution of the Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L.) in Mesoamerica. En A. Gómez-Pompa, M. F. Allen, S. L. Fedick y J. J. Jiménez-Osornio. *The Lowland Maya Area: Three Millennia At The Human-Wildland Interface*, (pp. 415-438). Boca Ratón: CRC Press.
- Oporto, S., Arriaga-Weiss, S. L., y Castro-Luna, A. A. (2015). Diversidad y composición de murciélagos frugívoros en bosques secundarios de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 431-439.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O., y Mendoza-Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, S460-S466.
- Peeters, L. Y. K., Soto-Pinto, L., Perales, H., Montoya, G., e Ishiki, M. (2003). Coffee production, timber, and firewood in traditional and Inga-shaded plantations in Southern Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 95, 481-493.
- Pérez-de la Cruz, M., y de la Cruz-Pérez, A. (2005). Diversidad de teridiidos (*Araneae Theridiidae*) en cuatro asociaciones florísticas, en el ejido "Las Delicias" en Teapa, Sureste de México. *Universidad y Ciencia*, 21(41), 41-44.
- Pérez-Nieto, J., Valdés-Velarde, E., Hernández-San Román, M. E., y Ordaz-Chaparro, V. (2005). Lluvia, escurrimiento superficial y erosión del suelo en sistemas agroforestales de café bajo sombra. *Agrociencia*, 39(4), 409-418.
- Perfecto, I., Mas, A., Dietsch, T., y Vandermeer, J. (2003). Conservation of biodiversity in coffee agroecosystems: a tri-taxa comparison in southern Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 12, 1239-1252.
- Perfecto, I., y Vandermeer, J. (2006). The effect of an ant-hemipteran mutualism on the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in southern Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 117, 218-221.
- Philpott, S. M. (2006). Ant patchiness: a spatially quantitative test in coffee agroecosystems. *Naturwissenschaften*, 93, 386-392.
- Philpott, S. M., y Ambrecht, I. (2006). Biodiversity in tropical agroforests and the ecological role of ants and ant diversity in predatory function. *Ecological Entomology*, 31, 369-377.

- Pinkus-Rendón, M. A., Ibarra-Núñez, G., Parra-Tabla, C., García Ballinas, J., y Hénaut, Y. (2006). Spider diversity in coffee plantations with different management in southeast Mexico. *The Journal of Arachnology*, 34, 104-112.
- Ponce de León, G. P. (2015). Inventario de sanguijuelas (*Annelida: Clitellata Hirudinea*) de México, con énfasis en las especies del centro de México. (Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. JF045). México: Conabio.
- Ponette-González, A. G., y Fry, M. (2014). Enduring footprint of historical land tenure on modern land cover in eastern Mexico: implications for environmental services programs. *Area*, 46(4), 398-409.
- Ponette-González, A. G., Weathers, K. C., y Curran, L. M. (2010). Water inputs across a tropical montane landscape in Veracruz, Mexico: synergistic effects of land cover, rain and fog seasonality, and interannual precipitation variability. *Global Change Biology*, 16, 946-963.
- Potvin, C., Owen, C. T., Melzi, S., y Beaucage, P. (2005). Biodiversity and Modernization in Four Coffee-producing Villages of Mexico. *Ecology and Society*, 10(1), 1-18. Recuperado de <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art18/>
- Ramírez-González, S. I. (2007). La moniliasis: un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema cacao en México. *Tecnología en marcha*, 21(1), 97-110.
- Ramírez-Meneses, A. (2009). *Diversidad florística y macrofauna edáfica en plantaciones agroforestales de cacao en Cárdenas, Tabasco*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados.
- Ramírez-Meneses, A., García-López, E., Obrador-Olán, J. J., Ruiz-Rosado, O., y Camacho-Chiu, W. (2013). Diversidad florística en plantaciones agroforestales de cacao en Cárdenas, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 29(3), 215-230.
- Ramírez-Pulido, J., González-Ruiz, N., Gardner, A. L., y Arroyo-Cabral, J. (2014). List of Recent Land Mammals of Mexico, 2014. *Special publications: Museum of Texas Tech University*, 63, 1-69.
- Ramos, L., Anaya, A. L., y Nieto de Pascual, J. (1983). Evaluation of allelopathic potential of dominant herbaceous species in a coffee plantation. *Journal of Chemical Ecology*, 9(8), 1079-1097.
- Reynoso-Santos, R., Jiménez-Castellanos, L. A., Soto-Pinto, L., y Pérez-Farrera, M. A. (2009). Similitudes y diferencias entre el bosque y la sombra del cafetal en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. En C. E. Aguilar-Jiménez, J. Galdámez-Galdámez, F. Bahena-Juárez, W. López-Báez y R. Pinto-Ruiz. *Agricultura sostenible (vol. 5): agroecología, agricultura orgánica, ganadería sostenible*, (pp. 310-319). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: Universidad Autónoma de Chiapas / Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible.
- Rojas-Villagómez, C. D. (2013). *Tajpianij: Los Guardianes del agua. Conocimientos, creencias y prácticas intraétnicas en el territorio biocultural de Cuetzalan del Progreso, Puebla*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Rosales-Adame, J. J., Cevallos, J., Vázquez, J. M., y Hernández, F. (2008). La diversidad de los sistemas agroforestales en el Sur y Costa Sur de Jalisco. *IV Reunión Nacional de Sistemas Agro y Silvopastoriles: Estrategias ambientales amigables. Experiencias productivas y académicas*. Llevada a cabo del 12 al 16 de mayo de 2008 en Colima, México.
- Rosales-Adame, J. J., Cuevas-Guzmán, R., Gliessman, S. R., y Benz, F. B. (2014). Estructura y diversidad arbórea en el sistema agroforestal de piña bajo sombra en el occidente de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17, 1-18.
- Rosales-Adame, J. J., Cuevas-Guzmán, R., Gliessman, S., Benz, B., y Cevallos-Espinosa, J. (2016). El agrobosque de piña en el occidente de México: ecología, manejo tradicional y conservación biológica. En A. I. Moreno-Calles, A. Casas, V. M. Toledo y M. Vallejo-Ramos. *Etnoagroforestería en México*, (pp. 43-70). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Salazar-Ortiz, C. Y. (2009). *Etnobotánica de los sistemas de producción cafetaleros en el Municipio de Huehuetla, Hidalgo, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Saldaña-Vázquez, R. A., Sosa, V. J., Hernández-Montero, J. R., y López-Barrera, F. (2010). Abundance responses of frugivorous bats (*Stenodermatinae*) to coffee cultivation and selective logging practices in mountainous central Veracruz, Mexico. *Biodiversity Conservation*, 19, 2111-2124.
- Salgado-Mora, M. G. (2007). *Diagnóstico agroecológico del sistema cacao (Theobroma cacao L.) en la región del Soconusco, Chiapas, México*. Tesis de doctorado. El Colegio de la Frontera Sur.

- Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J. J., Gómez-Rodríguez, R. A., Guevara, L., Gutiérrez-Granados, G., y Rodríguez-Moreno, Á. (2014). Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Suplemento 85*, 496-504.
- Sánchez-Gutiérrez, F. (2012). *Recursos maderables en el sistema agroforestal cacao en Cárdenas, Tabasco*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados.
- Semarnat (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010. *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio Lista de especies en riesgo*. México: Diario Oficial de la Federación.
- Sonwa, D., Wiesa, S. F., Tchatat, M., Nkongmeneck, B., Adesina, A. A., Ndoye, O., y Gockowski, J. (2001). The role of cocoa agroforests in community and farm forestry in Southern Cameroon. *Rural Development Forestry Network*, 25, 1-9.
- Soto-Pinto Alcuía, M. L. (2000). Manejo de especies arbóreas para sistemas agroforestales en la región maya tzotzil-tzeltal del norte de Chiapas. (Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. M018) México: Conabio.
- Soto-Pinto, L., Anzueto-Martínez, M., y Quechulpa, S. (2011). *El acahual mejorado: Un prototipo agroforestal*. San Cristóbal de Las Casas: Red de Espacios de Innovación Socioambiental, El Colegio de la Frontera Sur.
- Soto-Pinto, L., Villalvazo-López, V., Jiménez-Ferrer, G., Ramírez-Marcial, N., Montoya, G., y Sinclair, F. L. (2007). The role of local knowledge in determining shade composition of multistrata coffee systems in Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 16, 419-436.
- Toledo V. M. (2005). Repensar la conservación: ¿Áreas naturales protegidas o estrategia biorregional? *Gaceta ecológica*, 77, 67-83.
- Toledo V. M. (2016). El *Kuojtakiloyan* de la Sierra Norte de Puebla: una aproximación etnoecológica. En A. I. Moreno-Calles, A. Casas, V. M. Toledo y M. Vallejo-Ramos (comps.). *Etnoagroforestería en México*, (pp. 29-42). Morelia: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Toledo, V. M., y Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural: La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona: Icaria.
- Toledo, V. M., Ortiz-Espejel, B., Cortés, L., Moguel, P., y Ordoñez, M. de J. (2003). The multiple use of tropical forests by indigenous peoples in Mexico: a case of adaptive management. *Conservation Ecology*, 7(3), 9-26.
- Toledo, V. M., y Moguel, P. (1999). Café, luchas indígenas y sostenibilidad: el caso de México. Primer Seminario Internacional de Caficultura Orgánica. Pereira, Colombia.
- Toledo, V. M., y Moguel, P. (2012). Coffee and Sustainability: The Multiple Values of Traditional Shaded Coffee. *Journal of Sustainable Agriculture*, 36, 353-377.
- Toledo-Manzur, V. M. (2005). Potencial económico de la flora útil de los cafetales de la Sierra Norte de Puebla. (Informe final SNIB-CONABIO Proyecto No. AE019). México: Conabio.
- Toledos-Aceves, T., García-Franco, J. G., Hernández-Rojas, A., y MacMillan, K. (2012). Recolonization of vascular epiphytes in a shaded coffee agroecosystem. *Applied Vegetation Science*, 15, 99-107.
- Valencia, V., West, P., Sterling, E. J., García-Barríos, L., y Naeem, S. (2015). The use of farmers' knowledge in coffee agroforestry management: implications for the conservation of tree biodiversity. *Ecosphere*, 6(7), 1-17.
- Villavicencio-Enríquez, L. (2012). Caracterización agroforestal en sistemas de café tradicional y rústico, San Miguel, Veracruz, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19(1), 67-80.
- Wiersum, K. F. (2004). Forest gardens as an "intermediate" land-use system in the nature-culture continuum: Characteristics and future potential. *Agroforestry Systems*, 61, 123-134.
- Williams-Guillén, K., y Perfecto, I. (2010). Effects of Agricultural Intensification on the Assemblage of Leaf-Nosed Bats (*Phyllostomidae*) in a Coffee Landscape in Chiapas, Mexico. *Biotropica*, 42(5), 605-613.
- Yépez-Pacheco, C., Estrada-Berg, W., Pérezgrovas-Garza, V., y Musálem, M. A. (2006). Evaluación de la Sustentabilidad de Cafetales Orgánicos Mediante el Balance de Nutrientos, en la Unión Majomut, Chiapas, México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 12(2), 87-91.

Cuadro 1. Número de estudios clasificados por estado y tipo de agrobosque

Estado Sistema	Acahual mejorado	Cacaotil	Cafetal	Huertos	Kuajtakiloyan	No específica	Pet Kot	Piñal	Te'lom	Total general
Campeche		1								1
Chiapas	1	16	55							72
Colima			1							1
Guerrero		1	4							5
Hidalgo			4							4
Histórico		7	2							9
Jalisco			2	1				3		6
México (país)		2	7		1					10
Nayarit			1					2		3
No específica			1						1	2
Oaxaca		1	9							10
Puebla			11	1	2					14
Quintana Roo				1			1			2
San Luis Potosí									3	3
Sur y Península de México			1							1
Tabasco		31				1				32
Tamaulipas			1							1
Veracruz		1	47			2			2	52
Yucatán		1				1	1			3
Total general	1	61	146	3	3	4	2	5	6	231

Cuadro 2. Especies, géneros y familias de plantas con más número de registros en los agrobosques de México

Especies	No. de registros	Géneros	No. de registros	Familias	No. de registros
<i>Mangifera indica</i> L.	31	<i>Inga</i>	82	Fabaceae	318
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	30	<i>Citrus</i>	77	Orchidaceae	238
<i>Cedrela odorata</i> L.	29	<i>Musa</i>	48	Malvaceae	132
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	24	<i>Persea</i>	40	Rutaceae	96
<i>Persea americana</i> Mill.	23	<i>Coffea</i>	37	Lauraceae	83
<i>Coffea arabica</i> L.	22	<i>Erythrina</i>	34	Moraceae	77
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	21	<i>Annona</i>	31	Meliaceae	73
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	20	<i>Mangifera</i>	31	Rubiaceae	72
<i>Diphysa robinoides</i> Benth.	20	<i>Cedrela</i>	30	Anacardiaceae	68
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	20	<i>Quercus</i>	30	Sapotaceae	63
<i>Inga inicuil</i> Schlttdl. y Cham. ex G. Don	20	<i>Epidendrum</i>	29	Myrtaceae	60
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore y Stearn	20	<i>Ficus</i>	28	Arecaceae / Euphorbiaceae	59

Cuadro 3. Número de especies de plantas en alguna categoría de riesgo

Categoría IUCN	No. de especies	Categoría NOM-059	No. de especies
<i>Data Deficient</i>	4	Amenazada	20
<i>Endangered</i>	6	Peligro de extinción	6
<i>Extinct in the Wild</i>	2	Protección especial	19
<i>Least Concern</i>	45		
<i>Lower Risk/conservation dependent</i>	1		
<i>Lower Risk/least concern</i>	6		
<i>Lower Risk/near threatened</i>	1		
<i>Near Threatened</i>	1		
<i>Vulnerable</i>	16		

Cuadro 4. Número de especies, géneros y familias de animales por clase y phylum

Phylum	Clase	No. de registros	No. de especies	No. de géneros	No. de familias
Annelida	Clitellata	1	1	1	1
Arthropoda	Arachnida	118	63	51	22
	Araneae	1	0	0	0
	Cucujidae	1	0	0	0
	Entognatha	5	0	0	0
	Insecta	323	85	41	11
	Symphyla	1	0	0	0
	Tachinidae	2	0	0	0
Chordata	Amphibia	40	34	17	9
	Aves	403	401	206	49
	Mammalia	120	120	77	26
	Reptilia	36	33	20	15
Total		1051	737	413	133

Cuadro 5. Número de especies de animales en alguna categoría de riesgo

Categoría IUCN	No. de especies	Categoría NOM-059	No. de especies
<i>Least Concern</i>	487	Amenazada	40
<i>Near Threatened</i>	13	Peligro de extinción	15
<i>Vulnerable</i>	21	Probablemente extinta en el medio silvestre	1
		Protección especial	60

Cuadro 6. Especies, familias y géneros con más especies de la clase *Aves* en agrobosques

Especies	No de registros	Géneros	No de registros	Familias	No de registros
<i>Setophaga virens</i> (Gmelin, 1789)	11	<i>Setophaga</i>	75	Parulidae	176
<i>Mniotilta varia</i> (Linnaeus, 1766)	10	<i>Icterus</i>	39	Tyrannidae	132
<i>Piranga rubra</i> (Linnaeus, 1758)	10	<i>Vireo</i>	35	Trochilidae	79
<i>Setophaga ruticilla</i> (Linnaeus, 1758)	10	<i>Amazilia</i>	32	Cardinalidae	70
<i>Cardellina pusilla</i> (Wilson, 1811)	9	<i>Empidonax</i>	24	Icteridae	70
<i>Euphonia hirundinacea</i> Bonaparte, 1838	9	<i>Piranga</i>	23	Thraupidae	54
<i>Hylocichla mustelina</i> (Gmelin, 1789)	9	<i>Geothlypis</i>	22	Turdidae	46
<i>Icterus galbula</i> (Linnaeus, 1758)	9	<i>Euphonia</i>	16	Columbidae	45
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	9	<i>Turdus</i>	16	Vireonidae	41
<i>Saltator atriceps</i> (Lesson, 1832)	9	<i>Basileuterus</i>	15	Furnariidae	33
<i>Setophaga magnolia</i> (Wilson, 1811)	9	<i>Catharus</i>	15	Picidae	32
<i>Tityra semifasciata</i> (Spix, 1825)	9	<i>Myiarchus</i>	15	Troglodytidae	32
<i>Turdus grayi</i> Bonaparte, 1838	9	<i>Passerina</i>	15	Tityridae	25

Cuadro 7. Especies, familias y géneros con más especies de la clase *Mammalia* en agrobosques

Especies	No de registros	Géneros	No de registros	Familias	No de registros
<i>Didelphis virginiana</i> Kerr, 1792	11	<i>Artibeus</i>	20	Phyllostomidae	125
<i>Dasyus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	10	<i>Didelphis</i>	20	Procyonidae	36
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	10	<i>Dermanura</i>	15	Didelphidae	29
<i>Alouatta palliata</i> (Gray, 1849)	9	<i>Sciurus</i>	14	Cricetidae	26
<i>Artibeus lituratus</i> koopmani Wilson, 1991	9	<i>Glossophaga</i>	12	Sciuridae	16
<i>Didelphis marsupialis</i> Linnaeus, 1758	9	<i>Peromyscus</i>	11	Mormoopidae	13
<i>Sciurus aureogaster</i> F. Cuvier, 1829	9	<i>Bassariscus</i>	10	Dasypodidae	10
<i>Artibeus jamaicensis</i> Leach, 1821	8	<i>Dasyus</i>	10	Mephitidae	10
<i>Bassariscus sumichrasti</i> (Saussure, 1860)	8	<i>Procyon</i>	10	Atelidae	9
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	8	<i>Alouatta</i>	9	Geomyidae	8
<i>Peromyscus mexicanus</i> (Saussure, 1860)	8	<i>Carollia</i>	9	Mustelidae	8
<i>Philander opossum</i> (Linnaeus, 1758)	8	<i>Pteronotus</i>	9	Canidae	7
<i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)	8	<i>Sturnira</i>	9	Felidae	6

Cuadro 8. Especies, familias y géneros con más especies de la clase *Amphibia* en agrobosques

Especies	No de registros	Géneros	No de registros	Familias	No de registros
<i>Craugastor rhodopsis</i> (Cope, 1867)	5	<i>Craugastor</i>	21	Craugastoridae	21
<i>Incilius valliceps</i> (Wiegmann, 1833)	5	<i>Lithobates</i>	7	Hylidae	21
<i>Lithobates berlandieri</i> (Baird, 1859)	5	<i>Incilius</i>	6	Bufonidae	9
<i>Smilisca baudinii</i> (Duméril y Bibron, 1841)	5	<i>Eleutherodactylus</i>	5	Ranidae	9
<i>Craugastor mexicanus</i> (Brocchi, 1877)	4	<i>Smilisca</i>	5	Eleutherodactylidae	5
<i>Craugastor pygmaeus</i> (Taylor, 1937)	4	<i>Ecnomiohyla</i>	4	Plethodontidae	5
<i>Ecnomiohyla miotypanum</i> (Cope, 1863)	4	<i>Scinax</i>	4	Centrolenidae	3
<i>Scinax staufferi</i> (Cope, 1865)	4	<i>Hyalinobatrachium</i>	3	Leptodactylidae	3
<i>Eleutherodactylus cystignathoides</i> (Cope, 1877)	3	<i>Leptodactylus</i>	3	Microhylidae	2
<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i>	3	<i>Pseudoeurycea</i>	3		
<i>Rhinella marina</i> (Linnaeus, 1758)	3	<i>Rhinella</i>	3		

Cuadro 9. Especies, familias y géneros con más especies de la clase *Reptilia* en agrobosques

Especies	No de registros	Géneros	No de registros	Familias	No de registros
<i>Basiliscus vittatus</i> Wiegmann, 1828	3	<i>Anolis</i>	12	Dactyloidae	12
<i>Holcosus undulatus</i> (Wiegmann, 1834)	3	<i>Sceloporus</i>	5	Phrynosomatidae	5
<i>Anolis dollfusianus</i> Bocourt, 1873	2	<i>Basiliscus</i>	3	Scincidae	5
<i>Anolis laevis</i> (Wiegmann, 1834)	2	<i>Holcosus</i>	3	Corytophanidae	4
<i>Anolis lemurinus</i> Cope, 1861	2	<i>Ninia</i>	3	Teiidae	4
<i>Hemidactylus frenatus</i> Schlegel in Duméril y Bibron, 1836	2	<i>Sphenomorphus</i>	3	Colubridae	3
<i>Ninia sebae</i> (Duméril, Bibron y Duméril, 1854)	2	<i>Hemidactylus</i>	2	Dipsadidae	3
<i>Sphenomorphus assatus</i> (Cope, 1864)	2	<i>Marisora</i>	2	Gekkonidae	2

Cuadro 10. Beneficios ecosistémicos provistos por los agrobosques

Beneficios	Descripción
Barreras y cerco vivo	Barreras y cerco vivo
Beneficios a la salud humana	Mayor salud para los productores y trabajadores que en sistemas con uso de agroquímicos. Mejoramiento del entorno donde viven. Producción de oxígeno. Provisión de plantas medicinales.
Beneficios culturales	Belleza escénica. Parte de la cultura regional por milenios. Recreación.
Beneficios económicos	Aseguramiento de un mejor sustento para sus hijos. Provisión de especies valiosas para el intercambio y/o venta.
Control biológico	Control de plagas y enfermedades.
Delimitación de terrenos	Delimitación de terrenos.
Fomento de interacciones	Captura de carbono. Fijación de nitrógeno. Mantiene las propiedades físico-químicas de los bosques (densidad aparente, retención hidráulica, porosidad, pH, concentraciones de fosforo, nitrógeno, magnesio, sodio, calcio, intercambiable y potasio). Regulación del fósforo, nitrógeno y azufre.
Hábitat de especies o facilitador de especies valiosas	Conservación de la biodiversidad similar e incluso mayor que los ecosistemas naturales, en especial en especies generalistas, anfibios, arañas, artrópodos, aves, coleópteros, flora (tanto especies de sucesión secundaria como tardía y nativas y domesticadas) epifitas que resistan climas un poco más secos, escarabajos, hormigas, hongos, insectos, lombrices, mamíferos, micorrizas, monos, murciélagos, ranas, reptiles, terididos y de las condiciones necesarias para que exista (agua, alimento, continuidad en el dosel, un cierto número de árboles y un bajo uso de agroquímicos y refugio permanente o temporal). Corredores biológicos de individuos y genes. Facilitador de especies que proveen bienes valiosos como alimentos, cañas, carne de monte, cultivos comerciales o para intercambio, cortezas útiles, fibras, forraje, fruta, insectos comestibles, ganado, hongos, insumos industriales, leña, madera, materiales y utensilios para la construcción, la vivienda, la agricultura, para hacer artesanías, para la mueblería y uso industrial, miel, palmas, plantas medicinales, ornamentales, mágicas y de uso religioso, resinas.
Mantenimiento de fuentes de agua	Agua para consumo humano, animal, para riego y energía hidroeléctrica. Conservación del equilibrio en las cuencas. Conservación y recarga de los mantos freáticos, contribuir al balance hídrico. Filtración, captación y retención de las reservas de agua. Protección de los manantiales, ríos, arroyos y afluentes. Retención de humedad.
Mantenimiento de la vegetación	Mantenimiento de la cobertura vegetal. Mantiene las propiedades físico-químicas de los bosques (densidad aparente, retención hidráulica, porosidad, pH, concentraciones de fosforo, nitrógeno, magnesio, sodio, calcio, intercambiable y potasio).
Mantenimiento y mejoramiento del suelo	Control de la erosión del suelo y los derrumbes. Fertilización. Generación de biomasa, materia orgánica, humus y nutrientes. Reducción de la erosión.
Mejoramiento de las condiciones climáticas	Amortiguación de condiciones climáticas adversas. Generación, regulación y conservación de condiciones microclimáticas favorables para la producción de diferentes especies. Mitigación de los efectos del calentamiento y el cambio climático. Regulación de los ciclos atmosféricos globales. Regular las condiciones climáticas locales y regionales.
Sombra	Sombra.

Cuadro 11. Usos de la biodiversidad por sistema

Usos	Cacaotal	Cafetal	Huerto	Piñal	Te'óm	Total
Alimento	63	192	52	2	27	336
Medicinal	4	193	35	0	10	242
Combustible	3	150	0	0	1	154
Construcción	28	124	2	0	11	165
Intercambio o venta	7	90	27	0	29	153
Artesanal	3	41	13	0	7	64
Ornamental	0	56	7	0	0	63
Utensilio	0	32	9	0	10	51
Poste o cerco vivo	0	36	0	0	0	36
Forraje	0	25	3	2	0	30
Ritual	0	22	2	0	1	25
Colorante	0	3	0	0	4	7
Fibra	0	2	7	0	0	9
Envoltura	0	6	0	0	0	6
Veneno	0	2	0	0	5	7
Saporífero	0	4	0	0	0	4
Higiene	0	2	0	0	1	3
Industrial	3	0	0	0	0	3
Resina útil y látex	0	3	0	0	1	4
Cosmético	0	0	2	0	0	2
Goma	0	2	0	0	0	2
Pegamento	0	2	0	0	0	2
Aceite	0	1	0	0	0	1
Cera	0	1	0	0	0	1
Curtiente	0	1	0	0	0	1
Juguete	0	1	0	0	0	1
Total	98	476	75	4	107	1372

Cuadro 12. Beneficios de la biodiversidad por sistema

Sistemas	Número de especies					
	Beneficios	Cacaotal	Cafetal	Huerto	Piñal	Total
Sombra		30	154	0	0	184
Hábitat de especies o facilitador de especies valiosas		0	31	4	0	35
Abono		5	5	0	2	12
Protección de suelo		0	4	0	0	4
Tutor		0	4	0	0	4
Control de plagas		0	0	2	0	2
Total		35	198	6	2	241

Cuadro 13. Problemáticas que enfrentan los agrobosques

Problemáticas	Problemas causados
Liberación del mercado	<p>Bajas históricas y crisis cíclicas de los precios.</p> <p>Concentración de la comercialización, procesos productivos y poder por grandes transnacionales sobre los territorios y las lógicas de producción campesinas.</p> <p>Desmantelamiento de las paraestatales, los apoyos (producción y otros), la asesoría técnica y los mecanismos de regulación interna del mercado.</p> <p>Competencia contra grandes plantaciones extranjeras y mismos precios sin tomar en cuenta su forma de producir o calidad del grano.</p> <p>Debido al paternalismo ejercido por décadas con el INMECAFE, tras su cierre los productores no contaban con capacidades técnicas, financieras u organizativas.</p> <p>Intensificación y homogenización de estos sistemas y/o su remplazo por sistema bajo sol.</p>
Baja en la productividad de los sistemas	<p>Baja renovación de las plantaciones.</p> <p>Remplazo por otros cultivos.</p> <p>Secundarización como actividad económica por otras como las maderas, la pimienta y/o el plátano.</p>
Intensificación del sistema	<p>Posible generación de grandes consecuencias ambientales.</p> <p>Gran uso de agroquímicos y maquinaria.</p> <p>Concentración de los créditos en esta clase de productores.</p>
Comercialización, técnica e industrialización	<p>El coyotaje genera menores ganancias al productor (debido a la venta en etapas tempranas de procesamiento y a precios menores de la mejor parte de la producción) y mayor costo al consumidor.</p> <p>Los productos obtenidos del agrobosque son subutilizados o no son aprovechados debido a la falta o subdesarrollo de sus rutas de comercio, y a la desvalorización por parte de las nuevas generaciones.</p> <p>El mal manejo postcosecha, la mala elaboración de actividades cultural y contra incendios, la falta de nutrientes favorece las plagas y enfermedades.</p> <p>Desabasto de cacao en la industria cacaotlera nacional.</p> <p>Existe una cierta sobreexplotación o déficit de ciertos recursos como la leña o carne de monte.</p> <p>Debido a la expansión de la industria cacaotlera se han perdido una gran cantidad de subproductos derivados de su transformación.</p> <p>Existe una gran contaminación generado por el vertimiento de subproductos derivados del procesamiento del café.</p>
Apoyo, investigación y programas de gobierno	<p>Programas de apoyo con una visión limitada, paternalistas y asistencialista.</p> <p>La asesoría y divulgación es en gran medida por la participación del gobierno y podría llegar a peligrar.</p> <p>Falta de conocimiento sobre los apoyos a los que pueden acceder los productores.</p> <p>Existen pocos técnicos e investigadores capacitados en estos sistemas.</p> <p>No existen programas de pago por servicios a los sistemas indígenas.</p> <p>Existe una incredulidad de los campesinos a las instituciones de investigación debido a que se cree que no se toman en cuenta sus necesidades.</p> <p>Al momento de dar planta se usan variedades no adecuadas.</p> <p>Falta de apoyo durante la operación y de capacitación de personal en los proyectos.</p>

Población y trabajo	<p>Pérdida y encarecimiento de la disponibilidad de mano de obra.</p> <p>Perdida de la transmisión de conocimiento sobre la producción y el manejo de los agroecosistemas de las generaciones que trabajan a los hijos.</p> <p>Desinterés en regresar, rompimiento y no inversión en las actividades del campo por los migrantes.</p> <p>Los jóvenes prefieren trabajos asalariados (en las ciudades o en Estados Unidos) que participar en las actividades del campo.</p> <p>La población ha envejecido o en su mayoría son personas entre la adultez y la tercera edad, con bajo nivel educativo, altamente marginado, con escasa infraestructura y altos niveles de pobreza.</p> <p>Debido a la avanzada edad de la población se sienten desalentados a capacitarse.</p>
Cambio climático, plagas y enfermedades	<p>El cambio climático ha empezado a provocar cambio en la fenología y rendimientos de la biodiversidad útil de los agrobosques, climas más extremos, aparición o aumento de plagas y enfermedades (principal factor limitante para la producción en algunas zonas) y su cambio o abandono por otros sistemas debido a las sequías.</p> <p>Las plagas y enfermedades y su control ha generado la pérdida de la producción, baja productividad, baja en la rentabilidad y desinterés o abandono de los sistemas.</p> <p>Con la homogeneización de estos sistemas se hacen más vulnerables ante el cambio climático, debido la ruptura de las dinámicas naturales (suelos, biodiversidad y biomasa) y el control de plagas.</p> <p>Posibles migraciones y afectaciones de los caficultores de altura por el cambio en las temperaturas.</p>
Atomización de las parcelas y falta de infraestructura	<p>Al momento de heredar la tierra se divide entre muchas personas y los herederos no alcanzan a cubrir sus necesidades (atomización de las tierras), generando un menor descanso en los sistemas a largo plazo, el abandono de los jóvenes sin tierra, la reducción del tamaño de los sistemas y un excesivo intermediarismo.</p> <p>La falta de infraestructura genera un desarrollo diferenciado de muchas zonas, la venta de productos en bajos estados de procesamiento y caer en el intermediarismo.</p>
Organizaciones campesinas	<p>Problemas internos como las luchas de poder, de intereses, falta de credibilidad (en líderes y la organización) y divisiones.</p> <p>Dependencia de organizaciones privadas o gobiernos debido a su limitación en el acopio y comercialización.</p> <p>Falta de créditos privados o públicos, y en algunos casos no son usados para la producción.</p> <p>Prohibición por ley de que las organizaciones den créditos a sus socios.</p> <p>Falta de infraestructura y de capacitación e interés por capacitarse.</p> <p>Mala integración en la cadena productiva.</p> <p>Influencia de intermediarios y caciques.</p>
Producción orgánica	<p>Aunque buscan autonomía siguen atados a fuerzas, leyes y normas de certificadoras internacionales, mercados globales y consumidores occidentales.</p> <p>Certificadoras toman (o no) parámetros que no van conforme a sus objetivos.</p> <p>Los gastos de certificación y mantenimiento de la misma resulta ser un gran costo.</p> <p>El sobreprecio del café orgánico puede no cubrir los gastos de la mano de obra y certificación.</p> <p>Los beneficios no siempre llegan a toda la comunidad.</p>

Cuadro 14. Posibles soluciones para las problemáticas de y desde los agrobosques

Propuestas a las problemáticas	Propuestas
Investigación	<p>Generar proyectos de coproducción del conocimiento entre campesinos, investigadores y grupos sociales locales.</p> <p>Tomar en cuenta la diversidad cultural en el estudio de los sistemas.</p> <p>Integrar aspectos agronómicos, ecológicos y socioeconómicos en la investigación de estos sistemas.</p> <p>Encontrar mercados o vías para comercializar diversos productos que generan estos sistemas y evitar el intermediarismo.</p> <p>Monitorear la biodiversidad, sus dinámicas poblaciones y salud de estos sistemas, tomando en cuenta al paisaje y en periodos más a largo plazo.</p> <p>El papel de la biodiversidad en el control de las plagas y enfermedades, y los efectos del cambio climático sobre el mismo.</p> <p>Tasas de crecimiento de los árboles.</p> <p>El papel benéfico y dañino de estos sistemas en los servicios ecosistémicos.</p>
Difusión y recomendaciones técnicas	<p>Difundir el valor de los agrobosques como una forma de manejo integral con grandes beneficios socioeconómicos, por sus valores en servicios ambientales, históricos y sociales para fomentar apoyos de gobierno e instituciones privadas para establecer nuevas áreas de cultivo.</p> <p>Difundir procesos ecológicos a pequeña escala pero muy importantes para la producción.</p> <p>Difundir buenas prácticas para aumentar la producción.</p> <p>Generar manuales de los árboles útiles del sistema.</p> <p>Promover la regulación de las condiciones microambientales para controlar tamaños y formas de árboles no adecuados y problemas fitosanitarios.</p> <p>Promover métodos más amigables para combatir plagas y enfermedades.</p> <p>Diálogo e integración de conocimientos y tecnologías científicas y tradicionales.</p> <p>Generar formas originales de comercio, organización e interacción con otros actores.</p> <p>Se propone la participación del gobierno y empresas en la capacitación.</p> <p>Rescatar el conocimiento tradicional e integrar buenas prácticas de manejo y postcosecha, mejorar la infraestructura, fortalecer las capacidades empresariales, reducir la mano de obra utilizada, implementar sistemas y normas de calidad y un mayor procesamiento para agregar el mayor valor agregado.</p> <p>Integrar los sistemas a sistemas de roza con tiempos adecuados de descanso, tumba y quema debido a los beneficios extra que genera.</p> <p>Integrar especies arbustivas para beneficiar a fauna silvestre.</p> <p>Diversificar la producción hacia otras especies comerciales como los productos forestales no maderables y maderables, flores, hortalizas y complementarlos con otras actividades.</p> <p>Propone un manejo integrado de las plagas y enfermedades, integrando prácticas de saneamiento y manejo cultural e incorporando y fomentando el control biológico en los sistemas.</p> <p>Mejoramiento de los genotipos de cacao hacia mejores rendimientos y adaptación local.</p> <p>Renovación y mejoramiento de las plantaciones a través de y pensando en los recursos y capacidades propias.</p> <p>Actualización del conocimiento campesino en áreas como el manejo integral de plagas y enfermedades, incremento de la diversidad en los sistemas, conservación de suelos, acceso a mercados locales y mejorar la autonomía de las unidades.</p>

Daños ambientales	<p>Compostear y hacer un uso más racional del agua en la postcosecha.</p> <p>Conservar las prácticas y tecnologías agrícolas tradicionales por su papel para conservar la biodiversidad.</p> <p>Regular el aprovechamiento de vida silvestre mediante la implementación de UMAs.</p> <p>Ante el cambio climático, que los cafeticultores de altura se adapten, migren o cambien de actividad.</p>
Cooperativas	<p>Suelen incrementar la calidad de vida, el crecimiento social, prevención a futuras problemáticas, planeación del territorio, la adaptación al cambio climático, mayor capacidad de acopio, fermentado, secado y venta, evitar caer en carteras vencidas y tener asesoría en instituciones crediticias.</p> <p>Fomentar cooperativas para acceder más fácilmente a recursos financieros, conocimientos, apoyos, asesoría técnica y administrativa, créditos, procesos de transformación, restauración de los agrobosques, acceder a procesos de mercado justo e incrementar la posibilidad de negociar mejores precios de compra y venta.</p> <p>Fortalecer y fomentar procesos internos para su fortalecimiento tales como lograr una mayor autonomía, mejorar los procesos autogestivos, tomar en cuenta la parte cultural, lograr un mayor fortalecimiento, liderazgo y experiencia en sus cuadros, mejorar sus procesos administrativos, de supervisión y de apoyos, vencer el estigma de las organizaciones campesinas como un fraude o manipuladas y lograr ser una alternativa de empleo digno y estable para mantener y preparar a los jóvenes.</p> <p>Fortalecer y fomentar procesos externos para su fortalecimiento tales como mejorar la infraestructura de los servicios públicos, cooperar con las redes locales de apoyo social y económico (Ej: El tequio), mayor vinculación con las instituciones de enseñanza e investigación, trabajar en conjunto con todos los actores de las cadenas productivas y para los productores de cacao una mayor comunicación con la Unión Nacional de Productores de Cacao.</p> <p>Que las cooperativas y campesinos sean tomados en cuenta en la elaboración de políticas públicas del sector.</p> <p>Fortalecer el poder social a escala local o regional es posible: crear territorios sustentables capaces de resistir, evitar y/o sobrevivir procesos destructivos generados por los mercados y/o políticas públicas.</p>
Mercados especializados y cadenas productivas	<p>Presentan grandes beneficios como una creciente y gran demanda mundial, sobreprecios, subsidios, hay una gran variedad (orgánico, de comercio justo, ecológicos, biodiversidad, carbono, etc.), una distribución más justa de los beneficios económicos y sociales, un gran número de mercados en los que se puede incursionar, mejorar la calidad de vida; se han generado esquemas donde se toman en cuenta tanto las demandas de los productores y de los consumidores, se puede incursionar en el pago por servicios ambientales y en México hay muchas experiencias.</p> <p>Se puede avanzar más a esquemas de alta calidad una mayor aplicación y capacitación tanto en el momento de la siembra, la cosecha y los procesos postcosecha.</p> <p>Inmersos en una lógica económica campesina priorizando los hogares y prácticas tradicionales que permiten una mayor eficiencia energética y reciclaje de materiales, ayudan a conservar la riqueza biológica y cultural y pueden llegar a ser tan productivos como los sistemas convencionales y recuperan una cierta autonomía, ayudan a revalorar los insumos y tecnología local y es fácil que transiten a sistemas más orgánicos debido a practicar una agricultura cuasiorgánica.</p> <p>Pretenden ayudar a frenar la migración, buscando hacer atractivo y amigable el trabajo en el medio rural.</p> <p>Hay una mayor divulgación, producción y organización del sistema.</p> <p>Los programas de certificación han resultado ser efectivos al identificar los sistemas que más biodiversidad conservan y buscan el mejoramiento de la calidad de vida y la sustentabilidad, pues implican una participación más proactiva de los campesinos.</p> <p>Buscan ganarse la confianza por la calidad de los compradores y la participación de diferentes actores en los procesos de producción, procesamiento y comercialización.</p> <p>Hay un gran número de actividades que pueden llegar a complementar la economía del sistema como los subproductos orgánicos del sistema, el procesamiento más avanzado de los productos y el ecoturismo y/o turismo rural.</p> <p>Se propone reestructurar toda la cadena productiva, estableciendo redes de colaboración para intercambiar información y costos para inversión estratégica.</p> <p>Educar a los consumidores en por qué pagar un sobreprecio por estos productos y sobre otros subproductos.</p>

Políticas y programas	<p>Generar políticas de arriba hacia abajo buscando conservar las prácticas tradicionales, los modos de vida campesina, mejorar la calidad de vida y la sustentabilidad.</p> <p>Buscar enfoques más integrales a múltiples escalas y programas de políticas públicas en busca de nuevas clases de créditos, el empoderamiento de las instituciones locales, la autoorganización de los hogares, comunidades y cooperativas, buscando relaciones más armoniosas entre las personas y los recursos naturales, frenar la deforestación de estos sistemas e instrumentar los apoyos en la producción, la organización social y la investigación.</p> <p>Se puede ayudar a solventar algunos problemas mediante la regulación de la entrada de cacao por problemas fitosanitarios, programas de certificación y capacitación en temas ambientales y buenas prácticas, apoyos de uso más intensivo de la mano de obra, invertir de manera temprana en la adaptación de los campesinos al cambio climático y hacia el uso más eficiente de los recursos naturales; instauración de mecanismos para la participación más cercanos de los actores en las políticas públicas y en especial a los productores en desventaja productiva y organizacional, y apoyar a las cooperativas para la generación de capacidades sociales y de gobernanza con enfoque de sustentabilidad interna y externa.</p> <p>Retomar políticas que resultaron eficientes en la protección del medio ambiente y, en cuanto a la mitigación de los efectos de la producción y el comercio, permitir a la industria nacional operar con menores costos y mayor eficiencia, como lo fue la regulación del mercado.</p> <p>Debido a que el cacao criollo presenta relativamente muy pocos frutos y una baja regeneración se propone generar programas de rescate, reproducción, mejoramiento participativo, utilización, conservación y el buscar dar valor agregado con el fin de lograr conservar su biodiversidad genética.</p>
Problemáticas que pueden ayudar a resolver los agrobosques	<p>Pueden ser incluidos en esfuerzos de conservación, fungiendo como zona de amortiguamiento entre las zonas de cultivos y zonas silvestres, mitigar el impacto del cambio de uso de suelo sobre la biodiversidad, como refugio de vida silvestre, como zonas de amortiguamiento para áreas naturales protegidas y/o pueden ser usados como parte de una matriz del paisaje enriquecida que permite la conservación y el coloniaje de diferentes especies, esto en vez de los corredores, ofreciendo una serie de ventajas sobre ellos.</p> <p>Se puede aumentar su capacidad de conservación de biodiversidad; se sugiere mantener la diversidad de árboles con diferentes usos, dejar troncos caídos, los árboles viejos, mantener los fragmentos de bosque aledaños e informar sobre los servicios ecosistémicos que brindan.</p> <p>Pueden ayudar a frenar la deforestación y hasta revertirla, mantener y proteger las partes altas y los servicios ecosistémicos de las cuencas, funcionar como sistemas silvícolas retomando las prácticas y conocimientos locales, fungir como un mecanismo de mitigación del cambio climático y servir como almacenes de carbono.</p> <p>Donde los bosques han sido talados, sirven como fuente de bienes como la madera e inclusive pueden ayudar a disminuir la demanda sobre los bosques y sus recursos naturales, esta capacidad puede verse reforzada mediante subsidios a estos sistemas.</p> <p>Históricamente han demostrado mantener los medios de vida y la alimentación en tiempos extremos, debido al uso múltiple de estos sistemas y a complementarse con otros sistemas.</p> <p>Son una forma de reforzar autosuficiencia local e indirectamente el autogobierno, y llegan a generar mecanismos para frenar las presiones económicas y políticas.</p> <p>Ayudan a proponer alternativas políticas para mantener las condiciones materiales mínimas que les permita reproducirse como campesinos y en búsqueda de la emancipación, y fungir como una alternativa económica ante los proyectos de monocultivos.</p>

Figura 1

Distribución de los agrobosques de México por municipio

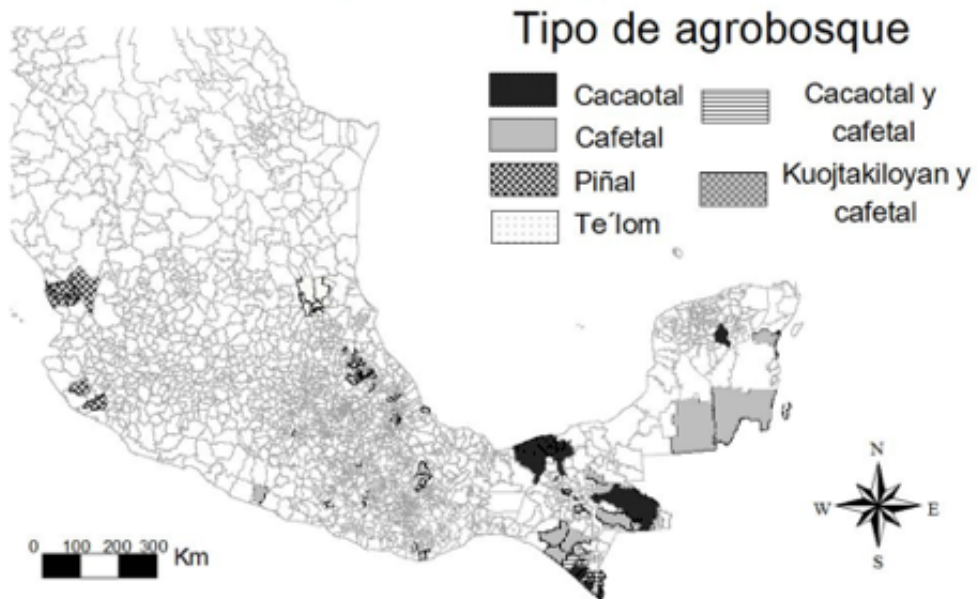


Figura 2

Número de especies por su origen

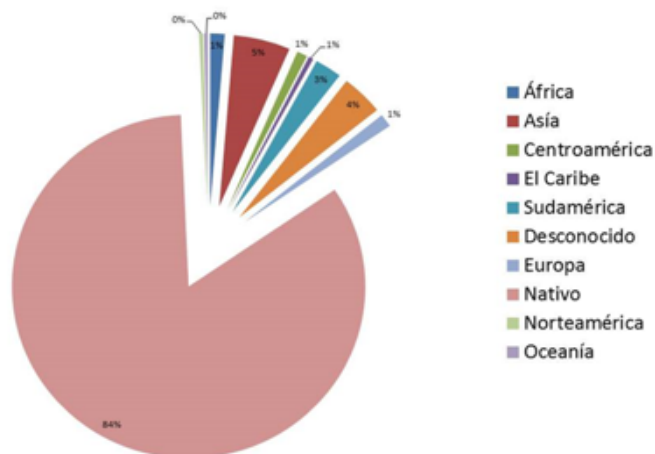
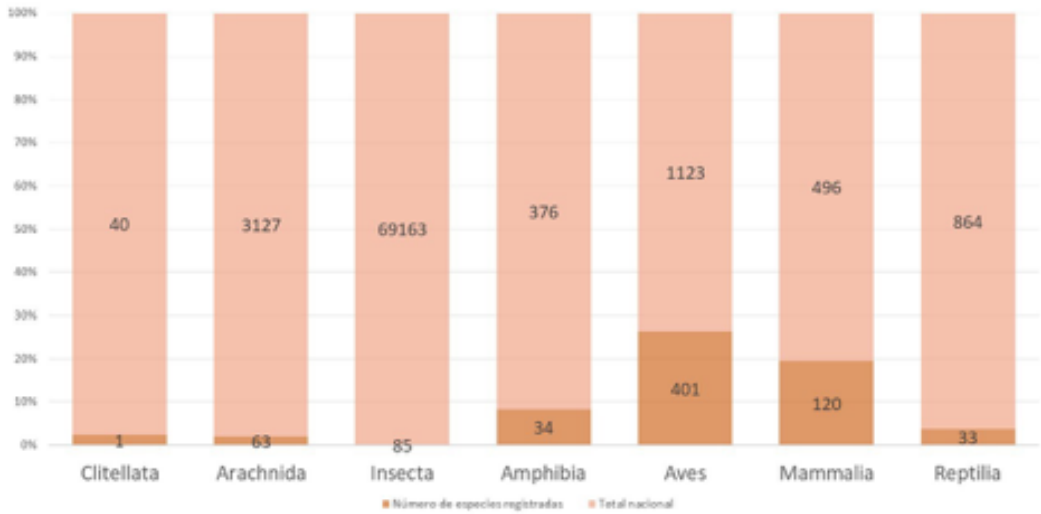


Figura 3. Porcentaje de especies registradas en agrobosques vs. el total nacional en México



Anexo 1. Artículos utilizados para la elaboración de los cuadros y datos en el presente trabajo.

Cita	Tipo de agrobosque	Estado	Municipio (s)	Tipo de clima	Vegetación original y/o asociada	Listado (No. de especies)	No. de especies útiles	Pueblo	Tenencia de la tierra	Sistemas asociados
Aguilar-Martínez, 2012	Cafetal	Chiapas	Ángel Albino Corzo y La Concordia							Cultivo de maíz, frijol, calabaza, chayote, mango, plátano, chile, chipaya, aves de corral, ganado y trabajo como jornaleros
Alcorn, 1981	Te'lom	San Luis Potosí/Veracruz	San Antonio, Taniñajas, Tancuayatab, Veracruz: Chinampa, Chontla, Tantima/Tancoco, Tantima/Tantoyuca	Tropical				Maya huasteco		Milpa (maíz, mandioca, batata y frijol), huertos, caña de azúcar y henequén. En menor medida: Carrizo, palmares, pastizales, naranjeras, cultivos comerciales y sistemas silvícolas
Alcorn, 1984	Te'lom	San Luis Potosí y Veracruz				Plantas (71)	71	Mayas Huastecos		Milpa, caña de azúcar y huerto de traspatio
Alcorn, 1989	Te'lom	No especifica								
Alcudia-Aguilar et al., 2009	Cacaotial	Tabasco	Comalcalco	Cálido húmedo	Selva Mediana Perenifolia	Plantas (11)	11			
Ancona-Aragón et al., 2012	Agrobosques	Yucatán	Santa Elena y Muna		Selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia y selva inundable					
Aragón y López-Paniagua, 2016	Cafetal	Oaxaca	Ixtlán de Juárez y San Pedro Yaneri			Animales (98)				
Arenas-Arcia, 2013	Cacaotial	Tabasco	Chontalpa	Cálido húmedo						
Arias et al., 2012	Cafetal	Veracruz		Semitropical	Bosque mesófilo de montaña	Hongos (15)				
Arias y Heredia-Abarca, 2014	Cafetal	Veracruz		Semitropical	Bosque mesófilo de montaña	Hongos (15)				
Ávalos-Sartorio y Blackman, 2010	Cafetal	Oaxaca								
Averdaño-Arrazate et al., 2011	Cacaotial	México (país)								Maíz y huertos de traspatio
Baerenklau et al., 2012	Cafetal	Veracruz	Atzacan y Zozocolco de Hidalgo		Selva mediana perenne					
Baeza-Nahed, 2003	Cafetal	Oaxaca	Santiago Nuyoo y Santa María Yuchihte	Templado húmedo y semicálido semihúmedo	Bosque de encino, bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña	Plantas (87)		Indígena	Comunal	Producción de maíz y frijol, artesanías, ganadería trashumante, jornalero, pequeño comercio, músicos, albaniles y cargos públicos
Barradas y Fanjul, 1984	Cafetal	Veracruz								
Barradas y Fanjul, 1986	Cafetal	Veracruz	Coatepec							
Bautista-Mora et al., 2016	Cacaotial	Tabasco	Cárdenas			Plantas (105)	31			Caña de azúcar

Cita	Tipo de agrobosque	Estado	Municipio (s)	Tipo de clima	Vegetación original y/o asociada	Listado (No. de especies)	No. de especies útiles	Pueblo	Tenencia de la tierra	Sistemas asociados
Bawaya, 2014	Cacaotal	No aplica	No aplica							
Bergmann, 1969	Cacaotal	No aplica								
Bermeo-López, 2002	Cafetal	Puebla	Xicotepec, Zhuatcutita y Tlacuiletepec	Semicálido húmedo y cálido húmedo				Indígena		Milpa y extracción de leña y frutos del bosque
Bolaños y González-R., 2008	Cafetal	Oaxaca						Zapoteco		
Bolaños-Méndez et al., 2015	Cafetal	Oaxaca	Ixtián de Juárez y San Pedro Yaneri		Selva alta perennifolia, bosque mesófilo de montaña, bosque de pino y bosque de encino	Plantas (104)	83	Zapoteco	Comunal	Cultivo de maíz, frijol, caña de azúcar y calabaza, recolección de plantas silvestres y huertos de traspatio
Brito-Ríos, 2015	Piñal	Jalisco	Villa Purificación	Templado subhúmedo	Selva mediana subcaducifolia	Animales (39)				Cafetales y platanares
Campos-Ortiz, 2012	Cafetal	Chiapas	Las Margaritas							Milpa (maíz, frijol y calabaza)
Cancino-López et al., 2014	Cafetal	Chiapas	Cacahoatán		Bosque Mesófilo de Montaña	Animales (8)				Cultivos de temporal
Carvajal-Hernández et al., 2014	Cafetal	Veracruz	Yecuata	Templado húmedo	Bosque Mesófilo de Montaña	Plantas (32)				Pastizales con árboles remanentes
Caso-Barrera y Aliphath Fernández, 2006	Cacaotal	No aplica	No aplica							Milpa
Clerck y Negreiros-Castillo, 2000	Huerto multiestrato	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto, Cancun, Bacalar y Chetumal			Plantas (77)	75	Maya		Milpa
Cobo y Paz-Pareles, 2009	Cacaotal	Chiapas	Chenalhó, Chalchihuitán, Pantelhó, Cancuc, Tenejapa, Larránzar y Oxchuc							Maíz, frijol, calabaza, chile, chayote y papa, algunos frutales y, en escala restringida, flores, hortalizas para el mercado, recolección de plantas y apicultura
Córdova-Ávalos, 2004	Cacaotal	Tabasco	Cunduacán							
Contreras-Hernández y Osorio-Rosales, 2015	Cafetal	Veracruz								
Contreras-Hernández, 2010	Cafetal	Veracruz								
Córdova-Ávalos et al., 2008	Cacaotal	Tabasco	Comacalco, Cunduacán, Cárdenas, Jalpa de Méndez, Huimanguillo, Paraiso, Centro y Teapa							
Córdova-Ávalos et al., 2011	Cacaotal	Tabasco	Cárdenas	Cálido húmedo		Plantas (55)	47			Cultivo de maíz, frijol, calabaza, plátano, yuca y camote. Ganadería, cultivo de caña, maíz, frijol, sorgo, naranja, traspatio y aportaciones sociales

Cita	Tipo de agrobosque	Estado	Municipio (s)	Tipo de clima	Vegetación original y/o asociada	Listado (No. de especies)	No. de especies útiles	Pueblo	Tenencia de la tierra	Sistemas asociados
Cortez-Madrigal et al., 2008	Cacaotal	Tabasco	Cunduacán y Cárdenas	Cálido húmedo						
Couñifo-Puchuli, 2010	Cacaotal	Chiapas								
Cruz-Elizalde et al., 2016	Cafetal	Hidalgo	Huehuetla			Animales (11)		Otomí		
Cruz-Márquez et al., 2013	Cafetal	Puebla	Pahuatlán					Náhuas		
Cruz-Parra, 2012	Cafetal	Chiapas	Cacahoatán y Unión Juárez			Animales (21)				
Davidson, 2004	Cafetal	México (país)								
De Haro-Gujarro, 2006	Cafetal	Veracruz	Coatepec y Huatusco		Animales (107)					
de la Cruz-Landero, 2014	Cacaotal	Tabasco	Comcalcalco							
de la Cruz-Pérez et al., 2015	Cacaotal	Tabasco	Teapa	Cálido húmedo	Plantas (42)					
de La Mora et al., 2008	Cafetal	Chiapas	Tapachula		Animales (2)					
de la Piedra-Consantino y Zamarripa-Colmenero, 2006	Cacaotal	Chiapas								
Deloya et al., 2007	Cafetal	Veracruz	Xalapa, Coatepec, Teocelo, Totuita y Huatusco	Semicaldo templado	Animales (33)					
Dietsch et al., 2007	Cafetal	Chiapas	Tapachula							
Dillingier et al., 2000	Cacaotal	No aplica	No aplica							
Elizondo-Salas, 2015	Cafetal	Veracruz	Zongolica	Templado húmedo		Plantas (30)	29	Náhuatl	Ejidal y propiedad privada	
Ellis et al., 2010	Cafetal	Veracruz	Zozocolco de Hidalgo		Selva mediana perenifolia			Totonaca		
Escamilla-Femat, 2008	Cafetal	Veracruz	Huatusco	Semicaldo y templado-cálido	Bosque caducifolio y bosque mesófilo de montaña	Plantas (24) y animales (4)	6			Hortalizas, milpa, plantas ornamentales y forestales
Escamilla-P et al., 2005	Cafetal	Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla y Guerrero	Mapastepec y Acacoyagua/Chocomaán, Ixhuatlán, Tepatlaxco y varios municipios de la región de Huatusco y Córdoba/Valle Nacional y Coatlán/Cuetzalan/Atoyac de Alvaréz	Templados, semicaldos y cálidos				Chinanteco, Náhuatl y Mestizo		
Escamilla-Prado et al., 2012	Cafetal	Veracruz	Huatusco			Plantas (25) y Animales (5)	24			

Cita	Tipo de agrobosque	Estado	Municipio (s)	Tipo de clima	Vegetación original y/o asociada	Listado (No. de especies)	No. de especies útiles	Pueblo	Tenencia de la tierra	Sistemas asociados
Espino-Serna et al., 2005	Cafetal	México (país)			Plantas (213)					
		Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán								
Espinosa-García et al., 2015	Cacaotial									
		Cacaotial, cafetal y agrobosques mixtos				Animales (17)				
Estrada et al., 1994		Veracruz				Animales (17)				
		Veracruz				Animales (158)				
Estrada et al., 2009	Cafetal	Veracruz				Plantas (2) y animales (28)				
Estrada y Coates-Estrada, 1997	Cafetal	Veracruz			Bosque de encino y bosque mesófilo de montaña					
Estrada y Coates-Estrada, 2001	Plantaciones sombreadas	Veracruz								
				Cálido húmedo, semicálido húmedo y semicálido con lluvias en verano						Cultivos anuales (maíz, frijol y chile), poteros para ganadería extensiva y huertos familiares
Evangelista-Oliva et al., 2010	Cafetal	Puebla								
Florez et al., 2011	Cafetal	Chiapas	Ocosingo							
			Escuintla, V. Comaltitán, Huixtla, Motozintla, Tuzatán, Huehuetán, Tapachula, Cacahuatán y Unión Juárez		Selva Tropical perenifolia, selva tropical subcaducifolia, encinares y bosque templados fríos (Coníferas)				Ejidal y Pequeña Propiedad	Maíz, frijol y frutales
Galindo Tovar et al., 2007	No aplica	No aplica								
Galindo Tovar et al., 2008	No aplica	No aplica								
Gallina et al., 1996	Cafetal	Veracruz				Plantas (5) y animales (24)				
Gallina et al., 2016	Cafetal	Veracruz	Coatepec							
García-Burgos et al., 2014	Cafetal	Veracruz	Huatusco y Xalapa			Plantas (14) y animales (13)				
García-Castro, 2011	Cafetal	Chiapas								
García-Estrada et al., 2006	Cafetal	Chiapas	Motozintla y Tapachula	Cálido húmedo	Bosque mesófilo de montaña	Plantas (21)				

Cita	Tipo de agrobosque	Estado	Municipio (s)	Tipo de clima	Vegetación original y/o asociada	Lista de especies (No. de especies)	No. de especies útiles	Pueblo	Tenencia de la tierra	Sistemas asociados
Hernández-Cendegas et al., 2016	Te'lom	San Luis Potosí	Aquisión, Ciudad Valles, Ebano, Huehuetlán, San Antonio, San Vicente Tancuayalab, Tamuín, Tampamolón, Tancanhuitz, Tlanajás y Tanguilán		Selvas bajas y medianas			Teenek y Náhuatl		
Hernández-Gómez et al., 2015	Cacaotal	Chiapas	Cacahoatán, Huehuetán, Tapachula, Tuxtla Chico, Tuzantán, Ostuacán, Pichucalco e Ixtacmitán			5			Ejidal y propiedad privada	Otros cultivos
Hernández-Gómez, 2014	Cacaotal	Chiapas	Cacahoatán, Huehuetán, Tapachula, Tuxtla Chico, Tuzantán, Ostuacán, Pichucalco e Ixtacmitán			Plantas (19) y hongos (6)	19		Ejidal y propiedad privada	Otros cultivos
Hernández-Martínez et al., 2009	Cafetal	Veracruz	Xalapa, Coatepec, Teocelo, Tenampa, Huatusco y Ixhuatlán del Café							
Ibarra-M et al., 2001	Cacaotal	Tabasco	Comalcalco y Paraiso	Cálido húmedo		Animales (84)				
Ibarra-Núñez, 1990	Cafetal	Chiapas	Tuxtla Chico	Cálido Húmedo		Animales (21)				
Jackson et al., 2012	Cafetal	Chiapas								
Jende et al., 2005	Cafetal	Chiapas								
Jiménez-Soto y Philippot, 2015	Cafetal	Chiapas				Animales (10)				
Katz, 1993	Cafetal	Oaxaca	Santiago Nuyoo					Mixteca		
Läderach et al., 2011	Cafetal	México (país)								
Larsen y Philippot, 2010	Cafetal	Chiapas				Animales (9)				
Leyequén et al., 2010	Cafetal	Puebla								
Lin, 2009	Cafetal	Chiapas	Tapachula							
Livigston et al., 2013	Cafetal	Chiapas								
Lopez et al., 2015	Cafetal	Chiapas	Las Margaritas y La Independencia							
López-Baez et al., 2015	Cacaotal	Chiapas	Maravilla Tenejapa			Plantas (27)	25			

Cita	Tipo de agrobosque	Estado	Municipio (s)	Tipo de clima	Vegetación original y/o asociada	Listado (No. de especies)	No. de especies útiles	Pueblo	Tenencia de la tierra	Sistemas asociados
Perfecto y Vandermeer, 2006	Cafetal	Chiapas								
Philpott y Foster, 2005	Cafetal	Chiapas			Animales (6)					
Philpott, 2006	Cafetal	Chiapas								
Pineda et al., 2005	Cafetal	Veracruz	Xalapa							
Pinedo y Halffter, 2003	Cafetal	Veracruz	Xalapa		Animales (12)					
Pinkus-Rendón et al., 2006	Cafetal	Chiapas	Tapachula							
Ponette-González et al., 2010	Cafetal	Veracruz								
Ponette-González et al., 2010 b	Cafetal	Veracruz								
Ponette-González y Fry, 2014	Cafetal	Veracruz							Privada	
Potvin et al, 2005	Cafetal	Guerrero, Puebla, Veracruz y Oaxaca						Náhuatl Popoloca y Zapoteca		
Priego-Castillo et al, 2009	Cacaotial	Tabasco	Comalcalco							
Ramirez-González, 2007	Cacaotial	México (país)								
Ramírez-López et al., 2012	Cafetal	Chiapas	Chenalhó					Maya Tsotsil		
Ramírez-López, 2012	Cafetal	Chiapas	Chenalhó							Maíz
Ramírez-Meneses et al, 2013	Cacaotial	Tabasco	Cárdenas		Plantas (42)					
Ramírez-Meneses, 2009	Cacaotial	Tabasco	Cárdenas							
Ramos et al., 1983	Cafetal	Veracruz	Coatepec							
Rendon-Aguilar y Turroblarte-Guillen, 1985	Cafetal	Guerrero	Atoyac de Álvarez		Bosque tropical sub-caducifolio y bosque de encino	Plantas (128)				Ejidal
Reynoso-Santos et al., 2009	Cafetal	Chiapas								
Roa-Romero et al., 2009	Cacaotial	Chiapas	Huehuetlán, Tapachula y Tuxtla Chico			Plantas (65)	36			
Rojas-Villagómez, 2013	Cafetal	Puebla	Cuetzalán de progreso							
Romero-Alvarado et al, 2002	Cafetal	Chiapas	Jitotol	Subtrópicual y húmedo						

Cita	Tipo de agrobosque	Estado	Municipio (s)	Tipo de clima	Vegetación original y/o asociada	Listado (No. de especies)	No. de especies útiles	Pueblo	Tenencia de la tierra	Sistemas asociados
Romo-Lozano et al., 2012	Cafetal	Veracruz	Aztalan	Cálido húmedo						
Rosales et al., 2008	Huertos con piña y huertos con café	Jalisco	La Huerta, Cuautitlán, Casimiro Castillo y Villa Purificación							
Rosales-Adame et al., 2014	Piñal	Jalisco y Nayarit	Villa Purificación/Ruiz y Santiago Ixcuitla		Bosque tropical sub-caducifolio y bosque de encino	Plantas (70)	2	Indígena y mestiza	Ejidal	
Rosales-Adame et al., 2016	Piñal	Jalisco y Nayarit	Villa Purificación y Cuatitlán de García Barragán/Ruiz Santiago Ixcuitla y Rosamorada		Bosque tropical caducifolio y bosque de encino					Granos básicos (maíz), frutales (café, arrayán), pastos y ganado
Ruelas-Monjardín et al., 2014	Cafetal	Veracruz	Coatepec	Semicálido húmedo	Bosque mesófilo de montaña					
SAGARPA et al., 2011	Cafetal	Colima	Comala, Cuatitlán, Villa de Álvarez, Minatitlán y Manzanillo	Subhúmedo cálido						
Salazar-Ortiz, 2009	Cafetal	Hidalgo	Huehuetla		Plantas (68)	65		Otomíes, tepehuas y mestizos		
Saldaña-Vázquez et al., 2010	Cafetal	Veracruz	Xalapa y San Andrés Tlaxiahuacán		Bosque mesófilo de montaña	Plantas (9) y animales (4)				
Salgado-Mora, 2007	Cacaotal	Chiapas	Tuzantán, Huehuetán, Tapachula y Tuxtla Chico	Cálido húmedo y subhúmedo	Selva mediana perenifolia	Plantas (48)	34			
Sánchez Gutiérrez et al., 2016	Cacaotal	Tabasco	Cárdenas	Cálido húmedo		Plantas (17) y animales (1)				
Sánchez-Gutiérrez, 2012	Cacaotal	Tabasco	Cárdenas	Cálido húmedo		Plantas (65)				
Santos-Barrera y Urbina-Cardona, 2011	Cafetal	Guerrero	Atoyac de Álvarez		Animales (6)					
Soto-Pinto et al., 2007	Cafetal	Chiapas	Jitotol		Plantas (76)	71		Zoque		
Soto-Pinto et al., 2010	Cafetal	Chiapas	Chilón, Salto de Agua y Marques de Comilla	Templado húmedo	Selva alta y selva mediana					
Soto-Pinto et al., 2011	Acahual mejorado	Chiapas	Comatán y Chilón							Cultivo de maíz, frijol, calabaza, chile, yuca, camote y otros cultivos asociados
Soto-Pinto, 2000	Cafetal	Chiapas	Chilón		Plantas (61)	58		Tzeltales		
Susan-Tepetlan et al., 2015	Cafetal	Veracruz	Coatepec		Plantas (17)					

Cita	Tipo de agrobosque	Estado	Municipio (s)	Tipo de clima	Vegetación original y/o asociada	Listado (No. de especies)	No. de especies útiles	Pueblo	Tenencia de la tierra	Sistemas asociados
Vásquez-Ovando et al., 2015	Cacaotal	Chiapas	Suchiate, Frontera Hidalgo, Cacahoatán, Tapachula, Matzán, Huehuetán, Tuzantán y Tuxtla Chico							
Vera-Leal, 2001	Cafetal	Veracruz	Cordoba							Caña de azúcar y en menor medida frijol, maíz y chile
Villavicencio y Valdez-Hernández, 2003	Cafetal	Veracruz	Amatán de Los Reyes	Cálido húmedo	Selva mediana subperennifolia					
Villavicencio-Enríquez, 2012	Cafetal	Veracruz	Amatán de Los Reyes	Cálido húmedo	Selva mediana subperennifolia					
Whitkus et al., 1998	Cacaotal	Yucatán, Chiapas y Tabasco								
Williams-Guilén y Pericé, 2010	Cafetal	Chiapas								
Yépez-Pacheco et al., 2006	Cafetal	Chiapas	Chenalhó	Cálido húmedo	Bosque mesófilo de montaña y selva mediana perennifolia			Tzotzil y Tzeltal	Ejidal y Comunal	Maíz y frijol; trabajo en la ciudad, renta de la tierra o como jornaleros
Zárate et al., 2014	Cacaotal	Chiapas	Marqués de Comillas		Selva alta					

Sección III

Seguridad y soberanía alimentaria, satisfacción de necesidades globales y generación de ingresos de los sistemas agroforestales

Patricia Irene Montañez Escalante
Universidad Autónoma de Yucatán

Sergio Moctezuma Pérez
Universidad Autónoma del Estado de México
Coordinadores

3.1 Frutales cultivados en los huertos familiares yucatecos y su aporte para la seguridad alimentaria

Patricia Irene Montañez Escalante¹

María del Rocío Ruenes Morales¹

Héctor Estrada Medina¹

Correo correspondencia: montanez@correo.uady.mx

Resumen

En los huertos familiares, o solares, se realiza el manejo integral e intensivo de sus componentes para obtener diversos satisfactores como alimentos, esparcimiento, excedentes para la venta o intercambio, entre otros. Al transcurrir el tiempo, algunas especies se mantienen y otras son eliminadas o sustituidas por aquellas que satisfacen alguna necesidad actual, y el conocimiento del manejo de las especies eliminadas se queda en el olvido. Es importante reconocer los retos que enfrentan los huertos familiares para plantear estrategias que permitan revalorarlos, rediseñarlos y considerarlos como elementos importantes para alcanzar la seguridad alimentaria de las familias. Se entrevistó a familias de seis comunidades rurales de Yucatán para determinar la transmisión de información y

¹ Departamento de Manejo y Conservación de Recurso Naturales Tropicales, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán.

conocimiento sobre el uso de las especies manejadas en el solar y su aporte en la dieta diaria de las familias. Se reportan 32 especies perennes cuyos frutos son comestibles y 31 especies que forman parte de la dieta habitual de la familia. Solo 25 de las especies frutales que se consumen se encuentran en los solares, y entre las de consumo frecuente se encuentran la manzana, la uva y la pera, ninguna de las cuales se cultiva en el estado de Yucatán. Las mujeres adultas mayores reconocen que algunas especies frutales o sus variantes que fueron utilizadas en el pasado, hoy día son raras de encontrar y aprovechar. El consumo de alimentos tradicionales va disminuyendo a medida que la población es más joven: los hábitos alimenticios actuales se basan, cada vez con mayor frecuencia, en productos empaquetados, fáciles de transportar y que pueden ser adquiridos en los tendejones o supermercados locales. La diversidad de plantas y animales de importancia alimentaria en los huertos se reduce, esto se relaciona de forma directa con el bajo consumo de alimentos producidos en el huerto y en su contribución en la dieta diaria de las familias. Es por ello urgente el diseño de estrategias agroecológicas para revalorar y diversificar la producción agrícola y pecuaria del huerto familiar y potenciar su aporte en la seguridad alimentaria de las familias.

Palabras clave: solar maya, alimentos tradicionales, nutrición, especies subutilizadas, hábitos alimenticios

Abstract

In the homegardens occurs an integral and intensive management of its components in order to obtain diverse satisfiers such as food, recreation, surpluses for sale or trade, among others. As time passed, some species remain, and others are eliminated or substituted for those that fill a present need and the knowledge about the management of the eliminated species is forgotten. It is important to recognize the challenges that homegardens face to come up with strategies that allow their revaluation, redesign and consider them as important elements to achieve the food security of the families. Families from 6 rural communities were interviewed to determine the transmission of the information and knowledge about the use of the managed species in homegardens and its contribution on the daily diet of the families. 32 perennial species with edible fruits were reported, 31 of those are part of the usual diet of the families. Only 25 of the consumed fruit species are in the homegardens; among the most frequently consumed fruits are apples, grapes and pears, none of them are cultivated in the state of Yucatán. Older adult women recognized that some fruit species and/or its variants, which were used in the past, are now rare to find to be consumed. The consumption of traditional foods is declining as much as population is younger. The current alimentary habits are based, more often, on easily carrying industrialized products which may be purchased in the local shops or supermarkets. The diversity of alimentary plants and animals in homegardens is declining, this is directly re-

lated to the low consumption of foods produced in them and its contribution on the daily diet of the families. Thus, is urgent to design agroecological strategies to reevaluate and diversify the agricultural and animal husbandry production of homegardens to potentiate their contribution to families' food security.

Keywords: maya homegardens, traditional foods, nutrition, underutilized species, eating habits

Introducción

Los seres humanos dependemos de un muy limitado número de especies para satisfacer la dieta básica de carbohidratos (maíz, arroz y trigo), grasas y proteínas (productos de origen animal como el bovino, porcino, aves). Muchas de estas especies son cultivadas y producidas en sistemas agrícolas y pecuarios que demandan alta cantidad de insumos que después de ser cosechados, transformados y distribuidos para su venta adquieren un valor que los productores de bajos recursos no pueden pagar. Esta situación hace que alcanzar o mantener la soberanía alimentaria sea un reto y que los sistemas agrícolas intensivos sean aún más vulnerables a los cambios ambientales (Mayes et al. 2012).

Por soberanía alimentaria entendemos

el derecho de un país a definir sus propias políticas y estrategias sustentables de producción, distribución y consumo de alimentos, que garanticen el derecho a la alimentación sana y nutritiva para toda la población, respetando sus propias culturas y la diversidad de los sistemas productivos, de comercialización y de gestión de los espacios rurales (FAO, 2012, 18).

El Centro de Estudios de Derecho e Investigaciones Parlamentarias de México (Valero, 2009, 75), la define como “aquella que se da cuando un país tiene la capacidad instalada para producir todos los alimentos que su población requiere para su consumo, utilizando el mecanismo de la importación únicamente para los alimentos necesarios a fin de complementar el consumo interno”. Mientras que en el Artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos solo se considera que: “ Toda persona tiene derecho a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad. El Estado lo garantizará”. Es importante resaltar que, para México, al menos en las definiciones, no se considera la cultura alimentaria de los grupos étnicos.

La FAO (2012, 17) define como Seguridad Alimentaria y Nutricional

la garantía de que los individuos, las familias y la comunidad en su conjunto, accedan en todo momento a suficientes alimentos inocuos y nutritivos, principalmente producidos en el país en condiciones de competitividad, sostenibilidad y equidad, para que su consumo y utilización biológica les

procure óptima nutrición, una vida sana y socialmente productiva, con respeto de la diversidad cultural y preferencias de los consumidores.

Esta definición resalta la importancia de considerar el contexto cultural que gira en torno del consumo y la producción de alimentos.

En México, los diferentes grupos étnicos tienen estrategias de pluriactividad campesina, ya que manejan diversos sistemas productivos, como pueden ser las milpas, las parcelas de producción frutícola, los huertos familiares, entre otros (González y Del Amo, 2012). Combinan diversas estrategias de producción y adquisición de alimentos, siendo la colecta, la caza, la pesca, las parcelas y la agricultura de traspatio o huertos familiares componentes de una unidad de producción que complementan su sistema alimentario y pueden proporcionar algunos márgenes de ingreso. Esto ha originado una alta agrobiodiversidad biológica y cultural y de agroecosistemas cuyas relaciones se han mantenido a lo largo de la historia de manera dinámica y en constante cambio (Moreno-Calles et al. 2016).

Los huertos familiares, o solares (como se les conoce en la cultura maya), son sistemas agroforestales tradicionales donde se realiza el manejo integral e intensivo de sus componentes para obtener diversos satisfactores, como alimento, medicina, combustible y esparcimiento, cuyos excedentes pueden destinarse a la venta o el intercambio, entre otros. Al transcurrir el tiempo, algunas especies se mantienen y otras son eliminadas o sustituidas por aquellas que satisfacen alguna necesidad actual (Montañez-Escalante et al. 2012; Montañez-Escalante et al. 2014) y el conocimiento del uso y manejo de las especies eliminadas, con frecuencia, se queda en el olvido.

De estos sistemas agroforestales tradicionales se cosechan frutas, verduras y diversas hortalizas, así como productos de origen animal que complementan la alimentación de las familias. Sin embargo, se desconoce la contribución real de las especies frutales del solar en la dieta diaria de las familias.

Por lo anterior, este trabajo presenta información sobre la contribución de las especies frutales del solar en la alimentación familiar y del proceso de transmisión de saberes entre las mujeres de un mismo hogar (considerando que son ellas quienes se encargan de elaborar los alimentos para la familia y los animales de corral, además de realizar los cuidados del huerto). Asimismo, se presenta un análisis sobre los retos que enfrentan estos sistemas para plantear estrategias agroecológicas que permitan revalorarlos, rediseñarlos y considerarlos como elementos importantes para alcanzar la seguridad alimentaria de las familias yucatecas.

Métodos

Se realizó un estudio no experimental, transversal descriptivo a conveniencia. Para esto seleccionamos diez huertos familiares en seis comunidades rurales del estado de Yucatán

(Pencuyut en Tekax, Akil, Tinum, Telchac, Tzucacab y Sahcabá en Hocabá), considerando como criterio de selección la disposición de las familias para participar en este trabajo colaborativo. En cada uno de los sesenta huertos se aplicó una entrevista semi-estructurada, como sugiere González (2010), y modificada para este estudio donde se les preguntó por las especies leñosas cuyos frutos son comestibles y que tuvieran en su huerto familiar, así como el manejo que les daban. En cada solar se realizó el inventario florístico de estas especies y las colectas botánicas correspondientes, para su posterior identificación y depósito en el Herbario Alfredo Barrera Marín de la Universidad Autónoma de Yucatán.

En Tzucacab y Sahcabá se realizaron entrevistas a profundidad para determinar la transmisión de información y conocimiento sobre el uso de las especies frutales manejadas en el solar y su aporte en la dieta diaria de las familias. Para esto se seleccionaron grupos de mujeres de tres generaciones de edad, abuelas, madres e hijas que habitaran en el mismo hogar. Se les preguntó sobre sus hábitos de consumo y la forma de preparación de los platillos que consumen. Estos datos se analizaron de forma cualitativa para identificar el consumo de frutas y los cambios del proceso de preparación de los alimentos entre generaciones.

En la comunidad de Tzucacab se realizaron entrevistas a 94 estudiantes de bachillerato (entre 15 y 18 años) para conocer sus hábitos de consumo durante su tiempo en la escuela y en su vida diaria.

Con la información obtenida en campo se construyó una matriz de datos en Excel (Microsoft), que permitió su análisis y la elaboración de gráficas de porcentajes.

Resultados y discusión

Se identificaron un total de 32 especies leñosas cuyos frutos son comestibles y que están presentes o no en los huertos muestreados, pertenecientes a 16 familias botánicas (Tabla 1). Las familias Rutaceae, Sapotaceae y Annonaceae fueron las mejor representadas con 8, 5 y 3 especies respectivamente. Aunque las especies de la familia Rutaceae son introducidas, su consumo está relacionado con diversas recetas culinarias de la comida yucateca, además que con ellas se preparan bebidas refrescantes.

Trece de las especies se encuentran en el 20% o más de los huertos muestreados (Figura 2). El limón está presente en el 56% y la naranja en el 43%. En el caso del consumo de especies frutales, nueve fueron las que se mencionaron en más del 20% de los hogares (Figura 3). El plátano se menciona de consumo frecuente en el 55% de los hogares, aunque solo en el 31% de ellos es cultivado en el huerto. La manzana es la segunda especie más mencionada (49%) aunque no es cultivada en Yucatán, lo mismo pasa con la uva (24%). Las frutas más consumidas no se cultivan en los huertos y son obtenidas mediante la compra en los mercados cercanos. Aún en el caso del plátano, que de acuerdo con Ruenes-Morales et al. (1999) era una especie estructural muy frecuente en los huertos, ahora está pobremente representado.

Solo 25 de los frutales presentes en los solares son reportados como consumidos. Las frutas de cocoyol, pepino kat, bonete, lima, naranjita de San José y canisté no son consumidos, aunque los tengan en el patio de la casa. Las personas adultas mayores (más de 50 años) reconocieron que los consumían en su juventud, pero que en la actualidad no; esto los convierte en especies subutilizadas que sería importante revalorar y rescatar del olvido.

Los cultivos denominados subutilizados tienen un valor potencial en el mejoramiento de la seguridad alimentaria ya que, por lo general, son especies que pueden incorporarse en la dieta diaria, son locales o nativas, están adaptadas a las condiciones del lugar, están al alcance de las comunidades rurales y a través de su venta apoya la subsistencia, generando ingresos económicos para la familia. También su cultivo y aprovechamiento permitiría disminuir la presión sobre otras especies que tienen mayor demanda, contribuirían a diversificar y mejorar la calidad en la alimentación y permitirían preservar la diversidad cultural y de la dieta (Mayes et al. 2012).

Sobre la frecuencia de consumos de los alimentos, se obtuvo que las abuelas ingieren con mayor frecuencia los del grupo de los cereales, leguminosas y verduras; las madres, del grupo los cereales, leguminosas y productos industrializados (Figura 4); las hijas consumen con mayor frecuencia alimentos industrializados, como son galletas, bebidas embotelladas y frituras. Se observa que los productos que consume cada grupo generacional van cambiando hacia alimentos poco nutritivos, con alta carga calórica, que son fáciles de transportar, preparar, consumir y no precederos. Las frutas que se producen en el solar ya no son un alimento importante en las generaciones más jóvenes, ahora prefieren la manzana, uva, plátano, las cuales compran en el mercado local, siempre y cuando la economía familiar lo permita. Todo lo anterior está relacionado con el aumento en el índice de obesidad y diabetes infantil y juvenil en el estado de Yucatán, como resultado del cambio hacia hábitos alimenticios menos saludables.

Asimismo, varias de las madres entrevistadas trabajan dentro y fuera de la comunidad y esto hace que tengan menos tiempo para preparar elaborados alimentos y de mejor calidad nutricia. Muchas veces prefieren dar el dinero a los hijos para que compren el desayuno o la colación en las escuelas. Las hijas, la gran mayoría de ellas, son estudiantes y por las mañanas se encuentran en la escuela, lo que disminuye su participación en la elaboración de los alimentos y prefieren prepararse alimentos rápidos sin evaluar su valor nutritivo ni contenido energético.

La preparación de los alimentos, que muchas veces es el momento donde participan todas las mujeres que cohabitan en el hogar e intercambian y comparten los conocimientos culinarios, cada vez es menos frecuente. Con esto, las recetas sobre la preparación de los alimentos tradicionales y nutritivos se pierden y se olvidan, porque ya no existe un espacio para la transmisión de los saberes ancestrales a las generaciones más jóvenes.

En este sentido, habría que desarrollar estrategias para la motivación y promoción de espacios donde las abuelas enseñen a las jóvenes a utilizar los productos alimenticios

producidos en el solar y con ellos preparar alimentos tradicionales nutritivos y, así, promover la conservación de la cultura alimentaria.

En el grupo de los jóvenes de bachillerato (14 a 18 años) se obtuvo que durante el desayuno consumen principalmente cereales y lácteos (53%), cereales y huevos (29.8%), frutas-cereales y/o café (6.4%). En el almuerzo, el 90% consume guisados (frijol con puerco, potaje de lentejas con verduras, sopa de verduras, pollo, relleno negro –que es un guiso de pavo o pollo con especias–, entre otros), 6% comida rápida (pizzas, hamburguesas, hot dogs) y 4% antojitos (salbutes, panuchos, quesadillas, empanadas, tortas, tostadas). En la cena el 41% consume antojitos, 16% comida rápida, 10% lácteos y cereales, 10% pan dulce con café y 8% solo cereales. Este grupo de edad es el de mayor riesgo debido a que sus hábitos alimenticios están modificándose en forma acelerada, incorporando productos poco nutritivos. Entre los comentarios que expresaron al preguntarles por algunas frutas locales como el tauch, el bonete, el choch o el canisté dijeron que no los conocían, ni los habían probado. Quienes manifestaron conocer el tauch o zapote negro mencionaron que no les parecía atractivo para su consumo por su consistencia pastosa y porque “está feo”, por su color negro.

Retos que enfrentan los huertos familiares

El sistema agroalimentario es dinámico y se encuentra en un proceso de cambio constante. Están cambiando la forma en que las personas producen, elaboran, consumen y adquieren alimentos. Los huertos familiares o solares, como parte de este sistema, también están sufriendo una transformación gradual, donde los miembros de la familia migran para obtener mejores ingresos. Esto disminuye la mano de obra que trabaja en el huerto y, en consecuencia, aumenta el poder adquisitivo, pero se modifican los hábitos alimentarios (FAO, 2012).

Estilos de vida más rápidos y en ocasiones sedentarios demandan alimentos más convenientes (FAO, 2012). Es necesario producir alimentos más fáciles de transportar, pero con mejor calidad nutritiva. Aquí se abre un campo importante para utilizar los recursos alimenticios locales, como los frutos nativos, para transformarlos y aprovecharlos.

Es urgente rescatar las recetas de cocina tradicional y evitar sustituir ingredientes por otros que pueden comprarse en algún establecimiento. Esto permitirá preservar la agrodiversidad en los sistemas de producción y el conocimiento que se tiene para su manejo.

Es necesario educar en la alimentación para influir en la nutrición, la comida no es y nunca ha sido una mera actividad biológica. Tiene que valorarse como el conjunto de vitaminas, minerales, proteínas y carbohidratos elegidos de acuerdo con una racionalidad

estrictamente dietética que permitirá el desarrollo de individuos sanos. Es fundamental revalorizar la sabiduría ancestral sobre la alimentación y la salud, donde el alimento es medicina y la medicina es alimento (*Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia*, 2012).

Los huertos familiares, como sistemas agroforestales tradicionales, han permanecido a lo largo del tiempo en las culturas mesoamericanas y en la cultura alimentaria de los mayas yucatecos. A pesar de que su riqueza florística y faunística, como todo sistema dinámico, cambia con el tiempo y las preferencias de sus dueños, su función principal como fuente de alimentos ha permanecido. Sin embargo, es primordial no perder de vista que algunas especies frutales ya son raras de encontrar y en su lugar hay otras introducidas. Por ello es prioritario revalorar los saberes locales que persisten en torno a su manejo y promover el consumo de estas especies que se han catalogado como subutilizadas.

Conclusión

Los productos frutales de los huertos familiares de Yucatán cada vez tienen menor contribución a la seguridad alimentaria de las familias. En la actualidad hay aún muchas especies frutales, pero no todas son consumidas y algunas de ellas las consideramos como subutilizadas.

La diversidad de los huertos yucatecos, por ser sistemas dinámicos, está cambiando aceleradamente; pocos de los frutos son incluidos en la dieta diaria de las familias rurales. Los alimentos de mayor consumo por mujeres yucatecas de tres generaciones son los del grupo de cereales y leguminosas, aunque las jóvenes prefieren los alimentos industrializados. Los jóvenes yucatecos entre 14 y 18 años son quienes consumen con mayor frecuencia y cantidad del grupo de alimentos industrializados. Cuando las mujeres y los jóvenes consumen frutas prefieren el plátano, la manzana y la uva, las cuales compran en los mercados. Los saberes sobre frutos, su consumo y preparación en platillos tradicionales, se concentran en las abuelas yucatecas, pero pocas los consumen regularmente. Las nietas desconocen cómo preparar la mayoría de ellos e, incluso, no los han probado. Los huertos familiares tienen un alto potencial para incrementar su contribución a la seguridad alimentaria si se realizan estrategias agroecológicas de rediseño, revaloración y diversificación de la producción de frutales de este sistema agroforestal tradicional.

Agradecimientos

Agradecemos a todas las familias de las comunidades de Pencuyut en Tekax, Akil, Tinum, Telchac, Tzucacab y Sahcabá en Hocabá, que compartieron con nosotros sus saberes sobre las especies frutales. A los estudiantes de la Licenciatura en Nutrición de la Universidad Autónoma de Yucatán Zaira Berenice Cruz Garrido, Efraín Tzuc Salinas, Rafael Alejandro Santos Sanguino, Gerardo Israel Rejón Chan, María Alejandra Hidalgo Montoya, Karla Echeverría Campos y Maranti Cisneros quienes apoyaron en el trabajo de campo.

Bibliografía

- Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículo 4°. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. México. Párrafo adicionado DOF 13-10-2011. Última Reforma del Diario Oficial de la Federación 15-08-2016.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2012). *Ley Marco. Derecho a la alimentación, seguridad y soberanía alimentaria*. Aprobada el 30 de noviembre de 2012 en la XVIII Asamblea Ordinaria del Parlamento Latinoamericano en Panamá.
- González, B. R. (2010). *Manejo Tradicional y Conservación de Frutales Nativos en Solares del Municipio de Tzucacab, Yucatán*. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Conkal.
- González, B. R., y Del Amo, S. (2012). Frutos mesoamericanos. Breve historia de sabores y sinsabores. *Biodiversitas*, 103, 6-11.
- Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia. (2012). Ley N° 300 y 301 (2012). Ley marco de la madre tierra y desarrollo integral para vivir bien. 15 de octubre de 2012. Edición No. 0431.
- Mayes, S., Massawe, F. J., Alderson, P. G., Roberts, J. A., Azam-Ali, S. N., y Hermann, M. (2012). The potential for underutilized crops to improve security of food production. *Journal of Experimental Botany*, 63(3), 1075-1079. doi:10.1093/jxb/err396
- Montañez-Escalante, P. I., Ruenes, M. M. R., Ferrer, O. M. M., y Estrada, M. H. (2014). Los huertos familiares maya-yucatecos: situación actual y perspectivas en México. *Revista Ambiental*, 107, 100-109.
- Montañez-Escalante, P. I., Ruenes, M. M. R., Jiménez, O. J. J., Chimal, Ch. P., y López, B. L. (2012). Los huertos familiares o solares en Yucatán. En R. Mariaca (ed.). *El Huerto Familiar en el Sureste de México*, (pp. 131-148). Villahermosa: Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco-Ecosur.
- Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Toledo, V. M., y Vallejo, R. M. (2016). Etnoagroforestería en México, los proyectos y la idea del libro. En A. I. Moreno-Calles, A. Casas, V. M. Toledo y R. M. Vallejo (comps.). *Etnoagroforestería en México*, (pp. 11-24). Morelia: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ruenes-Morales, M. R., Aké, G. A., y Jiménez, O. J. J. (1999). El solar maya. En P. A. Chico Ponce de León, A. García y R. Orellana (eds.). *Atlas de procesos territoriales de Yucatán*, (pp. 235-246). Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Valero, F. C. (2009). *El derecho a la alimentación y la soberanía alimentaria (El caso mexicano)*. México: Centro de Estudios de Derecho e Investigaciones Parlamentarias, Cámara de Diputados.

Tabla 1. Especies frutales presentes en los solares y las que son consumidas por las familias entrevistadas

Familia	Especie	Consumidas		Presentes en los solares	
		Nombre común			Forma de vida
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruela	x	x	Árbol
	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	x	x	Árbol
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i> L.	Anona	x	x	Árbol
	<i>Annona muricata</i> L.	Guanábana	x	x	Árbol
	<i>Annona squamosa</i> L.	Saramuyo	x	x	Árbol
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	x	x	Palma
	<i>Acrocomia mexicana</i> Kart. Ex Wart	Cocoyol		x	Árbol
Bignonaceae	<i>Parmenteria aculeata</i> (H.B. y K.) Seeman	Pepino cat		x	Árbol
Cordiaceae	<i>Cordia dodecandra</i> A.D.C.	Ciricote	x	x	Árbol
Caricaceae	<i>Jacaratia mexicana</i> A.D.C.	Bonete		x	Árbol
	<i>Carica papaya</i> L.	Papaya	x	x	Herbácea
Ebenaceae	<i>Diospyrus dygina</i> Jacq.	Tauch	x	x	Árbol
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus acidus</i> (L.) Skeel	Grosella	x		Árbol
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	x		Árbol
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	x	x	Árbol
Lythraceae	<i>Punica granatum</i> L.	Granada	x	x	Arbusto
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Nance	x	x	Árbol
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Plátano	x	x	Herbácea
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	x	x	Árbol
Oxaladiaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	x		Arbusto
Rosaceae	<i>Malus domestica</i> Borkh.	Manzana	x		Árbol
	<i>Pyrus communis</i> L.	Pera	x		Árbol
Rubiaceae	<i>Morinda panamensis</i> Seem.	Noni		x	Árbol
Rutaceae	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	Cajera o Pomelo	x	x	Árbol
	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbek	China	x	x	Árbol
	<i>Citrus limón</i> (L.) Osbeck	Lima		x	Árbol
	<i>Citrus aurantifolia</i> Swingle	Limón	x	x	Árbol
	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Mandarina	x	x	Árbol
	<i>Citrus aurantium</i> L.	Naranja	x	x	Árbol
	<i>Fortunella margarita</i> (Lour.) Swingle	Naranjita San Jose		x	Árbol
	<i>Citrus paradisi</i> Max.	Toronja	x	x	Árbol
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Guaya	x	x	Árbol
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Caimito	x	x	Árbol
	<i>Pouteria campechiana</i> (HBK.) Baehens	Canisté		x	Árbol
	<i>Pouteria hypoglauca</i> (Standl.) Baehni	Choch	x	x	Árbol
	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore y Stearn	Mamey	x	x	Árbol
	<i>Manilkara sapota</i> (L.) Van Royen	Zapote	x	x	Árbol
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.	Uva	x		Trepadora

Figura 1. Localidades estudiadas en estado de Yucatán. Elaborado por José Antonio González

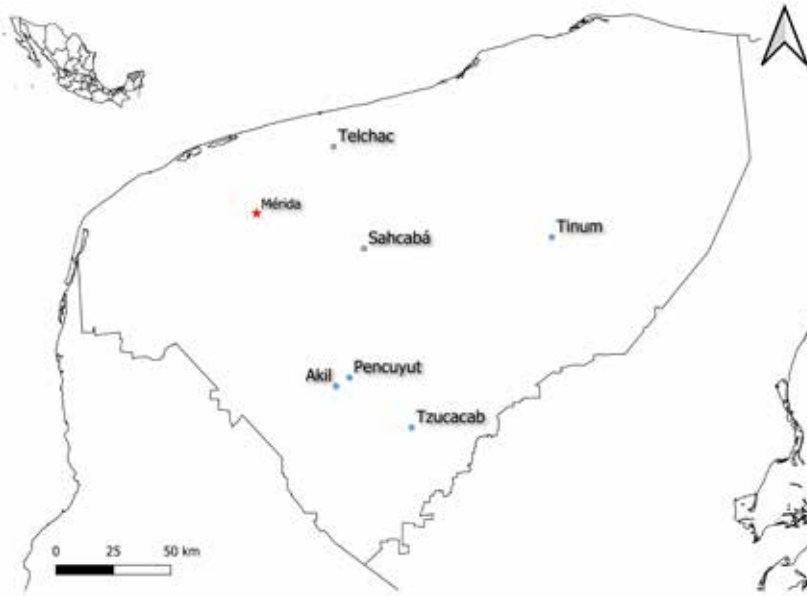


Figura 2. Frecuencia de especies frutales presentes en los solares de Pencuyut, Akil, Tinum, Telchac, Tzacacab y Sahcabá

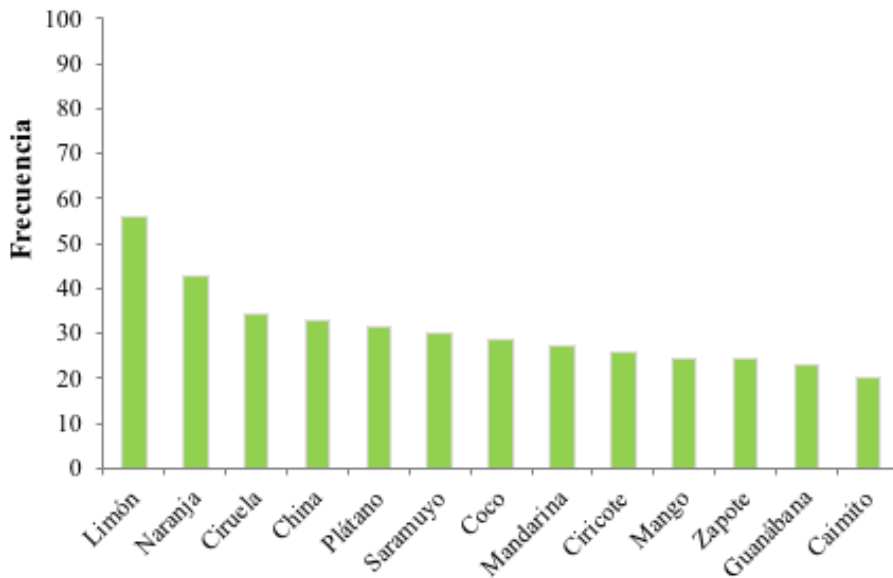
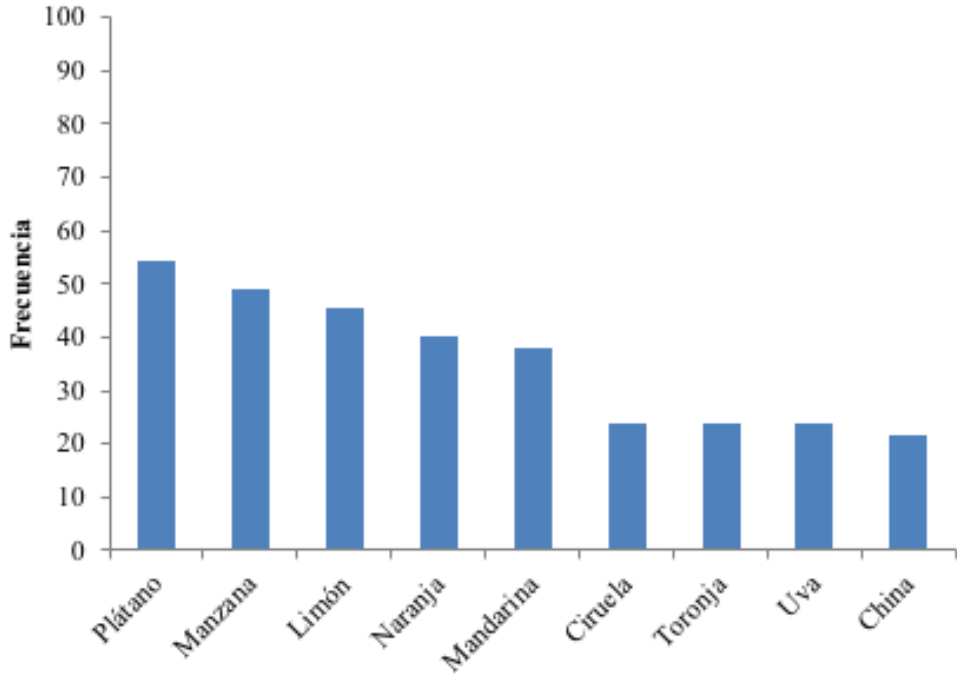
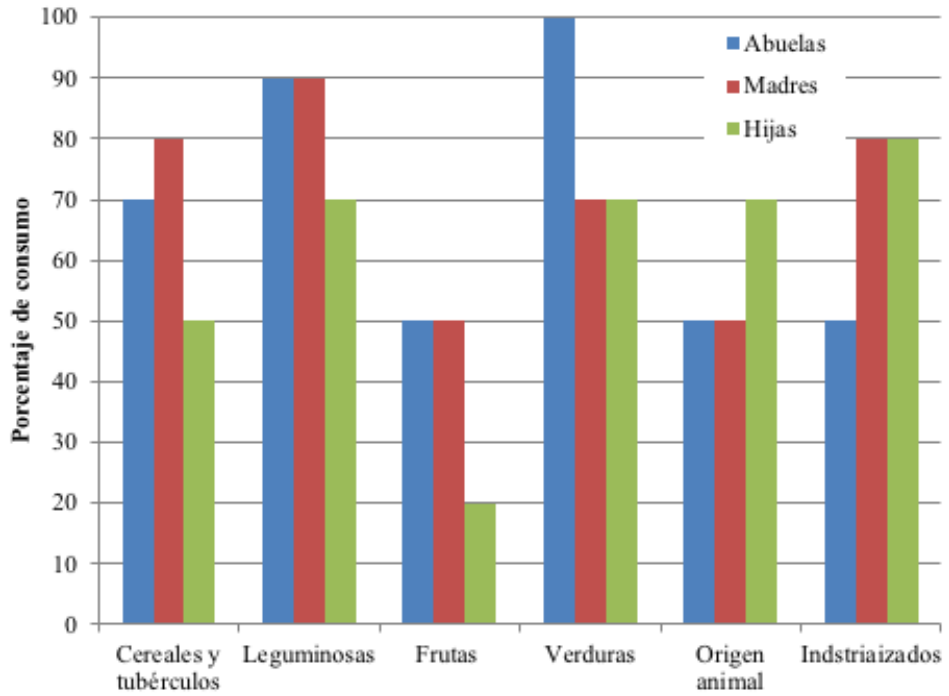


Figura 3. Frecuencia de especies frutales consumidas por las familias de los solares de Pencuyut, Akil, Tinum, Telchac, Tzucacab y Sahcabá



Preparando los alimentos y las tortillas, un momento y espacio para transmitir los saberes entre generaciones.

Figura 4. Porcentaje de consumo de grupos alimentos por mujeres de tres generaciones



Preparando agua refrescante de chinalima (*Citrus* sp.) y de tauch (*Diospyrus dygina*), dos especies subutilizadas.

3.2 ¿Quién acude a los mercados y tianguis? Procesos de racionalidad de consumidores en Toluca

Sergio Moctezuma-Pérez,¹

Angélica Espinoza Ortega¹

Correo correspondencia: smoctezumap@uaemex.mx

Resumen

El estudio de los mercados y tianguis puede rastrearse en la historia de la antropología social hasta mediados de la década de 1940, cuando los antropólogos Bronislaw Malinowski y Julio de la Fuente analizaron el sistema de mercados en el estado de Oaxaca. Esta investigación dio paso a que otros investigadores se interesaran en los procesos de comercialización de dicho sistema. En la actualidad, el estudio de los mercados y tianguis sigue vigente, aunque ahora son diversas disciplinas como la geografía, la etnobotánica, la planificación y la economía quienes realizan los estudios. Lo anterior permite demostrar que estos espacios físicos son una fuente invaluable de conocimiento sobre los procesos sociales, económicos y biológicos que conforman un paisaje alimenticio. Sin embargo, los consumidores no han sido suficientemente estudiados, a pesar de que por ellos estos

¹ Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. Universidad Autónoma del Estado de México

sistemas perviven. De esta forma, el objetivo del presente capítulo es analizar las características, preferencias y percepciones de los consumidores que adquieren productos agropecuarios en mercados, tianguis y supermercados de la ciudad de Toluca, Estado de México. Para lograr lo anterior, se analiza una muestra de 135 cuestionarios aplicados a consumidores de diversos mercados. Los resultados indican que el consumidor elige el lugar a partir de los siguientes criterios subjetivos: precio, cercanía, variedad, calidad y frescura. Lo anterior, nos permite discutir los procesos de racionalización inherentes en la comercialización de productos, así como la construcción del paisaje alimenticio en una ciudad urbana y moderna.

Palabras clave: antropología de la alimentación, comercialización, *foodscape*, etnografía

Abstract

The study of markets and tianguis can be traced back to the history of social anthropology until the mid-1940s when anthropologists Bronislaw Malinowski and Julio de la Fuente analyzed the market system in the state of Oaxaca. This research gave way to other researchers to be interested in the processes of commercialization of this system. Present-day, there are still studies of markets and tianguis although nowadays diverse disciplines like geography, ethnobotany, planning and economy the ones that carry out the studies. This allows us to demonstrate that these physical spaces are an invaluable source of knowledge about the social, economic and biological processes that make up an alimentary landscape. However, consumers have not been sufficiently studied, despite the fact that these systems survive. In this way, the objective of this chapter is to analyze the characteristics, preferences and perceptions of the consumers who buy agricultural products in markets, and supermarkets of the city of Toluca, Estado de México. To achieve this, a sample of 135 questionnaires applied to consumers from different markets is analyzed. The results indicate that the consumer chooses the place based on the following subjective criteria: price, closeness, variety, quality and freshness. This allows us to discuss the processes of rationalization inherent in the commercialization of products, as well as the construction of the food landscape in an urban and modern city.

Keywords: anthropology of feeding, commercialization, consumers, *foodscape*, ethnography

Introducción

En México, los mercados y los tianguis han sido estudiados desde hace siglo y medio desde diversas disciplinas de las ciencias sociales en general y desde la antropología en particular. Además, desde hace unas décadas comenzaron los estudios realizados

por especialistas en disciplinas tan variadas como la geografía, la planificación urbana y la etnobotánica. Sin embargo, los registros que se tienen sobre estos espacios públicos de comercialización provienen incluso del periodo prehispánico. En un balance sobre los estudios, tanto históricos como contemporáneos, identificaremos que los mercados y tianguis conforman un paisaje alimenticio que satisface las necesidades de consumo y configuran territorios.

A pesar de la amplia tradición de estudios sobre mercados y tianguis, los consumidores de productos agropecuarios no han recibido la suficiente atención por parte de las ciencias sociales. En este trabajo consideramos que los consumidores permiten que el sistema tradicional de comercialización perviva frente a las nuevas opciones que existen, esto es, los supermercados y demás tiendas de autoservicio. Por lo tanto, comprender los procesos de racionalización que permean a los individuos y que generan los continuos procesos de comercialización permite ubicar a los mercados y tianguis en un entramado de campos sociales, culturales, políticos, históricos, geográficos y demás.

La articulación entre los mercados y tianguis como espacio geográfico, que funge como repositorio cultural, económico y ecológico se articula, junto con los consumidores, con los sistemas agroforestales toda vez que éstos proveen de productos que son comercializados. Sin embargo, no todo lo que se comercializa proviene de sistemas tradicionales, ya que la agricultura moderna es la que tiene mayor capacidad para abastecer el mercado en sentido abstracto. Por ello, el objetivo de este capítulo es develar algunas de las características de los consumidores que adquieren productos agropecuarios en mercados y tianguis de la ciudad de Toluca, Estado de México.

Los estudios clásicos

En México, los estudios antropológicos sobre mercados y tianguis se originan en la primera mitad del siglo XX, cuando los antropólogos Bronislaw Malinowski y Julio de la Fuente realizaron una investigación sobre el sistema de mercados del Valle de Oaxaca. Aunque el trabajo concluyó con un reporte de investigación escrito en inglés, diversas personas colaboraron para difundir entre un público más amplio los resultados de la investigación. Así, en 1957 apareció por vez primera la traducción al español titulada: *La economía de un sistema de mercados en México. Un ensayo de etnografía contemporánea y cambio social en un valle mexicano*.

El enfoque etnográfico y funcional de Malinowski señalaba que no basta con considerar al mercado o tianguis como entidades económicas y culturales aisladas. Por el contrario, el mercado se desborda hacia otras instituciones colindantes a él. Así, al etnógrafo no le queda más que salir del mercado y analizar la traza urbana que le circunda. De esta forma, el mercado se vincula con la red de caminos y transportes que posibilitan la movilidad de comerciantes y compradores, las tiendas de servicios ubicadas alrededor,

restaurantes y demás comercios que cumplen con funciones específicas. Malinowski y De la Fuente (2005, 37) escribieron que:

Los mercados de México son felices cotos de cacería para el turista interesado en la variada y pintoresca mezcolanza de gente, objetos y costumbres. Son igualmente interesantes para el antropólogo. Constituyen el principal mecanismo económico de distribución; revelan la forma en que la gente dispone de sus productos y adquiere artículos para su consumo; compendia, en suma, la organización económica de cada distrito y localidad. Desde cada hogar, desde cada poblado y área tribal se concurre al lugar del mercado en el día de plaza. Miembros de muchos grupos sociales llevan productos agrícolas, las artesanías de sus talleres, el producto de una fábrica, una yunta de bueyes, un asno o un caballo. Se puede estudiar allí la gente, los objetos materiales y también los valores, y las costumbres exhibidas como un efímero, dramático, museo del día, las prácticas y creencias religiosas pueden ser estudiadas en el templo adyacente que es visitado ocasionalmente en un día de mercado. Antiguas costumbres y modos tradicionales se revelan algunas veces en ciertos artículos prehispánicos como el metate, o viejos tipos de cerámica y de vestidos. Usos que no pertenecen a un sistema económico y desarrollado, monetario, como el trueque, pueden ser observados; pero, en ocasiones, el mercado puede ser invadido por las más recientes importaciones del extranjero. En las inscripciones educativas y en las actividades de los servicios de sanidad, el mercado llega a ser el *locus* y el exponente del progreso. Se puede estudiar allí algunas de las más antiguas rutas comerciales que datan desde los días prehispánicos o comprar periódicos y mercancías que han llegado por ferrocarril desde la ciudad de México.

Malinowski y De la Fuente recorrieron los mercados del Valle para encontrar sus interconexiones dependiendo del tamaño, día principal de venta y procedencia de los productos. Además, centraron su interés en los aspectos normativos que permitían el buen funcionamiento diario del mercado: tanto las regulaciones impuestas por las autoridades, como las que dicta la costumbre, así como las diferentes formas de dirimir los conflictos que surgen diariamente en un mercado. A pesar de lo anterior, para los autores, el mercado es un mecanismo eminentemente económico: las personas no acuden si no tienen la necesidad de comprar o vender algo.²

2 El interés de Malinowski por los asuntos económicos está presente desde antes de acercarse a la antropología. De acuerdo con Stocking (1992), él siempre buscaba los elementos económicos y sociológicos que están presentes en la vida de las poblaciones nativas. Inclusive, dos de sus grandes obras –*Argonauts of the Western Pacific* [1922] (2014) y *Coral Gardens and their Magic* [1935] (2010)– son considerados como grandes contribuciones al fortalecimiento de la antropología económica (Hann y Hart, 2011). De esta forma se entiende que para Malinowski un mercado es un lugar que representa la oportunidad para intercambiar productos mediante arreglos principalmente económicos.

El antropólogo salvadoreño Alejandro Marroquín realizó una investigación sobre la ciudad oaxaqueña que se llama Tlaxiaco (1957), la cual era habitada principalmente por indígenas mixtecos. En su obra siguió la línea de trabajo trazada por Malinowski en el sentido de describir y analizar las instituciones principalmente económicas, las regulaciones de las autoridades para controlar y dirimir los acontecimientos cotidianos, así como las costumbres y patrones involucrados en la fijación de los precios. En ocasiones las actividades económicas solo pueden explicarse recurriendo a la cultura en lugar de un análisis costo-beneficio.

Definida por Marroquín (1957) como un emporio comercial, la ciudad de Tlaxiaco era el punto de llegada de productos de diferentes regiones de Oaxaca. Al mismo tiempo, los productos no solo se vendían para ser llevados a las regiones del estado, también se distribuían productos a ciudades como México y Puebla. Lo anterior era un indicativo de la importancia geográfica, política y económica de esa región. No debe olvidarse que la red de carreteras, caminos y transportes era muy distinta a la actual, haciendo que las distancias fueran más difíciles de cubrir en cuestión de tiempo y dinero.

Uno de los grandes aportes del trabajo sobre Tlaxiaco es el hallazgo de que el maíz era el eje rector del mercado y los tianguis. La importancia de este producto se visibilizaba en que las alzas y bajas de los demás productos –fueran o no agropecuarios– se determinaban en función de la fluctuación del precio del maíz. Si éste era considerado “caro”, indígenas y campesinos subían los precios de sus productos –sombrosos, aguacates, tomates– con el fin de poder obtener más dinero y abastecerse de maíz, aunque sus aumentos nunca eran suficientes para equipararse al alza del grano (Marroquín, 1957).

En la década de 1960, el antropólogo estadounidense Ralph L. Beals, encabezó un proyecto de investigación para analizar la naturaleza y el funcionamiento del sistema tradicional de mercados de Oaxaca (Cook y Diskin, 1976). A diferencia de los trabajos previos, la ciudad de Oaxaca presentaba algunos cambios que impactaron al sistema de mercados. Por ejemplo, la terminación de la carretera Panamericana hasta Oaxaca. Incluso, Beals problematiza el hecho de que el sistema de mercado tradicional –refiriéndose a los tianguis y plazas– convive con un sistema de mercados propio de la economía moderna, refiriéndose a las tiendas y bodegas de comerciantes.

A partir del trabajo de campo realizado junto con sus colegas, obtuvieron datos específicos sobre: la variedad de artículos, número de vendedores, origen y destino de los artículos comercializados. Lo anterior se obtuvo mediante observaciones y entrevistas a compradores y vendedores. Aunado al estudio de los tianguis, se analizó el papel que juega el mercado permanente, es decir, la estructura física diferente de los puestos montados durante un solo día. Sobre este punto, Beals (1976) menciona que el mercado permanente es una institución de tipo intermedio entre los tianguis periódicos y el desarrollo de un sistema moderno de distribución comercial.

Para Beals, el sistema de mercados de Oaxaca tiene como primera función facilitar el intercambio de bienes entre una y otra aldea. Además, permite alimentar a los pueblos y

ciudades con cosechas producidas por campesinos y facilita el comercio y la distribución de los productos que son importados desde otras regiones, por ejemplo, de artículos manufacturados que compran los campesinos. Es un sistema que desde mediados del siglo XX se encuentra en proceso de cambio por la ampliación de la red de caminos, así como por la expansión de tiendas e, incluso, por el aumento de comerciantes mayoristas e intermediarios.

A pesar de los cambios que se mencionan, este sistema tradicional era considerado como un método eficiente y barato de distribución para cubrir la demanda campesina, debido a su baja necesidad de capital y equipo, que solía ser manejado por vendedores caracterizados por tener un estándar de vida bajo. Incluso, Beals concluye que quienes se dedican al comercio es porque no tienen oportunidades de ocupación más atractivas, dado que considera que esta labor no se lleva a cabo por cualidades emprendedoras sino porque no se tienen alternativas. Esta idea reafirma el carácter preeminentemente económico del sistema de mercados.

La importancia de las tres obras mencionadas radica en que nos proveen una serie de postulados que deben estar presentes en los actuales estudios: 1) la importancia del trabajo de campo como medio indispensable para abarcar los procesos sociales y culturales de las sociedades con que trabajamos; 2) considerar que los mercados y tianguis trascienden la esfera económica y que forman parte de un entramado social, cultural, político, ecológico, demográfico e histórico y, por último, 3) considerar que las investigaciones sobre mercados y tianguis deben ser holísticas para no reducir su estudio a unas cuantas unidades y categorías de análisis.

Por supuesto que los trabajos ya citados no son los únicos. Existen una serie de aportes importantes por parte de estudiosos como Sidney Mintz, Carol A. Smith, Manning Nash y Verónica Veerkamp, entre otros. Sin embargo, la exposición de sus alcances y limitaciones trasciende los objetivos del presente capítulo. No obstante, todos los trabajos son un indicativo de la importancia de comprender los mecanismos por los cuales una sociedad se abastece de productos y participa de una amplia red de comercio. Pero a diferencia de estos trabajos clásicos, ¿Qué se ha dicho sobre los mercados y tianguis en el siglo XXI?

Los estudios contemporáneos

En la actualidad, los estudios sobre mercados y tianguis se desarrollan a través de diversas líneas de investigación que trascienden los estudios clásicos desarrollados desde la antropología. Una de las principales líneas proviene de los estudios interdisciplinarios de la etnobiología. Desde este enfoque, se considera a los mercados y tianguis como un repositorio de especies biológicas y como campo social en el cual es posible analizar la biodiversidad de semillas, hojas, raíces, hongos, plantas y demás especies que provienen

de cultivares, huertos y bosques, principalmente a través del estudio de los mercados y tianguis asentados en ecotonos (Argueta, 2016).

De acuerdo con Bye y Linares (1983), las plantas presentes en los mercados y tianguis representan la intensidad de la interacción entre seres humanos y naturaleza. En su clásico estudio sobre el mercado Sonora en la ciudad de México y Santa Catarina del Monte, detectaron que el 75% de las plantas comercializadas provienen de ambientes manejados por el ser humano. Entre la categoría de plantas sobresalientes se encuentran las medicinales y, por ello, los autores concluyen que el sistema de tianguis seguirá siendo importante dado que dichas plantas tienen múltiples usos y menor costo en comparación con productos medicinales manufacturados.

Aunque el estudio de plantas medicinales suele realizarse directamente con las personas que curan y poseen el conocimiento en las localidades rurales (Chávez et al. 2017), también se realizan investigaciones en mercados y tianguis. En éstas, se recolecta información sobre la medida utilizada para su venta, la parte usada para el remedio, las formas de preparación, así como la procedencia de la planta (Manzanero et al. 2009; Arellanes y Casas, 2011). En mercados del estado de Puebla se han contabilizado hasta 144 especies medicinales (Martínez et al. 2016), lo cual es indicativo de la importancia de los mercados y tianguis como repositorios medicinales.

Los mercados como espacio físico son estudiados desde la geografía y la planificación urbana, originando los estudios de gentrificación. En México estos estudios aún son incipientes en comparación con los realizados en países como España. En este tenor, los mercados han sido transformados en establecimientos con un estatus más alto del que tenían y que ofrecen productos demandados por una clase media urbana (Salinas, 2015). De esta forma, los planificadores y hacedores de políticas públicas intentan eliminar del paisaje alimenticio lo “deteriorado, salvaje y sucio” con que suele asociarse a los mercados, y así, intentan rejuvenecerlos (Hernández y Andreeva, 2016).

Los mercados ya gentrificados se insertan en un urbanismo neoliberal. En la ciudad de Barcelona, este proceso fue acompañado de la construcción de nuevos *foodscapes* que alteraron el hábitat de la población. A pesar de las ventajas que la gentrificación ofrece a una clase multicultural, presenta desventajas económicas, culturales y sociales para la población que antiguamente habitaba los espacios. En México se han realizado algunos estudios sobre gentrificación principalmente en los mercados de San Juan en la ciudad de México que pueden dar paso a espacios exclusivos y excluyentes orientados a los circuitos de alta gastronomía y turismo (Télez, 2016).

Los mercados y tianguis contienen procesos de índole económica, por lo tanto siguen estudiándose partiendo de análisis económicos de sus locatarios. Algunos estudios consideran que el ingreso promedio diario que perciben los locatarios apenas permite cubrir sus satisfactores básicos (Ayala y Castillo, 2014). Aunado a este tipo de estudios se encuentran aquellos que analizan a los tianguis y mercados como parte de una estrategia comercial

más amplia en la cual se insertan las tiendas de autoabasto. Ante ese panorama comercial, los mercados y tianguis requieren marcos institucionales que garanticen su pervivencia frente a competidores tales como los supermercados (Moreno y Villalobos, 2010).

También se pueden realizar acercamientos desde el enfoque de la economía solidaria para estudiar aquellos mercados y tianguis donde se realizan intercambios sin el papel moneda. En México son varios los ejemplos: en el estado de Michoacán se encuentran los más renombrados, el tianguis del Santuario y el *Mojtakuntani*, que es un tianguis purépecha (Fabre y Santamaría, 2012). En el Estado de México, el trueque o “cambio” se realiza en las comunidades de Santiago Tianguistenco y en Texcaltitlán, intercambiando productos principalmente agrícolas provenientes de los sistemas familiares que, por el tamaño de su producción, no pueden insertarse en los mercados oficiales.

Otra de las grandes líneas de investigación acota el tema a los mercados que ofrecen productos orgánicos, ecológicos y de productores locales. Estos espacios parten de varios principios organizativos: 1) los productos son sanos, es decir, libres de químicos, 2) son productos locales provenientes de lugares no más allá de 160 kilómetros, 3) son limpios porque no perturban el agroecosistema del cual provienen y, 4) son productos justos, porque solo participan los productores, quedando excluidos los intermediarios (Salgado y Castro, 2016). Otros estudios se centran en el papel que juega la mujer como productora y vendedora (López et al. 2013).

En esta línea de investigación se insertan, de manera pionera, los estudios sobre el consumidor de productos orgánicos. De acuerdo con Escobar et al. (2016), los consumidores de productos orgánicos en México pueden agruparse en 4 categorías: 1) consumidores conscientes con interés en certificaciones, 2) consumidores conscientes sin interés en certificaciones, 3) consumidor oportunista en transición y 4) consumidor oportunista inconsciente. En estos mercados y tianguis, el consumidor suele destinar hasta el 32% de sus ingresos en la obtención de productos orgánicos, siendo principalmente mujeres de entre 36 y 55 años, casadas y con familia pequeña (Escalona, 2009).

Existen otras temáticas que han sido analizadas en torno a los mercados y tianguis. Por ejemplo, los estudios históricos que dan cuenta sobre cómo eran los tianguis y el comercio en siglos pasados. Estos estudios utilizan la información escrita por los conquistadores, a partir de la admiración que sintieron hacia estos espacios públicos. La información también fue útil para la Iglesia católica, que decidió establecer cerca de estos espacios a sus catedrales (Villegas, 2009). Los estudios históricos se realizan principalmente para los tianguis del Valle de México (Fernández, 2014) y de los valles centrales de Oaxaca (Molina y Campos, 2016).

De los estudios anteriores podemos concluir que existe un renovado interés por estudiar a los tianguis y mercados como un espacio geográfico articulado por campos sociales, culturales, económicos, políticos y biológicos. Los procesos que ahí acontecen forman parte de una amplia estrategia de sustento en el sentido sociológico del término.

Es decir, tanto los comerciantes como los compradores hacen uso del sistema comercial para satisfacer sus necesidades económicas y de consumo, a la vez que despliegan las normas y valores que predominan en sus estilos de vida (Long, 2001). Sin embargo, quedan diversas líneas de investigación por explorar y explicar.

Una de esas líneas implica el estudio del consumidor *per se*. Esto significa atender los procesos de racionalización del consumidor que acude a mercados y tianguis y, de esta forma, identificar sus preferencias al momento de realizar sus compras, las percepciones que tienen sobre los espacios públicos de comercialización, y los productos agrícolas y pecuarios que conforman su cultura alimentaria. Si prestamos atención a estas intersubjetividades, podremos poner en la arena de discusión el papel que juegan los tianguis y mercados en la seguridad y soberanía alimentaria, así como el de los agroecosistemas en cuanto a la provisión de alimentos.

Los tianguis y mercados de Toluca, Estado de México

La ciudad de Toluca, junto con su zona metropolitana, contiene una amplia infraestructura para atender las necesidades alimenticias de su población. Actualmente, solo la ciudad de Toluca cuenta con siete mercados (Cuadro 1), 1 central de abastos y 31 tianguis (Cuadro 2) y contiene una docena de tiendas de autoservicio.³ Tanto la red de carreteras, el transporte público y la terminal de autobuses de la ciudad permiten que lleguen vendedores de las zonas rurales del Estado de México. De esta forma, Toluca representa un espacio idóneo para analizar los patrones de producción, consumo y comercialización desde un enfoque agroalimentario.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal de Toluca (2016), los primeros cuatro mercados observados en el Cuadro 1 pertenecen al municipio, mientras que para el caso de los mercados de San Lorenzo Tepaltitlán, El Seminario y La Crespa, el municipio solo es dueño de los terrenos y la edificación pertenece a los comerciantes. De acuerdo con la información que se encuentra en dicho plan de desarrollo, los mercados se encuentran en una situación de deterioro debido a la falta de mantenimiento, principalmente en techos, instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias. Aunado a lo anterior, se reporta una situación de inseguridad en las zonas aledañas.

La central de abastos difiere del resto de los mercados principalmente en el aspecto de la escala comercial. Mientras que los mercados se ubican en la escala de ventas al

3 Si se realizara un listado de todos los tianguis, mercados y supermercados de la ciudad de Toluca, aproximadamente llegaría al centenar. De hecho, si se incorporaran aquellos lugares que se encuentran presentes en los municipios aledaños a Toluca –como Metepec, Lerma y Zinacantepec, entre otros– los números serían de aproximadamente 86 tianguis y mercados y más de 100 supermercados. Lo anterior es un indicativo de cómo se configura el paisaje comercial de la ciudad de Toluca y de su dinamismo al vincularla con otras ciudades aledañas.

menudeo, la central de abastos se caracteriza, principalmente –pero no exclusivamente–, por las ventas al mayoreo. Es decir, la red de comerciantes minoristas interactúa y mantiene lazos funcionales asimétricos con los locatarios de la central (Orozco y García, 2002). A pesar de lo anterior, dentro de la central de abastos también se pueden realizar compras al menudeo y, es precisamente por ello que este lugar fue referido en las encuestas.

Para realizar la investigación de la cual este capítulo ofrece resultados, se diseñó un cuestionario con 30 preguntas divididas en cuatro secciones. En primer lugar se incluyó una sección para obtener la principal información sociodemográfica de la población. En segundo lugar, una sección sobre los motivos y preferencias de compra en tianguis y mercados. En tercer lugar, una sección para indagar los motivos y preferencias de compra en supermercados⁴ y, por último, una sección comparativa entre tianguis, mercados y supermercados. En total, se aplicaron 135 cuestionarios, de los cuales se muestran los principales resultados y la discusión de los mismos.

Resultados

Al estudiar los mercados, tianguis y supermercados urbanos es inevitable que se piense en situaciones de conflicto. Por supuesto, si consideramos a los supermercados como parte de una gran telaraña de empresas transnacionales que compiten entre sí y contra instituciones “más pequeñas” como los mercados y tianguis, un conflicto del tipo David contra Goliath saldría a relucir. Sin embargo, este trabajo no pretende situarse desde la arena del conflicto; por el contrario, da cuenta de cómo ambos sistemas –uno tradicional, que incluye a los mercados y tianguis, y uno moderno, que representa a los supermercados– coexisten satisfactoriamente.

A partir de los resultados de la encuesta dichas premisas se comprueban. Del 100% de encuestados, el 17.8% indicó que realizan sus compras de productos agrícolas únicamente en los supermercados. El 12.6% indicó que para realizar dichas compras solamente asisten a algún mercado o tianguis. Por último, el 69.6% indicó que utiliza los tres lugares de manera combinada, es decir, asisten a mercados, tianguis y supermercados. Lo anterior es un indicativo de los procesos de racionalidad de los individuos así como de los estilos de vida desarrollados en una ciudad y sociedad moderna.

Consumidores en supermercados

En el caso de las personas que en el cuestionario indicaron que solamente asisten a los supermercados –el 17.8%–, suelen realizar sus compras con mayor frecuencia una vez

⁴ Esta sección fue incluida debido a que, en las sociedades modernas, los individuos realizan parte de sus compras en tiendas de autoservicio, las cuales desde hace unas décadas forman parte del *foodscape* urbano. Sin embargo, los resultados de dicha sección trascienden los objetivos del presente trabajo, por lo cual solo se muestran aquellos resultados que aportan a la discusión de este capítulo.

por semana y, en menor proporción, cada quincena. Las personas de este grupo satisfacen sus necesidades en las tiendas de autoservicio debido a tres razones: en primer lugar por la cercanía de estos lugares a sus hogares o trabajos; en segundo lugar, debido a los precios, es decir, consideran que en los supermercados encuentran precios bajos; por último, asisten debido a la variedad de productos que pueden encontrar en la categoría de productos agrícolas.

Se podría pensar que una ventaja de los supermercados frente a los mercados y tianguis es la posibilidad de pagar con tarjeta de crédito. En el presente caso no fue así. Del 100% de personas que solamente asisten a los supermercados, el 70.8% indicó pagar con efectivo, 16.7% paga utilizando tarjeta de débito, 8.3% utiliza tarjeta de crédito y 4.2% restante utiliza vales de despensa. El principal medio de transporte hacia las tiendas de autoservicio es el auto particular (54.2%), acudir a pie (20.8%) o, en autobús (16.7%).

Las principales tiendas de autoservicio a las que las personas acuden son: Wal-Mart; Chedraui y Garis. En Toluca, Wal-Mart, tiene 3 sucursales; Chedraui 1; y Garis, que es una tienda local que se encuentra en rápida expansión, tiene 11 sucursales de las 29 que existen en diversas partes del Estado de México y de la República Mexicana: San Luis Potosí, Querétaro y Veracruz. El resto de las tiendas de autoservicio asentadas en la ciudad también fueron mencionadas, solo que en una menor proporción: Super Kompras,⁵ Bodega Aurrerá, Comercial Mexicana, Bodega Comercial Mexicana y Sam's Club.

Consumidores en tianguis y mercados

Con respecto a las personas que en el cuestionario indicaron que únicamente realizan sus compras en los tianguis y mercados, obtuvimos en los resultados que el 29.4% acuden más de una vez por semana y, con el mismo porcentaje, acuden una sola vez por semana. En cuanto a los motivos para asistir únicamente a estos lugares, se detectó que los precios bajos son la principal razón. En segundo lugar, está la cercanía en relación con los hogares. En tercer y cuarto lugar, respectivamente, se acude por la frescura y la calidad de los productos agrícolas que ahí se comercian.

El 100% de las personas realiza sus pagos utilizando dinero en efectivo; sin embargo, durante los recorridos al interior de los mercados se detectaron dos en los cuales hay locales que pueden realizar cobros con tarjetas. Ninguna de las personas que respondió el cuestionario mencionó esta opción. Por otra parte, al indagar sobre el transporte utilizado para trasladarse a los lugares de compra, el 47.1% mencionó que acude al mercado o tianguis a pie, el 23.5% llega en autobús, el 17.6% utiliza automóvil particular y un 5.9% mencionó utilizar servicio de taxi.

Tal como puede observarse en el Mapa 1, los principales mercados se encuentran en la zona centro de la ciudad y en menor medida a sus alrededores. Solamente el tianguis de

⁵ La tienda Super Kompras reporta nueve sucursales en Toluca y otras más en el Estado de México.

Palmillas se encuentra en la carretera con dirección a Atlacomulco, funciona los días viernes, y a pesar de la distancia tiene gran afluencia desde Toluca y sus alrededores, aunque su diversificación va más allá de productos agropecuarios. La central de abastos se localiza al oriente de la ciudad, en un área que creció rápidamente por el asentamiento de varios parques industriales que trajeron consigo la creación de diversos fraccionamientos (Mapa 1).

Mediante la aplicación del cuestionario se logró obtener la colonia en la cual habitan los consumidores de los mercados y tianguis. Los resultados arrojan un total de 26 colonias dentro de Toluca. Al sobreponer el mapa de dichas colonias con el mapa de los mercados, nos damos cuenta del área de influencia de cada mercado, principalmente en las colonias más céntricas de la capital. Para quienes viven un poco más alejados, cuentan con opciones como el mercado de Palmillas y la central de abastos, aunque aún existe la posibilidad de trasladarse con automóviles particulares o autobuses, como fue reportado.

Es necesario resaltar el hecho de que existen 31 tianguis dentro de la ciudad y que este número puede ser mayor debido a que no todos se encuentran registrados ante el municipio de Toluca, así como los tianguis “de frontera”, es decir, aquellos asentados en municipios como Metepec, Lerma o Zinacantepec y que forman parte del área conurbada del municipio de Toluca. Como puede apreciarse en la Gráfica 1, los miércoles, sábados y domingos es cuando más se instalan tianguis. Los martes y jueves solo se instalan tres tianguis y los viernes el único tianguis instalado es el de Palmillas.

Consumidores en supermercados, tianguis y mercados

Para el grupo de personas que acuden tanto a supermercados como a mercados y tianguis –es decir, el 69.6% del total– los resultados indican que lo hacen, en mayor porcentaje, una vez por semana. El segundo grupo de personas con mayor frecuencia realiza sus compras de manera combinada cada quince días. En cuanto a los motivos por los cuales prefieren estos lugares sobresale la cercanía, en el caso de supermercados, y precio, en el de mercados y tianguis. Para los supermercados otros motivos son: precio, variedad, calidad, comodidad y necesidad. Para los mercados y tianguis son: cercanía, frescura, variedad, calidad y costumbre.

En los mercados, tianguis y supermercados se paga principalmente en efectivo. Solo un 7.7% utiliza tarjeta de crédito en las tiendas de autoservicio, un 5.5% paga con tarjetas de débito y un 3.3% utiliza vales de despensa. En cuanto al transporte, para acudir a los supermercados se utiliza el automóvil particular (63.7%), se acude a pie (15.4%) o en autobús (13.2%). Para acudir a los mercados y tianguis, la gente va a pie (37.4%), en automóvil particular (35.2%) o en autobús (11%).

Si bien la lista de productos que más se suelen adquirir en los mercados y tianguis es amplia, sobresalen algunos de los productos básicos provenientes del grupo de las frutas

y verduras: manzana, jitomate, tomate, plátano, melón, lechuga, mango, papaya, sandía, chile, cebolla, zanahoria, naranja, fresa, papas, pepino, guayabas, calabaza, aguacate, piña, limón, uva, brócoli, pera, durazno, kiwi, espinaca, chícharo, ajo, col, jícama, nopal, apio, ciruela, mamey, mandarina, tuna, ejotes, chayote, berenjena y betabel. De los productos pecuarios las mayores menciones fueron: queso, res, pollo, cerdo, crema, leche, pescado, yogurt, huevo, chorizo, longaniza, chicharrón, salchicha, pavo y queso de puerco.

Aunado a lo anterior se encuentra la categoría de hierbas y, principalmente, se adquiere: cilantro, perejil, verdolagas, pápalo y quelites; también sobresale la compra de diversos chiles secos. Otro de los productos que más se mencionaron son las tortillas, ya sean compradas dentro del mercado o alrededor de estos. Además, se suele aprovechar la estancia en estas plazas para adquirir variedades de dulces, jugos, alimentos ya preparados, tanto para consumir ahí mismo –como es el taco de plaza– como para llevar, así como productos enlatados y de aseo personal. También se suele comprar trastes de plástico, ropa, zapatos y plantas.

Los procesos de racionalización en el comercio de productos agrícolas

Desde el punto de vista de los formalistas, los modelos económicos generados por la microeconomía son universalmente aplicables. Por lo anterior, las elecciones de los individuos siempre son “racionales”, es decir, siempre se tiende a maximizar a partir de una elección entre varias opciones. Por su parte, los sustantivistas consideran que existen formas económicas que no necesariamente responden a las lógicas del capitalismo y, además, consideran que existen diversos modelos económicos diferentes al capitalista, tanto en estructura como en función. Por ello es que para los sustantivistas las decisiones individuales siempre son el resultado de los patrones socioculturales (Isaac, 2005).

La crítica que los formalistas realizan a los sustantivistas es que, en la actualidad, las formas económicas en las cuales juega un papel importante el parentesco, la reciprocidad y la ayuda mutua son escasas y, en todo caso, primitivas. Por su parte, los interesados en el enfoque sustantivista critican que la autorregulación del mercado erosiona la cohesión social a través de medidas coercitivas promovidas por una élite política y empresarial (Hann y Hart, 2011). En la actualidad, el debate entre formalistas y sustantivistas se ha transformado en una discusión sobre la elección racional y los efectos negativos de la globalización.

En el caso de los tianguis y mercados, el sistema económico al que se adscriben tiene connotaciones de una economía de mercado, es decir, analizable desde el enfoque formalista. Sin embargo, la literatura revela la existencia de patrones sociales y culturales que solo pueden entenderse mediante un enfoque sustantivista. Por ello, a partir del

análisis de los procesos de intercambio social contenidos en los tianguis y mercados, es posible identificar las estructuras formales y los procesos sustantivos que los caracterizan. De manera particular, se puede verificar las elecciones que realizan los consumidores y los patrones sociales que implementan los vendedores.

A partir de los resultados de este trabajo, resulta innecesario discutir si los mercados y tianguis responden a una lógica de la economía formal o sustantiva. Por el contrario, los datos permiten concluir que en los procesos de racionalización de los individuos, el sistema comercial moderno –representado por los supermercados– y su contraparte –tianguis y mercados– forman parte de una misma estrategia que les permite satisfacer sus necesidades económicas y de comercialización (Long, 2001). En este caso, los productos agroforestales son el sustento de una clase comerciante y una clase consumidora y el entramado resultante configura el paisaje alimenticio –*foodscape*–.

Construcción del *foodscape* a través de los mercados, tianguis y supermercados

El concepto *foodscape* permite discutir los arreglos institucionales que se encuentran alrededor de los alimentos, así como el espacio cultural y los discursos que median nuestra relación con los alimentos (MacKendrick, 2014). En nuestro caso, los mercados, tianguis y supermercados son solo un esbozo de ese paisaje, en el cual los habitantes de Toluca satisfacen parte de sus necesidades alimenticias. Por supuesto, es un paisaje inconcluso, ya que además de estos espacios de comercialización, el *foodscape* incluye los restaurantes, fondas y puestos callejeros, “tienditas de la esquina” y tiendas de auto-servicio de pequeña escala pero de amplia distribución geográfica.

El *foodscape* de la ciudad de Toluca ofrece una amplia variedad de productos agropecuarios, de temporada e importados, adquiridos con dinero en efectivo, tarjeta bancaria o vales de despensa, ubicados “cerca” o “lejos” de los hogares y trabajos y, como corolario, ese paisaje es percibido como diverso, con calidad y fresca a precios bajos. Los mercados, tianguis y supermercados perviven y se complementan ofreciendo a los consumidores los insumos básicos de sus cocinas, entendiendo esto último como aquellos platillos que forman parte de su identidad territorial, de su cultura alimentaria originada en el territorio pero reconfigurada por las hibridaciones gastronómicas.

Desde este concepto, y desde una postura del consumo ético, es necesario realizar investigaciones que profundicen en los procesos de intercambio social contenidos en la comercialización de productos agropecuarios. Dicha línea de investigación permitirá generar discursos que deben trascender la academia y los círculos científicos para hacer eco en la sociedad civil. Esto es un paso necesario para informar al consumidor sobre la conexión que existe entre los puestos que ofrecen productos agropecuarios y el campo

del cual provienen. De esta forma, aseguramos que los mercados y tianguis sigan vigentes como repositorio de biodiversidad, elementos culturales y procesos económicos.

No todo lo comercializado en estos espacios tiene su origen en sistemas agroforestales (Moreno et al. 2014) y tampoco se pretende que toda la producción de la agricultura moderna sea sustituida con agricultura tradicional; por el contrario, son sistemas que tienen su origen en lógicas divergentes y responden a estrategias de sustento diversas (Gliessman, 2002). La intención es entender los procesos de racionalización que permean a los consumidores para generar estrategias en las cuales insertan a los productores locales y, de esta forma, impulsar el consumo local para, tal vez, apoyar la conversión a una agricultura sustentable (Gliessman, 2009).

Conclusiones

A partir del presente trabajo podemos desarrollar las siguientes conclusiones. En primer lugar, los mercados, tianguis –y supermercados por el hecho de formar parte del *foodscape* moderno y urbano– son un lugar importante para comprender los procesos de comercialización de productos agropecuarios. Estos espacios son el reservorio de procesos sociales, culturales, económicos y ecológicos, toda vez que desde un producto se pueden entender los campos sociales en los cuales discurre la vida cotidiana, la alimentación de los seres humanos, así como su cultura alimenticia. Por estas razones, el estudio de los mercados y tianguis continúa vigente desde diversas disciplinas científicas.

En segundo lugar, este espacio está construido y es apropiado por los consumidores. Si bien el estudio de los individuos que realizan sus compras es nuevo, también resulta necesario para comprender los procesos de racionalidad que se desarrollan en sociedades urbanas que están, al menos aparentemente, alejadas de los procesos sociales que ocurren en el medio rural. El estudio del consumidor devela que sus estrategias de sustento están condicionadas por factores como son: precio, cercanía, variedad, frescura y calidad. Indagar con mayor profundidad en estas categorías permitirá la revitalización de los mercados campesinos, con productos orgánicos y consumos éticamente responsables.

En tercer lugar, el estudio de los mercados, tianguis y los supermercados permite entender la lógica bajo la cual se construye de manera cotidiana el *foodscape* de una ciudad urbana y moderna. A final de cuentas, la satisfacción de las necesidades comerciales y alimenticias de la población que habita y se apropia de un territorio demarca ese paisaje alimenticio. Así, se construye y reconstruye las cocinas y los platillos de las diversas culturas alimentarias. El concepto de *foodscape* permite a su vez distinguir los procesos inherentes para alcanzar la seguridad y la soberanía alimentaria en la que todos estamos involucrados.

El tema de los mercados y tianguis no se agota con entender solamente a sus actores. Por el contrario, es una fuente de conocimiento que abre diversas líneas de investi-

gación. Por ejemplo, queda pendiente indagar de dónde provienen los productos que se comercializan, los cambios y continuidades en las estrategias que los comerciantes utilizan para vender sus productos, esto es, prácticas como el *pilón* o la utilización de viejas medidas de peso. Por lo tanto, este tema está abierto a todo aquel que, bajo el pretexto de estudiar un espacio físico, se interese en esos procesos de comercialización y de racionalización.

Agradecimientos

Este capítulo forma parte del proyecto Estudio etnográfico de los tianguis y mercados de la ciudad de Toluca, con registro PFCE K04131016. Asimismo, los autores agradecen a la Licenciada Fabiola Murguía Salas y al Licenciado Darinel Sandoval Genovez por su apoyo invaluable en el diseño de la base de datos, captura de los cuestionarios y elaboración de los mapas. También agradecemos a los pares académicos que dictaminaron el capítulo y, con sus sugerencias, permitieron que tuviera la calidad que ahora tiene.

Bibliografía

- Arellanes, Y., y Casas, F. (2011). Los mercados tradicionales del Valle de Tehuacán-Cuicatlán: antecedentes y situación actual. *Nueva Antropología*, 24(74), 93-123.
- Argueta, A. (2016). El estudio etnobiológico de los tianguis y mercados en México. *Revista Etnobiología*, 14(2), 38-46.
- Ayala, S., y Castillo, V. M., (2014). La distribución de alimentos y bebidas en México: una perspectiva desde el comercio tradicional. *Espacio abierto*, 23(4), 661-681.
- Beals, R. (1976). The Oaxaca Market Study Project: Origins, Scope and Preliminary Findings. En S. Cook y M. Diskin (eds.). *Markets in Oaxaca*, (pp. 27-43). Austin: University of Texas Press.
- Bye, R. A., y Linares, E. (1983). The role of plants found in the Mexican markets and their importance in ethnobotanical studies. *Journal of Ethnobiology*, 3(1), 1-13.
- Chávez, M. C., White, L., Moctezuma, S., y Herrera, F. (2017). Prácticas curativas y plantas medicinales: un acercamiento a la etnomedicina de San Nicolás, México. *Cuadernos Geográficos*, 56(2), 26-47.
- Cook, S., y Diskin, M. (1976). *Markets in Oaxaca*. Austin: University of Texas Press.
- Escalona, M. A. (2009). *Los tianguis y mercados locales de alimentos ecológicos en México: su papel en el consumo, la producción y la conservación de la biodiversidad y cultura*. Tesis de doctorado. Universidad de Córdoba.
- Escobar, S., Vizcarra, I., Thomé, H., y Espinoza, A. (2016). Caracterización de los consumidores de alimentos orgánicos en tianguis y mercados alternativos de la zona centro de México. En C. Renard (coord.). *Mercados y desarrollo local sustentable*, (pp. 133-152). México: Colofón.
- Fabre, D. A., y Santamaría, Y. (2012). Deconstruir la globalización desde la economía solidaria. *Revista de Paz y Conflictos*, 5, 93-119.
- Fernández, B. (2014). *Antiguos tianquiztli, nuevos tianguis: cambios en los mercados y el comercio en la ciudad de México en el siglo XVI*. Tesis de doctorado. Universidad Complutense de Madrid.
- Gliessman, S. (2002). *Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba: Catie.
- Gliessman, S. (2009). The Framework for Conversion. En S. Gliessman y M. Rosemeyer. (eds.). *The Conversion to Sustainable Agriculture. Principles, processes, and Practices*. Nueva York: CRC Press.
- Hann, C., y Hart, K. (2011). *Economic Anthropology. History, Ethnography, Critique*. Northampton, Mass.: Polity Press.

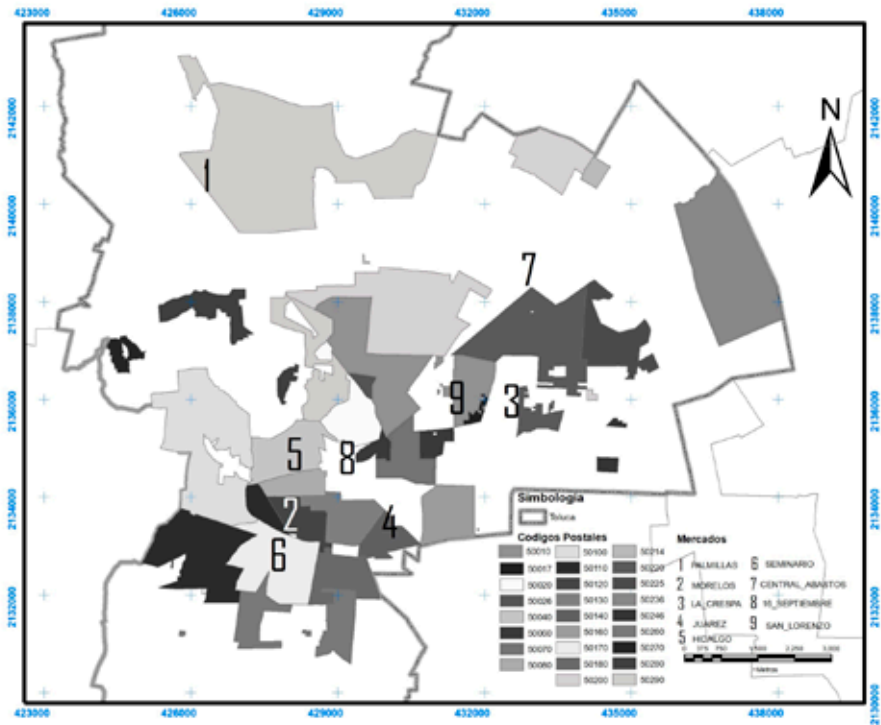
- Hernández, A., y Andreeva, S. (2016). ¿Mercados, museos o malls? La gentrificación de los mercados municipales en Barcelona y Madrid. *EntreDiversidades*. Primavera-Verano, 143-173.
- Isaac, B. (2005). Karl Polanyi. En J. Carrier. *A Handbook of Economic Anthropology*, (pp. 14-25). Londres: Edward Elgar.
- Long, N. (2001). *Developmental Sociology. Actor Perspectives*. Nueva York: Routledge.
- López, L. G., Zapata, E., Vázquez, V., Garza, L. E., y Schwentesius, R. (2013). Mujeres y autoempleo: experiencias de los tianguis orgánicos. En R. Martínez, G. Rojo, B. Ramírez y J. P. Juárez. *Estudios y propuestas para el medio rural. Tomo VIII*. México: Universidad Autónoma Indígena de México / Colegio de Postgraduados.
- MacKendrick, N. (2014). Foodscape. *Contexts*, 13(3), 16-18.
- Malinowski, B. (2010). *Coral Gardens and their Magic*. Nueva York: Routledge.
- Malinowski, B. (2014). *Argonauts of the western Pacific: an account of native enterprise and adventure in the archipelagos of Melanesian New Guinea*. Gran Bretaña: Routledge.
- Malinowski, B., y Fuente, J. de la. (2005). *La economía de un sistema de mercados en México: un ensayo de etnografía contemporánea y cambio social en un valle mexicano*. México: Universidad Iberoamericana.
- Manzanero, G. I., Flores, A., Sandoval, E., y Bye, R., (2009). Etnobotánica de siete raíces medicinales en el mercado de Sonora de la Ciudad de México. *Polibotánica*, 27, 191-228.
- Martínez, D., Valdez, G., Basurto, F., Andrés, A. R., Rodríguez, T., y Figueroa, A. (2016). Plantas medicinales de los mercados de Izúcar de Matamoros y Acatlán de Osorio, Puebla. *Polibotánica*, 41, 153-178.
- Marroquín, A. (1957). *La ciudad mercado. Tlaxiaco*. México: Imprenta Universitaria.
- Molina, N. G., y Campos, G. V. (2016). Historia y situación actual de los mercados semanales en los valles centrales de Oaxaca. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 3(2), 272-290.
- Moreno, A. R., y Villalobos, M. (2010). Dinámica reciente del gran comercio al por menor en México e implicaciones en sus regiones socioeconómicas. *Expresión económica*, 25, 91-114.
- Moreno, A. I., Casas, A., Rivero, A. D., Romero, Y. A., Rangel, S., Fisher, R. A., Alvarado, F., Vallejo, M., y Santos, D. (2016). Ethnoagroforestry: integration of biocultural diversity for food sovereignty in Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12, 54.
- Orozco, M. E., y García, M. D. (2002). Organización comercial en la central de abasto de la ciudad de Toluca, México. *Ciencia ergo sum*, 9(1), 31-39.
- Plan de Desarrollo Municipal de Toluca. (2016).
- Salgado, R., y Castro, A. E. (2016). Mercado el 100, experiencia de consumo participativo para favorecer la sustentabilidad de la agricultura y los sistemas alimentarios. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13(1), 105-129.
- Salinas, A. (2015). Transformación de mercados municipales de Madrid. De espacio de consumo a espacio de esparcimiento. *Revista Invi*, 86(31), 179-201.
- Stocking, G. (1992). *The Ethnographer's Magic and Other Essays in the History of Anthropology*. Madison: The University of Wisconsin Press.
- Téllez, L. F. (2016). Los mercados de San Juan: bienes colectivos en transformación. *Alteridades*, 26(51), 15-27.
- Villegas, P. (2009). Del tianguis prehispánico al tianguis colonial: lugar de intercambio y predicación (siglo XVI). *Estudios mesoamericanos*, 8, 93-101.

Cuadro 1. Mercados de la ciudad de Toluca, Estado de México

Nombre oficial del mercado	Número de locales	Número de locales con productos agrícolas
Lic. Benito Juárez García	1 306	100
16 de Septiembre	1 064	38
Miguel Hidalgo y Costilla	454	7
José María Morelos y Pavón	222	17
San Lorenzo Tepaltitlán	---	---
El Seminario	---	---
La Crespá	---	---

Fuente: Trabajo de campo 2016 y Plan de Desarrollo Municipal de Toluca (2016).

Mapa .1 Mercados de la ciudad de Toluca



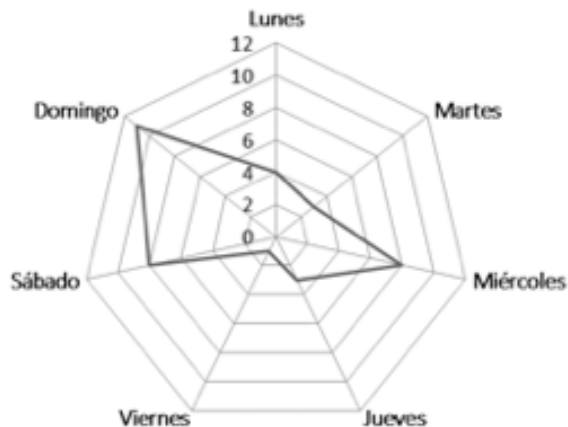
Elaboración: Darinel Sandoval Genovez

Cuadro 2. Tianguis de la ciudad de Toluca, Estado de México

Tianguis	Días de funcionamiento	Tianguis	Días de funcionamiento
Benito Juárez	Miércoles	Rancho de Maya "Las Margaritas"	Martes y domingo
Calixtlahuaca	Jueves	San Andrés Cuexcontitlán	Lunes
Cerrillo Vista Hermosa	Sábado	San Buenaventura	Miércoles
El Carmen Totoltepec	Sábado y domingo	San Cristóbal Huichochitlán	Miércoles
El Mirador	Miércoles y sábado	San Lorenzo Tepaltitlán	Sábado
Ex Rancho la Magdalena	Miércoles y domingo	San Mateo Oxtotitlán	Miércoles y domingo
Jicaltepec Autopan	Lunes	San Miguel Totoltepec	Miércoles
La Crespa	Domingo	San Pablo Autopan	Martes y domingo
Miguel Hidalgo	Jueves	San Pedro Totoltepec	Domingo
Moderna de la Cruz	Sábado	San Sebastián	Domingo
Nueva Oxtotitlán	Lunes, miércoles y sábado	Santa Ana Tlapaltitlán	Domingo
Nueva Santa María	Lunes	Santa María Totoltepec	Martes
Ocho Cedros	Sábado y domingo	Santiago Miltepec	Martes
Palmillas	Viernes	Santiago Tlacotepec	Jueves y domingo
Pensionados	Días de quincena	Sector popular	Domingo
		Seminario	Sábado

Fuente: Trabajo de campo, 2016 y Plan de Desarrollo Municipal de Toluca (2016).

Gráfica 1. Días de la semana que se establecen los tianguis en la ciudad de Toluca



Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Toluca, 2016.

3.3 Agroecosistemas y alimentación de grupos domésticos cafetaleros en una comunidad de la Sierra Madre de Chiapas

Sandra Escobar-Colmenares¹

Lorena Soto-Pinto¹

Erin Ingrid Jane Estrada-Lugo¹

Mario Ishiki-Ishihara²

Correo correspondencia: lsoto@ecosur.mx

Resumen

El cultivo de café en México se integró a los sistemas tradicionales campesinos durante los últimos doscientos años y se convirtió en un sistema agroforestal de gran importancia económica y socioambiental. Aunque en los últimos años el manejo y la estructura del sistema han cambiado rápidamente, se obtienen múltiples productos y servicios, entre ellos, alimentos derivados de la sombra. En algunas zonas cafetaleras, además del agroecosistema de café persisten la milpa y el huerto familiar como proveedores de alimentos. Los productos alimenticios industrializados, también son de fácil acceso para la mayoría de las personas, debido a ello, existe un proceso de homogeneización en la alimentación.

1 El Colegio de la Frontera Sur. Grupo de Agroecología. Departamento de Agricultura Sociedad y Ambiente.

2 El Colegio de la Frontera Sur. Herbario.

El objetivo del trabajo fue identificar los alimentos, las plantas alimenticias y los espacios de obtención de estas plantas en los hogares y agroecosistemas cafetaleros en una comunidad de la Sierra Madre de Chiapas. Los datos se obtuvieron a través de herramientas cuantitativas y cualitativas. Se realizó estadística descriptiva. En los sistemas estudiados, se registraron un total de 38 especies vegetales como alimento; el huerto (sitio) aporta 41 plantas comestibles, y la importancia de la milpa consiste en la obtención de alimentos básicos.

Los sistemas agroforestales de café y el sitio, así como la milpa contribuyen a la alimentación, sin embargo, la mayoría de alimentos provienen de sistemas productivos externos a la comunidad, no obstante la diversidad local. El uso y consumo de las especies de los agroecosistemas de la comunidad permite mantener la identidad y biodiversidad.

Palabras clave: diversidad vegetal, preferencias alimentarias, zona cafetalera, Chiapas

Abstract

The coffee in Mexico was integrated with traditional farmer systems during the last two hundred years and became an agroforestry system of great economic and socio-environmental importance. Although the changes on management and structure of the coffee system are being very dynamic during the last years, the coffee agroecosystem provide multiple products and services, including foods. In some coffee areas, in addition to the coffee agroecosystem, milpa and homegardens persist as food suppliers. Processed food products are also easily accessible for most people and a process of homogenization in food intake is beginning. The objective of this research was to identify the useful plants in homes and agroecosystems focusing on food, in a community from the Sierra Madre of Chiapas. Data were obtained through quantitative and qualitative tools. Descriptive statistics were performed. In the agroforestry systems studied, a total of 38 plant species were recorded as food, homegarden ("sitio") provides 41 edible plants and the importance of the milpa is to obtain basic food. Agroforestry coffee and homegarden systems, as well as milpa contributes to food availability, however most of food consumed in homes is purchased, although there is local plant diversity. The use and consumption of the local plant resources allows maintaining the cultural identity and the biodiversity.

Keywords: plant diversity, food preferences, coffee zone, Chiapas

Introducción

La diversidad biológica y alimentaria de México responde a la diversidad de condiciones físico-bióticas y culturales (Vásquez, 1997; Toledo et al. 2000; Lascurain et al. 2010). De

25 000 plantas superiores registradas en el país, existen alrededor de 500 comestibles a lo largo y ancho del país (Bye y Linares, 2000), sin embargo, aunque están presentes en los agroecosistemas, su consumo se ha reducido considerablemente debido a los patrones alimentarios globalizantes.

Actualmente, debido a la incidencia de enfermedades degenerativas como la hipertensión, la diabetes y la obesidad, hay preocupación por la alimentación, observándose una contradicción entre la existencia de diversidad biológica y cultural y los patrones de consumo de la población tanto urbana como rural, donde existe una preferencia por la *comida chatarra* (Adame, 2012; Nájera y Álvarez, 2010; Oliva y Fragoso, 2013).

Una de las actividades de los grupos domésticos campesinos es mantener los agroecosistemas que han permitido la reproducción (Robichaux, 2007). Agroecosistemas como la milpa, el huerto familiar y otros integrados más recientemente, como el cafetal, se caracterizan por albergar una amplia diversidad de especies con utilidad o funciones reconocidas por las unidades domésticas como resultado del trabajo de distintas generaciones, acorde a la cultura, historia y saberes locales (González-Jácome, 2007; Soto-Pinto et al. 2007; Martínez y Manrique, 2014, 174).

En las zonas cafetaleras, el agroecosistema de café juega un papel central tanto por la generación de recursos económicos como por la diversidad de especies útiles. Los grupos domésticos han mantenido dentro del cafetal diversas especies de sombra y en los distintos estratos, ya por su actuación en el sombrío del café así como por su papel en el complemento de la dieta, la obtención de leña, madera para construcción y productos medicinales, entre otros bienes.

El ciclo de producción-consumo es un proceso social con significado cultural (Messer, 2006; Viola, 2008; Bertran, 2010; Adame, 2012; Rodríguez, 2012; Martínez y Manrique, 2014); hace algunas décadas, gran parte de los alimentos se cultivaban en el mismo lugar donde se consumían o en regiones cercanas (Jaeger y Schulz, 2015). En la actualidad, los cambios generados por el proceso civilizatorio globalizante, las políticas públicas, los medios de comunicación y la migración han influido en los países en desarrollo para cambiar los patrones de consumo, observándose la pérdida de soberanía alimentaria. Así, aún en los medios rurales, donde se observa una riqueza biológica impresionante, los pobladores locales están consumiendo alimentos producidos extracomunitariamente e incluso importados, reproduciendo “un patrón hegemónico de consumo alimentario” (Nájera y Álvarez, 2010, 174).

Actualmente la disponibilidad y el acceso a alimentos es una problemática que se presenta a nivel mundial en distintas escalas, desde el ámbito internacional hasta el doméstico (González y Macías, 2007). Esta situación tiene un mayor efecto en países con una dependencia alimentaria, como en el caso de México, donde las políticas públicas poco contribuyen a la soberanía alimentaria, ya que se importa una mayor cantidad de alimentos que se consumen (Rubio, 2011; Rodríguez, 2007).

En las zonas cafetaleras de la Sierra Madre, como en otras de México y otros países, se ha observado una especialización hacia el café; esto, aunado al minifundio, ha restado espacio a las milpas y huertos familiares, reportándose hambruna estacional (Morris et al. 2013).

El objetivo de esta investigación fue identificar los alimentos disponibles en el agroecosistema de café y la dieta de grupos domésticos en una comunidad mestiza de la Sierra Madre de Chiapas.

Métodos

Zona de estudio

El estado de Chiapas se encuentra localizado en el sureste de México (Figura 1), presenta distintas cadenas montañosas, entre ellas la sierra madre de Chiapas, que se ubica en el sureste del estado (Villalobos-Sánchez, 2013). Esta región se caracteriza por el cultivo del café como la principal actividad agrícola. El municipio de Bella Vista pertenece a esta región (Inafed, s. f.). Uno de sus ejidos es La Rinconada, que se conformó a finales del siglo XIX con pobladores que provenían del volcán Tacaná, provenientes del grupo cultural mam, aunque actualmente muy pocas personas hablan la lengua local (Infante y Caballero, 2009). El ejido La Rinconada es considerado como una localidad con alta marginación (INEGI, 2010); colinda al norte con el ejido de San Antonio La Pinada, Siltepec, al sur con Independencia; al oeste con el Ejido La Hacienda y al este con Progreso, localizada a los 15°35'38.372" N y 92°16'6.286" W (INEGI, s. f.).

Los tipos de vegetación presentes son el bosque mesófilo de montaña, el bosque tropical perennifolio con algunos elementos del bosque de encino-pino (Rzedowski, 2006). Entre las especies vegetales se cuentan *Ternstroemia tepezapote* Schltdl. y Cham. (chilil), *Pinus* spp., *Quercus* spp., *Psychotria galeottiana* (M. Martens) C.M. Taylor y Lorence, *Xylosma chiapensis* Lundell, plantas de la familia Zamiaceae (bojón), epifitas de la familia Orchidaceae, Bromeliaceae (Chompipe): *Tillandsia* spp. y *Catopsis* spp. y pteridofitas como *Pleopeltis* sp., *Vittaria* sp., *Polypodium* spp. (Escobar-Colmenares, 2017).

Trabajo de campo y análisis de la información

El trabajo de campo se realizó de marzo a agosto de 2016, previa autorización de las autoridades del ejido y con consentimiento informado de las personas que participaron en el estudio. Se aplicaron 23 entrevistas semiestructuradas para conocer los sistemas productivos y otros espacios donde obtienen los alimentos. Los datos obtenidos se procesaron en una hoja de Excel. Con la base de datos se realizó estadística descriptiva. Paralelamente, en cuatro viviendas, se hicieron recorridos al sitio o huerto (el espacio adyacente a la casa). Se realizó un listado florístico y sus usos de las especies encontradas.

Para conocer los alimentos que consumieron los grupos domésticos en la semana previa a la entrevista se aplicó un listado de alimentos ($n=22$) a las mismas personas que se entrevistaron. Para la determinación de la composición florística y la riqueza de especies vegetales del agroecosistema de café se eligieron 24 parcelas (de las mismas personas a quienes se les realizó la entrevista). En estas se marcó un cuadrante de 20 x 20 m (400 m²), que a su vez se subdividió en cuatro cuadrantes, donde se realizó un inventario florístico del estrato de sombra. También, en cada uno de los cuadrantes se lanzó un cuadro de aluminio de 0.50 x 0.50 m un par de veces para registrar las hierbas. Por tanto, el área de muestreo total para el estrato herbáceo fue de 2 m² (Escobar-Colmenares, 2017). Se realizaron colectas de ejemplares botánicos de acuerdo con la técnica de Lot y Chiang (1986) para identificarlas en el Herbario de El Colegio de la Frontera Sur-San Cristóbal. Todos los nombres científicos fueron cotejados en la base de datos del 2017 del Missouri Botanical Garden®.

Resultados

Los agroecosistemas de los grupos domésticos cafetaleros

A lo largo del año se realizan labores culturales en la milpa, el huerto y el cafetal; existen distintos calendarios de siembra y distribución de la fuerza de trabajo con la que cuenta el grupo doméstico. De los 23 productores entrevistados, 21 personas cuentan con área para milpa que puede estar ubicada en la montaña, junto al cafetal o en otra zona del ejido, incluso fuera de él, en tierras más bajas (Tabla 1). De las 23 personas entrevistadas, 17 cuentan con un sitio (huerto familiar). El 30.4% de productores cuenta con animales de carga como mulas, caballos y burros.

La mayoría de los agricultores cosecha una hectárea (seis malones y una cuerda) de maíz o como mínimo un malón (terreno de 40 x 40 m y la cuerda de 20 x 20 m). La siembra del maíz se realiza en el mes de mayo o junio, inician la cosecha de elotes a mediados de agosto, doblan la planta de maíz en noviembre para cosechar la mazorca de maíz.

La importancia de la milpa radica en que se mantiene la producción de maíz para la elaboración de tortillas, pozol y tamales, aunque la producción no es suficiente para satisfacer las necesidades alimentarias del grupo doméstico durante el año, por lo que se recurre a la compra de maíz en la tienda Diconsa o de harina de maíz (Tabla 2). De este agroecosistema, también se obtienen calabazas (*Cucurbita* spp.) y chilacayotes (*Cucurbita ficifolia*).

El sitio es el lugar cercano a la casa del grupo doméstico residencial, al que también denominan corral, y corresponde a lo que se conoce como huerto familiar; los cuatro sitios que se recorrieron son diferentes entre sí en cuanto a ubicación con respecto a la vivienda, superficie, forma, composición de especies y manejo. Las mujeres son las principales encargadas de este sistema.

Los cuatro sitios donde se realizaron los recorridos son sistemas agroforestales y se registraron 65 especies vegetales, de las cuales 15 son árboles, 12 arbustos y 38 hierbas. El sitio 1 presentó predominancia del componente leñoso, mientras que en los sitios 2, 3 y 4, prevalecieron las especies del estrato herbáceo. El sitio proporciona cinco especies de animales domesticados y una silvestre. Por tanto, de este espacio se obtienen alimentos, como se muestra en la Tabla 3, donde la categoría de uso que predomina es el comestible en los tres estratos con un total de 41 especies vegetales, seguido del uso ornamental (el geranio y la corona de cristo se comercializan a nivel local) y el medicinal. También representan un lugar de experimentación para el cultivo de plantas del bosque o del cafetal.

Otros espacios de donde se pueden obtener alimentos u otros satisfactores son el huatal o la montaña (acahual y bosque respectivamente) (Figura 2) como distintas especies de hongos, vegetales, por ejemplo el sisil, la candelaria y el correlón (*Solanum appendiculatum*), hojas de canake (*Chiratodendron pectadactylon*) para envolver tamales.

De las 24 personas que producen café, 20 son hombres y cuatro mujeres. Los hombres están a cargo de las parcelas, incluso en los casos en que las mujeres son las titulares de la tierra; no obstante, todas las mujeres acuden a la parcela durante el corte del fruto, o para la cosecha de otras plantas comestibles que crecen en el cafetal. Las mujeres poseen un amplio conocimiento sobre las especies y variedades de chiles que existen en el ejido La Rinconada y también siembran las semillas de estas plantas en el cafetal. Los niños colaboran en las actividades que se realizan en la cosecha. El tiempo que llevan cultivando café es de 2 a 50 años, con un promedio de 34 años. En algunos casos la parcela perteneció al padre y en otros la compraron.

Los 24 productores tienen otras parcelas de café ubicadas en distintos puntos del ejido; de las parcelas donde se realizó el muestreo de vegetación, ocho de ellas se encuentran lejanas con respecto a la casa donde reside el grupo doméstico, diez cercanas, y seis de ellas están adyacentes a la casa (Figura 3).

Las áreas donde se cultivan los cafetos se encuentran en un intervalo altitudinal de 1305 a 1833 msnm, las parcelas presentan una pendiente desde el 10 hasta el 94%. En algunas partes, existe suelo desnudo, con rocas; otras poseen de media a abundante materia orgánica. La vegetación conforma de tres a cinco estratos, y aún se mantiene como un sistema agroforestal.

La importancia del cultivo del café para las personas está relacionada con los ingresos económicos que obtienen al vender su producto (91.3%), así lo expresan los productores: “Es el más redituable, sale para comprar todas las cosas de la cocina, ropa” (Entrevista con hombre de 61 años, La Rinconada Bellavista, 2016). “Con eso nos ayudamos, de ahí sale para comprar cosas, azúcar, frijol” (Entrevista con mujer de 47 años, La Rinconada Bellavista, 2016). “Para sobrevivir, ayudarnos para la comida y enfermedades” (Entrevista con mujer de 39 años, La Rinconada Bellavista, 2016). “De ahí sobrevivimos”, “de ahí sale para comprar los alimentos” (Entrevista con hombre de 40 años, La Rinconada Bellavista, 2016).

El 8.7% de los entrevistados manifestó que no tienen otra opción debido a las condiciones naturales del lugar: “Es lo básico en la región, no nos podemos dedicar a otra cosa, más que eso” (Entrevista con hombre de 40 años, La Rinconada Bellavista, 2016).

Se registraron un total de 112 especies vegetales en las parcelas de café, de las cuales 82 plantas presentan algún uso: comestible (Tabla 3), medicina, combustible, o material para construcción. Las plantas con otra utilidad o algún servicio que proporcionan se categorizaron como barrera viva, delimitación de parcelas, abono para el suelo y las plantas de café como envoltura para tamales, uso en los nidos de gallina, para limpieza de hornos de pan, forraje, adorno, o alimento para animales silvestres.

En total se registraron 38 especies vegetales comestibles que se encuentran en el agroecosistema de café. Resaltaron por su frecuencia de mención: *Solanum* sp. (hierbamora), *Colocasia esculenta* (camote de china), *Xanthosoma violaceum* (camote morado, cashcamote o camote de montón), *Crotalaria* sp. (chipilín), *Cucurbita ficifolia* (chilacayote o ayote). El salvio (*Lippia chiapasensis*) es un árbol importante relacionado con la alimentación debido a que es hospedero de una larva de lepidóptero de la familia Hepialidae conocido en La Rinconada como chiquirines, mismos que se consumen asados en el comal o fritos. Otro insecto comestible es el zompope, que son hormigas del género *Atta*, para su consumo se doran en el comal y se les agrega sal. Un hongo comestible del género *Ramaria* conocido como cuerno o cacho de venado se prepara asado con sal en el comal. Existen otros hongos comestibles cuyos nombres comunes son: shul, hongo blanco, pancita de res, colorado, azadón, oreja de puerco, cresta de gallo o gallina. Los animales que se encuentran en el cafetal y se usan como alimento son el tlacuache, el armadillo, la ardilla y la tuza, además de algunas aves conocidas localmente como pashas, palomas y pájaros.

Se encontraron 12 variedades de guineo que pertenecen a dos especies *Musa paradisiaca* y *Musa sapientum*. Entre los grupos domésticos a los que pertenecen los entrevistados, pueden consumir de 2 a 9 variedades de ellos. La variedad que más se consume fue el rombón.

Desde la perspectiva local, los alimentos más apreciados son considerados “nutritivos”, y “dulces”, en el caso de los frutos. La uva silvestre *Parathesis* sp. es consumida principalmente por los niños; se mantiene el consumo entre la población infantil, solo que esta fruta ahora es menos abundante. El chile tepe es consumido por personas adultas, mientras que los niños no lo consumen debido a su picor.

Otras verduras que se mencionaron son el bleado *Amaranthus* sp. (en algunos casos se encuentra en la milpa), mostaza (Brassicaceae) y candelaria, que se obtienen a través de la compra en la plaza o con las personas del ejido de Independencia.

En síntesis, se registraron 38 especies vegetales que crecen en el agroecosistema de café, 41 plantas del sitio (huerto), y 5 de la milpa; algunas se encuentran disponibles todo el año y otras son consumidas de acuerdo con la temporalidad (Tabla 4).

El consumo de productos industrializados

Entre los productos industrializados que son comprados por los grupos domésticos cafetaleros están los enlatados o envasados como atún, sardina, salsa casera, chiles, jugo, crema y yogurt. El 65% de los grupos domésticos consume al menos uno de estos productos, de los cuales el 30.4% los consume tres veces durante el mes, el 17.3% los ingiere tres veces durante el año y el 17.3% no precisó la frecuencia de consumo; el 35% expresó no consumirlos.

El consumo promedio anual de azúcar granulada es de 164 kg por grupo doméstico. La mayoría de las personas compran anualmente lo que van a requerir; solo algunos compran al menudeo. El 69.6% de los grupos domésticos consume refrescos, el 8.7% no respondió; solo el 21.7% no los toma; la frecuencia de consumo y la cantidad se presentan en la Tabla 5. Las personas que pertenecen a los grupos domésticos que consumen refrescos embotellados diariamente superan la cifra de 163 litros *per cápita* a nivel nacional (de acuerdo con lo reportado por el Senado, 2013).

A través de los 22 listados de alimentos aplicados, se registraron 109 alimentos que fueron consumidos en la semana previa a la entrevista. De estos, 24 fueron verduras, 30 frutos, 3 cereales y leguminosas, 27 productos industrializados, 11 de origen animal y otros. Entre los grupos domésticos cafetaleros, 9 alimentos son la base de la dieta: tomate o jitomate, maíz, frijol, arroz, sémola de trigo (pasta), pan, galletas, pollo y huevo.

De estos alimentos, el cafetal aportó 26, lo que corresponde a un 23.9% del total, la milpa y el sitio aportaron el 4.6% cada uno, la recolección o el regalo de alimentos el 3.6% y la mayor parte fue comprado en la plaza (mercado) de Bella Vista, Diconsa y tiendas de la localidad (63.3%). Ocasionalmente se compra con comerciantes de poblados cercanos al Ejido La Rinconada.

En la Figura 4 se muestra la percepción de las personas entrevistadas con respecto a la suficiencia de alimentos para su grupo doméstico.

Discusión

La estructura de la unidad familiar y la distribución del trabajo entre sus integrantes garantizan la producción y adquisición de los alimentos para la reproducción social en las escalas domésticas y comunitarias. Es en el espacio doméstico donde ocurren los primeros aprendizajes que conforman la identidad cultural de las personas, lo que incluye la alimentación (Guerra, 2017; Aguilar, 2014).

Se complementan los cultivos básicos para el autoabasto con la producción de café para obtener dinero en efectivo, el cual se utiliza para la adquisición de alimentos no producidos en la localidad además de los insumos que requieren la milpa, el cafetal

y otras necesidades del grupo doméstico. Los agroecosistemas son importantes para cubrir sus necesidades alimentarias. La milpa en el ejido La Rinconada provee del maíz, importante en la alimentación, aunque la producción no garantiza la disponibilidad de este grano para todo el año; existe intercambio y comercio de granos y otros productos entre los grupos domésticos cafetaleros. Esta misma situación ocurre en otros contextos similares donde se carece de suficiencia alimentaria con respecto al maíz, el cual escasea durante el verano, pues solo alcanza para cinco meses (Sesia, 2001; Cobo y Paz, 2009; Lazos, 2011). Paradójicamente se obtiene dinero de la venta de café para la compra del maíz o de harinas de este.

Con respecto al sitio (huerto familiar) distintas investigaciones reportan que en estos agroecosistemas predominan especies comestibles, lo que puede contribuir a la dieta de las familias que cuentan con estos espacios productivos. En la zona de estudio el huerto representa también un lugar de experimentación donde se realizan ensayos con plantas de otros agroecosistemas, para posteriormente cultivarlas en el cafetal o viceversa, fenómeno también documentado en otros estudios (González-Jácome, 2007; Lerner et al. 2009; Cano-Ramírez et al. 2012; Cano, 2015; Escobar et al. 2015).

El agroecosistema de café persiste como un policultivo, con especies de sombra (árboles y hierbas altas nativas e introducidas), de donde se obtienen ricos y variados alimentos apreciados por los grupos domésticos. Aunque existe una abundancia de plantas comestibles, solo dos tercios se utilizan, mientras que en el hogar se consumen cada vez más alimentos industrializados. Especialmente, los jóvenes están perdiendo el gusto por alimentos de sabores amargos y ácidos, prefiriendo los sabores salados y dulces de las bebidas y alimentos provenientes de la industria alimentaria.

El manejo y las condiciones de cada parcela son heterogéneas, el elemento en común es el componente leñoso con especies multipropósito. Sin duda, esta característica es fundamental para mantener las funciones ecosistémicas del cafetal, como el mantenimiento de la biodiversidad, la captura de carbono y como amortiguador a eventos del cambio climático global, entre otros (López-Gómez et al. 2008; Soto-Pinto et al. 2010; Soto-Pinto y Aguirre-Dávila, 2015). En el ejido La Rinconada se encontraron 12 variedades de guineo o plátano (a nivel nacional reportan ocho), algunas de estas existen en la zona de estudio y las estadísticas oficiales no las mencionan (probablemente por la escala de producción y por su distribución regional) como las variedades dominico, manzano y morado (SIAP, s. f.). El guineo (*Musa spp.*) representa una opción alimenticia para los grupos domésticos y existe una diversidad de variedades reconocidas y consumidas entre las personas; aunado a ello, tiene un valor comercial de entre 50 centavos a \$1.00 la pieza o \$50.00 el racimo (dentro de la comunidad). También es comercializado en plazas o mercados cercanos, por ejemplo, es intercambiado por elote con los productores del ejido La Independencia. A nivel local, el guineo genera ingresos en efectivo y por ello se fomenta la siembra en los cafetales.

Recientemente se ha observado la renovación de cafetales con plantas de café de variedades como catimor, las cuales son resistentes a la roya y poco tolerantes a la sombra, lo que ha ocasionado deforestación en las zonas cafetaleras y probablemente se reflejará en la reducción de la composición florística, la estructura de la parcela, la disminución de la cobertura vegetal a nivel paisaje y la disminución de la biodiversidad asociada (Contreras, 2010; Rojas, Hartman y Almonacid, 2012).

De los alimentos que proveen los cafetales, dos terceras partes corresponden a frutos principalmente del componente leñoso (con excepción del guineo), el resto a otras estructuras vegetales, como ocurre en otras regiones (Turreira et al. 2015). Los frutos representan una opción alimenticia debido a que poseen nutrientes como carbohidratos, vitaminas y minerales, por lo que son alimentos de calidad; no obstante, se desaprovechan y se subutilizan (Rice, 2011; Lascurain et al. 2010). Innegablemente, los frutos representan una opción en la diversidad alimentaria. Sin embargo, se sustituyen por productos saborizantes para preparar aguas de sabor.

Las familias también mencionaron la colecta de especies animales y fúngicas como una práctica alimentaria que contribuye a la provisión de proteína del grupo doméstico, sin embargo, no se profundizó en el tema, debido a que no formaba parte del objetivo de este estudio. Empero, esto podría despertar el interés de futuras investigaciones y puede dar una idea de la diversidad en los cafetales.

Se evidencia que, para la mayoría de los productores de café, los alimentos básicos que se producen localmente son insuficientes y los productos industrializados complementan la disponibilidad. La mayor parte de sus alimentos los obtienen extracomunitariamente, por lo que la diversidad alimentaria que poseen en sus agroecosistemas está subutilizada.

La aportación del cafetal a la dieta corresponde a una quinta parte del total de alimentos, adquiriendo mayor importancia la compra de verduras no locales y productos industrializados cuya procedencia se desconoce en la comunidad. Es importante señalar que los alimentos que se obtienen de los agroecosistemas descritos son especies vegetales que conforman un reservorio fitogenético, contribuyen a la agrobiodiversidad y a la diversidad alimentaria; algunas de ellas son: *Solanum* spp. (hierbamora), *Xanthosoma robustum* (Quequeshte), *Yucca* sp. (winte), *Chamaedorea* sp. (pacaya), *Sechium edule* (Chayote), *Solanum wenlandii* (quishtán), *Xanthosoma violaceum* (cashcamote o camote morado), y *Cyphomandra betaceae* (tomate de árbol), las cuales son también consumidas por otros grupos culturales de Chiapas (Soto-Pinto, 1990; Chávez, 2010; Cilia et al. 2015).

Estos alimentos locales se encuentran fuera de las cadenas agroalimentarias globales, son cultivadas o recolectadas de forma tradicional y son recursos alimentarios con un alto contenido nutricional y con potencial para contribuir a reducir la vulnerabilidad por cambios económicos o físico-bióticos como los impuestos por el cambio climático (Calle et al. 2013). No obstante, esta riqueza de alimentos en los distintos agroecosistemas comunitarios, el consumo de alimentos enlatados, azúcar, alimentos producidos con harinas refinadas,

frituras, condimentos (como el consomé de pollo en cubo) y refrescos embotellados es creciente. La mayoría de los entrevistados expresa que los alimentos comprados resultan suficientes, fácilmente asequibles y, en algunos casos, nutritivos para el grupo doméstico. Sin embargo, estos alimentos se pueden caracterizar por la deficiencia en nutrientes y el alto contenido de azúcar, grasas trans y saturadas, los colorantes, aditivos y altos niveles de sodio: todo lo que conlleva a malnutrición, obesidad y enfermedades crónico-degenerativas como la hipertensión y la diabetes, que ya son comunes en las comunidades rurales. Asimismo, los desechos de estos alimentos industrializados son puestos en el fogón y liberan gases tóxicos que afectan la salud (Vizcarra, 2008).

Si el interés de los productores se enfocara en la soberanía alimentaria, además de mantener el cultivo del café, el cafetal podría llegar a albergar distintas plantas comestibles disponibles a lo largo del año; además de mantener y mejorar las prácticas en la milpa y el huerto. Esto ofrecería beneficios para los grupos domésticos cafetaleros al poseer el acceso a alimentos sanos y apropiados culturalmente, pues forma parte de una estrategia hacia los términos de la soberanía alimentaria y, a través de ella, harían frente a las posibles caídas del precio del café o enfermedades del cultivo.

Las contradicciones se visibilizan debido a que una proporción elevada de alimentos se compran, como ocurre en otros países como Guatemala y Costa Rica (D'Ambrosio y Puri, 2016; Turreira-García et al. 2015). Esto puede estar relacionado con los ingresos económicos derivados de los programas asistencialistas del gobierno, ya que en la medida que se tiene acceso a ellos la decisión de consumir productos industrializados refleja un estatus social, idea que se introduce en el imaginario social a través de los medios masivos de comunicación y de los apoyos gubernamentales (Bertran, 2010; Adame, 2012). En contraposición, la prevalencia de la producción y el consumo de plantas locales en comunidades rurales es una forma de resistencia ante la globalización que permea todos los aspectos de la vida.

Conclusiones

La milpa y los sistemas agroforestales como el sitio (huerto) y el cafetal representan espacios importantes de producción de alimentos y diversidad alimentaria, sin embargo, predomina la compra de productos extracomunitarios, lo que ocasiona cambio en los patrones de consumo y con ello aumenta la dependencia alimentaria. Se registró una variedad de árboles y arbustos frutales cultivados y silvestres con usos múltiples, herbáceas, palmas, 12 variedades de guineos (plátanos), hongos e insectos en los cafetales y sitios, productos con importancia para el autoconsumo y el comercio e intercambio local. En total son 38 especies vegetales comestibles, que se encuentran disponibles en distintos periodos a lo largo del año y representan una opción alimentaria. De estas especies, los grupos domésticos utilizan 24 plantas y dos insectos, que están presentes en el sistema

agroforestal de café y pueden formar parte de su alimentación. El café es primordial en la obtención de ingresos económicos, no obstante, los productores mantienen especies vegetales útiles en el agroecosistema, con un estrato de sombra multipropósito donde destaca el aporte de frutos nativos e introducidos para la alimentación humana.

En la comunidad de estudio convergen características del modelo económico capitalista al mismo tiempo que se mantienen elementos culturales propios de los grupos originarios de Mesoamérica que se reflejan en los distintos agroecosistemas estudiados. Dentro de ellos, aún se mantiene una parte de la biodiversidad y agrobiodiversidad que son útiles como alimentos para los grupos domésticos cafetaleros.

Agradecimientos

A las personas del ejido La Rinconada por el tiempo y la información que proporcionaron para este estudio. A las personas que nos apoyaron en la logística y trabajo de campo y a quienes otorgaron el financiamiento para la investigación (Proyectos multidisciplinario y transversal del Grupo de Investigación de las Zonas Cafetaleras de Ecosur), al Grupo Académico de Agroecología de Ecosur, a Miguel Martínez-Icó por su ayuda en la identificación de los ejemplares botánicos. La primera autora agradece la beca de Conacyt para los estudios de maestría.

Bibliografía

- Adame, M. A. (2012). Hacia una antroponhistoria sociocultural de la alimentación (y de la nutrición). En M. Adame (comp.). *Alimentación en México. Ensayos de Antropología e Historia*, (pp. 17-31). México: Ediciones Navarra.
- Aguilar, P. (2014). Cultura y alimentación. Aspectos fundamentales para una visión comprensiva de la alimentación humana. *Anales de Antropología*, 48-1, 11-31.
- Bertran, M. (2010). Acercamiento antropológico de la alimentación y salud en México. *Physis*, 20(2), 387-411.
- Bye, R., y Linares, E. (2000). Los quelites, plantas comestibles de México: una reflexión sobre intercambio cultural. *Biodiversitas*, 31, 11-14.
- Calle, A., Gallar, D., y Candón, J. (2013). Agroecología política: la transición social hacia sistemas agroalimentarios sustentables. *Revista de Economía Crítica*, 16, 244-277.
- Cano, E. J. (2015). Huertos familiares: un camino hacia la soberanía alimentaria. *Pueblos y Fronteras*, 10(20), 70-91.
- Cano-Ramírez, M., Tejera, B. de la, Casas, A., Salazar, L., y García-Barrios, R. (2012). Migración rural y huertos familiares en una comunidad indígena del centro de México. *Botanical Sciences*, 90(3), 287-304.
- Cilia, V. G., Aradillas, C., y Díaz-Barriga, F. (2015). Las plantas comestibles de una comunidad indígena de la Huasteca Potosina, San Luis Potosí. *Entreciencias*, 3(7), 143-152.
- Chávez, E. (2010). *Plantas comestibles no convencionales en Chiapas*. Tuxtla Gutiérrez, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Cobo, M. del R., y Paz, L. (2009). *Milpas y cafetales en los Altos de Chiapas*. México: Conabio.
- Contreras, A. (2010). Los cafetales de Veracruz y su contribución a la sustentabilidad. *Revista Estudios Agrarios*, 45, 143-161.
- D'Ambrosio, U., y Puri, R. K. (2016). Foodways in transition: food plants, diet and local perceptions of change in a Costa Rican Ngäbe community. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12(3), 1-32.

- Escobar-Colmenares, S. (2017). *Las plantas comestibles en el agroecosistema de café: Uso, conocimiento y diversidad en el Ejido La Rinconada Bella Vista, Chiapas*. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur.
- Escobar, M. E., Bello, E., y Estrada, E. I. J. (2015). Intercambio de plantas entre huertos y otros espacios: ¿una estrategia de conservación para el bosque mesófilo de montaña del volcán Tacaná, Chiapas, México? *Revista Pueblos y Fronteras*, 10(20), 92-114.
- Guerra, S. (2017). *Rasgos culturales identitarios que definen el patrimonio inmaterial en hogares mam, de ascendencia guatemalteca, en Campeche*. Tesis de doctorado. El Colegio de la Frontera Sur.
- González, H., y Macías A. (2007). Vulnerabilidad alimentaria y política agroalimentaria en México. *Desacatos*, 25, 101-114.
- González-Jácome, A. (2007). Agroecosistemas mexicanos: pasado y presente. *Itinerarios. Revista de estudios lingüísticos, literarios, históricos y antropológicos*, 6, 55-80.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010). Consultado el 25 de abril de 2017. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (s. f.) Consultado el 13 de junio 2017. Recuperado de <http://geoweb2.inegi.org.mx/ahl/realizaBusquedaurl.do?cvegeo=070110015>
- Infante, J. I., y Caballero, A. (2009). La influencia del idioma mam en el desarrollo de habilidades comunicativas escritas en niños de tercer grado de primaria de la región soconusco del estado de Chiapas, México. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades*, 19(1), 51-66.
- Inafed (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal) (s. f.). Consultado el 30 de abril de 2017. Recuperado de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM07chiapas/municipios/07011a.html>
- Jaeger, S., y Shulz, H. (2015). *¡Qué rico! Todo lo que hay que saber sobre la comida*. Madrid: Siruela.
- Lascurain, M., Avendaño, S., del Amo, S., y Niembro, A. (2010). *Guía de frutos silvestres comestibles en Veracruz*. México: Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal, Conafor-Conacyt.
- Lazos, E. (2011). Tiempo de maíz: tiempo de ayer y de mañana. En F. Reyes y S. Barrasa (coords.). *Saberes Ambientales Campesinos. Cultura y Naturaleza en comunidades indígenas de México (Colección Jaguar)*, (pp. 61-95). Tuxtla Gutiérrez. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas / Universidad Autónoma de Madrid.
- Lerner, T., Mariaca, R., Salvatierra, B., González-Jácome, A., y Wahl, E. (2009). Aporte de alimentos del huerto familiar a la economía campesina Ch'ol, Suclumpá, Chiapas / México. *Etnobiología*, 7, 30-44.
- Lot, A., y Chiang, F. (comps.). (1986). *Manual de herbario: Administración y manejo de colecciones, técnicas y preparación de ejemplares botánicos*. México: Consejo Nacional de la Flora de México.
- López-Gómez, A., Williams-Linera, G., y Manson, R. H. (2008). Tree species diversity and vegetation structure in shade coffee farms in Veracruz, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 124, 160-172.
- Martínez, A., y Manrique, E. (2014). Alimentación prehispánica y transformaciones tras la conquista europea del altiplano cundiboyacense, Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 41, 96-111. Consultado el 3 de abril de 2017. Recuperado de <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/468/990>
- Messer, E. (2006). Globalización y dieta: significados, cultura y consecuencias en la nutrición. En M. Bertran y P. Arroyo (eds.). *Antropología y nutrición*. México: Fundación Mexicana para la salud, Fundación Nestlé para la nutrición / Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.
- Missouri Botanical Garden. (2017). (Web). Consultado el 22 de mayo de 2017. Recuperado de <http://www.tropicos.org/>
- Morris, S., Méndez, E., y Olson, B. (2013). "Los meses flacos": seasonal food insecurity in a Salvadoran organic coffee cooperative. *The Journal of Peasant Studies*, 40(2), 423-446. Doi: <https://doi.org/10.1080/03066150.2013.777708>
- Nájera, A. de J., y Álvarez, G. del C. (2010). Del posol a la Coca Cola: cambios en las prácticas alimentarias en dos comunidades tojolabales. *LiminaR. Estudios Sociales y Humanísticos*, 8(1), 173-190.
- Oliva, O., y Fragoso, S. (2013). Consumo de comida rápida y obesidad, el poder de la buena alimentación en la salud. *Revista Iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, 4(7), 176-199.

- Rice, A. (2011). Fruits from shade trees in coffee: how important are they? *Agroforestry Systems*, 83, 41-49.
- Robichaux, D. (2007). Sistemas familiares en culturas subalternas de América Latina: una propuesta conceptual y un bosquejo preliminar. En D. Robichaux. *Familia y Diversidad en América Latina. Estudios de Caso*, (pp. 27-75). Buenos Aires: CLACSO.
- Rodríguez, G. (2007). Imaginar la soberanía alimentaria y las oportunidades para las agriculturas del México globalizado. *Desacatos*, 25, 101-114
- Rodríguez, P. (2012). El estudio antropológico de la alimentación. En M. Adame (comp.). *Alimentación en México. Ensayos de Antropología e Historia*, (pp. 33-64). México: Ediciones Navarra.
- Rojas, A., Hartman, K., y Almonacid, R. (2012). El impacto de la producción de café sobre la biodiversidad, la transformación del paisaje y las especies exóticas invasoras. *Ambiente y Desarrollo*, 16(30), 93-104.
- Rubio, B. (2011). Soberanía alimentaria versus dependencia: las políticas frente a la crisis alimentaria en América Latina. *Mundo siglo XXI*, 26(7), 105-118.
- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. Primera edición digital. Conabio. México. Consultado junio de 2017. Recuperado de <http://www.biodiversidad.gob.mx>
- Senado (2013). (Web) Consultado junio de 2017. Recuperado de <http://www.senado.gob.mx>
- Sesia, P. (2001). "Aquí la PROGRESA está muy dura". Estado, negociación e identidad entre familia indígenas rurales. *Desacatos*, 8, 109-128.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (s. f.). (Web). Consultado el 22 de junio de 2017. Recuperado de <http://siaprendes.siap.gob.mx/contenidos/2/04-platano/contexto-4.html>
- Soto-Pinto, L. (1990). Plantas útiles de cuatro comunidades de Chiapas; Perspectivas en la Intensificación del Uso del Suelo. *Fitotecnica Mexicana*, 13, 149-168.
- Soto-Pinto, M. L., y Aguirre-Dávila, C. M. (2015). Carbon stocks in organic coffee systems in Chiapas, México. *Journal of Agricultural Science*, 7(1), 117-128.
- Soto-Pinto, M. L., Schroth, G., Laderach, P., y Dempewolf, J. (2010). Adaptación al cambio climático y sistemas productivos. En H. Fletes (ed.). *Pequeños productores y vulnerabilidad global agroalimentaria*, (pp. 193-199). Tuxtla Gutiérrez: Universidad Autónoma de Chiapas, Red de Investigación Socioeconómica en Hortalizas, Frutas y Flores (RISHORT).
- Soto-Pinto, M. L., Villalvazo-López, V., Jiménez-Ferrer, G., Ramírez-Marcial, N., Montoya, G., y Sinclair, F. L. (2007). The role of local knowledge in determining shade composition of multistrata coffee systems in Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 16, 419-436.
- Toledo, V. M., Carabias, J., Mapes, C. y Toledo, C. (2000). *Ecología y autosuficiencia alimentaria. Hacia una opción basada en la diversidad biológica, ecológica y cultural de México*. (Quinta edición). México: Siglo XXI.
- Turreira-García, N., Theilade, I., Meilby, H., y Sørensen, M. (2015). Wild edible plant knowledge, distribution and transmission: a case study of the Achí Mayans of Guatemala. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11, 52.
- Vásquez, C. (1997). *¿Cómo viven las plantas?* México: Fondo de Cultura Económica. Consultado el 20 de junio de 2017. Recuperado de <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx>
- Villalobos-Sánchez, G. (2013). El contexto físico y su importancia para la preservación de la Biodiversidad. En A. Cruz, E. Melgarejo, F. Camacho y K. Nájera (coords.). *La Biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado*, (pp. 27-40). México: Conabio / Gobierno del Estado de Chiapas.
- Viola, T. M. (2008). Estudios sobre modelos de consumo: una visión desde teorías y metodología. *Revista Chilena de Nutrición*, 35(2), 93-99.
- Vizcarra, I. (2008). Entre las desigualdades de género: un lugar para las mujeres pobres en la seguridad alimentaria y el combate al hambre. *Argumentos. (Nueva época)*, 21(57), 141-170.

Tabla 1. Uso de suelo en el ejido La Rinconada, de 24 productores(as) de café

Uso de suelo	Promedio de la superficie en ha	Desviación estándar
Cultivo de café (Total)	2.48	1.21
Cultivo de café orgánico	2.13	1.11
Cultivo de café convencional	0.35	0.47
Milpa	1.55	2.23
Bosque (Montaña)	0.22	0.46
Acahual (Huata)	0.39	0.88
Potrero (animales de carga)	0.57	0.99
Casa-sitio	0.16	0.27
Superficie total	5.36	4.24

Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo en La Rinconada, Bella Vista, 2016.

Tabla 2. El maíz y el frijol en los grupos domésticos cafetaleros (n=23)

Cultivo	Producción (ton)	Consumo (ton)	Déficit (ton)	Compra (ton)	Gasto anual (\$)
Maíz	0.87	1.26	0.39	0.56	2 251.19
Frijol	0.05	0.13	0.09	0.10	1375.45

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo, 2016.

Tabla 3. Plantas comestibles del sistema agroforestal de café

Familia	Nombre común	Nombre científico	Forma de vida	Parte (s) útil (es)
Actinidiaceae	Moquillo o xcabitzte	<i>Saurauia oreophila</i> Hemsl.	Árbol	Fruto
Actinidiaceae	Moquillo	<i>Saurauia scabrada</i> Hemsl.	Árbol	Fruto
Anacardiaceae	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Árbol	Fruto
Annonaceae	Guanábana	<i>Annona muricata</i>	Árbol	Fruto
Araceae	Quequeshte	<i>Xanthosoma robustum</i> Schott	Hierba	Hojas jóvenes
Arecaceae	Pacaya	<i>Chamaedorea</i> sp.	Hierba	Inflorescencias inmaduras
Asparagaceae	Winte	<i>Yucca</i> sp.	Arbusto	Flores
Asteraceae	Diente de león	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Hierba	Hojas y tallos jóvenes
Asteraceae	Hierba de macho	<i>Vernonia leiocarpa</i> DC.	Hierba	Hojas
Cucurbitaceae	Chayote	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Hierba	Fruto, hojas y tallos jóvenes, raíz (cueza)
Fabaceae	Chalum	<i>Inga oerstediana</i> Benth. ex Seem.	Árbol	Arilo
Fabaceae	Caspirol	<i>Inga punctata</i> Willd.	Árbol	Arilo
Lauraceae	Palo de aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	Árbol	Fruto
Musaceae	Guineo	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Hierba	Fruto
Musaceae	Plátano de seda	<i>Musa sapientum</i> L.	Hierba	Fruto
Myrtaceae	Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Árbol	Fruto
Passifloraceae	Granadilla	<i>Passiflora ligularis</i> Juss.	Hierba	Fruto
Piperaceae	Momon o zanahoria	<i>Piper</i> sp.	Arbusto	Tallos jóvenes y hojas
Poaceae	Caña	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Hierba	Tallos
Primulaceae	Uva	<i>Parathesis chiapensis</i> Fernald	Arbusto	Fruto
Rosaceae	Durazno	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Árbol	Fruto
Rubiaceae	Café	<i>Coffea arabica</i> L.	Arbusto	Semilla
Rutaceae	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Árbol	Fruto
Rutaceae	Lima	<i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle	Árbol	Fruto
Rutaceae	Limón persa	<i>Citrus × latifolia</i> Tanaka ex Q. Jiménez	Árbol	Fruto
Rutaceae	Limón	<i>Citrus × limon</i> (L.) Osbeck	Árbol	Fruto
Rutaceae	Limón mandarina	<i>Citrus × limonia</i> (L.) Osbeck	Árbol	Fruto
Solanaceae	tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i> (Cav.) Sendtn.	Arbusto	Fruto
Solanaceae	Chile tepe	<i>Capsicum annuum</i> L.	Arbusto	Fruto
Solanaceae	Chile jalapeño	<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz y Pav.	Arbusto	Fruto
Solanaceae	Quishtán	<i>Solanum wendlandii</i> Hook. f.	Hierba	Hojas, flores y tallos jóvenes
Solanaceae	Correlón	<i>Solanum appendiculatum</i> Dunal	Hierba	Hojas y tallos jóvenes
Vitaceae	Bejuco de agua	<i>Vitis</i> sp.	hierba trepadora	Savia
	bejuco de contuve	Sin identificar	hierba trepadora	Frutos

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo, 2016.

Tabla 4. Especies vegetales presentes en cuatro sitios del ejido La Rinconada

Familia	Nombre Común	Nombre científico	Forma de vida	Usos	Sitio			
					1	2	3	4
Adoxaceae	Sauco	<i>Sambucus nigra</i> L.	Arbusto	Medicinal	1			
Amaranthaceae	Epazote	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin y Clemants	Hierba	Comestible		2	3	
Amaryllidaceae	Cebollín	<i>Allium schoenoprasum</i> L.	Hierba	Comestible	1		3	
Amaryllidaceae	Ajo	<i>Allium sativum</i> L.	Hierba	Comestible		2		
Anacardiaceae	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Árbol	Comestible			3	
Apiaceae	Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Hierba	Medicinal		2	3	
Araceae	Camote de china	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Hierba	Comestible, barrera viva			3	4
Araceae	Quequeshte	<i>Xanthosoma robustum</i> Schott	Hierba	Comestible			3	
Araceae	Camote de montón	<i>Xanthosoma violaceum</i> Schott	Hierba	Comestible			3	
Arecaceae	Pacaya	<i>Chamaedorea</i> sp.	Hierba	Comestible			3	
Asparagaceae	Winte	<i>Yucca</i> sp.	Arbusto	Comestible, barrera viva	1			
Asparagaceae	Mala madre	<i>Chlorophytum comosum</i> (Thunb.) Jacques	Hierba	Ornamental		2		
Balsaminaceae	Indita	<i>Impatiens</i> sp.	Hierba	Ornamental				4
Begoniaceae	Begonia	<i>Begonia</i> sp.	Hierba	Ornamental		2		
Cactaceae	Nopal	<i>Opuntia</i> sp.	Arbusto	Comestible		2		
Commelinaceae		<i>Commelina</i> sp.	Hierba	Ornamental		2		
Commelinaceae	Maguey morado	<i>Rhoeo discolor</i> (L'Hér.) Hance ex Walp.	Hierba	Medicinal			3	
Cucurbitaceae	Chayote	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Hierba	Comestible			3	
Cupresaceae	Ciprés	<i>Cupressus</i> sp.	Árbol	-		1		
Dennstaedtiaceae	Chipe	<i>Pteridium</i> sp.	Hierba	Sombra		2		
Ericaceae	Azalea	<i>Loiseleuria</i> sp.	Hierba	Ornamental				4
Euphorbiaceae	Chaya	<i>Cnidioscolus chayamansa</i> McVaugh	Arbusto	Comestible		2	3	
Euphorbiaceae	Corona de cristo	<i>Euphorbia</i> sp.	Arbusto	Ornamental		2	3	
Fabaceae	Chalum	<i>Inga</i> sp.	Árbol	Comestible, envoltura para tamal, leña, sombra	1	2		
Fabaceae	Guash	<i>Leucaena</i> sp.	Árbol	Comestible		2		
Fabaceae	Chipilín	<i>Crotalaria</i> sp.	Hierba	Comestible		2		
Geraniaceae	Geranio	<i>Pelargonium</i> sp.	Hierba	Ornamental		2	4	
Hydrangeaceae	Hortensia	<i>Hydrangea</i> sp.	Hierba	Ornamental			3	

Lamiaceae	Orégano	<i>Origanum vulgare</i> L.	Hierba	Comestible	2	
Lamiaceae	Hierbabuena	<i>Mentha spicata</i> L.	Hierba	Medicinal	3	4
Lamiaceae	Tomillo	<i>Thymus</i> sp.	Hierba	Comestible		4
Lauraceae	Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	Árbol	Comestible	1	2 3
Malpighiaceae	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Árbol	Comestible	1	
Malvaceae	Malva	<i>Malva</i> sp.	Hierba	Medicinal		3
Marantaceae	Hoja blanca	<i>Calathea</i> sp.	Hierba	Envoltura para tamales		3
Musaceae	Guineo morado	<i>Musa acuminata</i> Colla	Hierba	Comestible y envoltura para tamal	1	
Musaceae	Guineo blanco	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Hierba	Comestible y envoltura para tamal	1	2 3
Myrtaceae	Escobillo	<i>Eugenia acapulcensis</i> Steud.	Árbol	Comestible	1	
Myrtaceae	Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Árbol	Comestible	1	3
Orchidaceae	Orquídea	sin identificar	Epífita	Ornamental	2	4
Poaceae	Caña	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Hierba	Comestible		3
Poaceae	Té limón	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	Hierba	Comestible		4
Rhamnaceae	Capulín	<i>Rhamnus grandifolia</i> Fisch. y C.A. Mey. ex Ledeb.	Árbol	Leña		2
Rosaceae	Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Árbol	Comestible	1	
Rosaceae	Durazno	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Árbol	Comestible	2	3
Rosaceae	Rosa	<i>Rosa</i> sp.	Arbusto	Ornamental		4
Rosaceae	Mora	<i>Rubus</i> sp.	Hierba	Comestible		2
Rubiaceae	Café	<i>Coffea arabica</i> L.	Arbusto	Comestible	1	2 3
Rutaceae	Matasano	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave	Árbol	Comestible	1	
Rutaceae	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Árbol	Comestible	1	3
Rutaceae	Limón	<i>Citrus × limon</i> (L.) Osbeck	Árbol	Comestible	2	3
Rutaceae	Limón mandarina	<i>Citrus aurantifolia</i> Swingle	Árbol	Comestible		2
Rutaceae	Ruda	<i>Ruta graveolens</i> L.	Hierba	Medicinal	2	3
Solanaceae	Chile tepe o tepenchile	<i>Capsicum annum</i> var. <i>glabrusculum</i> (Dunal) Heiser y Pickersgill	Arbusto	Comestible	1	2 4
Solanaceae	Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i> (Cav.) Sendtn.	Arbusto	Comestible	1	2 4
Solanaceae	Tabaco	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Arbusto	Medicinal		3

Solanaceae	Chile jalapeño	<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz y Pav.	Arbusto	Comestible	3
Solanaceae	Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Hierba	Comestible	2
Solanaceae	Chile	<i>Capsicum annuum</i> L.	Hierba	Comestible	3 4
Solanaceae	Tomate de bolsa	<i>Lycopersicon esculentum</i> var. <i>leptophyllum</i> (Dunal) D'Arcy	Hierba	Comestible	3
Solanaceae	Papa	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Hierba	Comestible	3
Solanaceae	Hierbamora	<i>Solanum</i> sp.	Hierba	Comestible	3 4
Verbenaceae	Verbena	<i>Verbena officinalis</i> L.	Hierba	Medicinal	2 3 4
	Flor de pava	Sin identificar	Arbusto	Barrera viva	1 4
	Alpiste	Sin identificar	Hierba	Alimento para aves	3

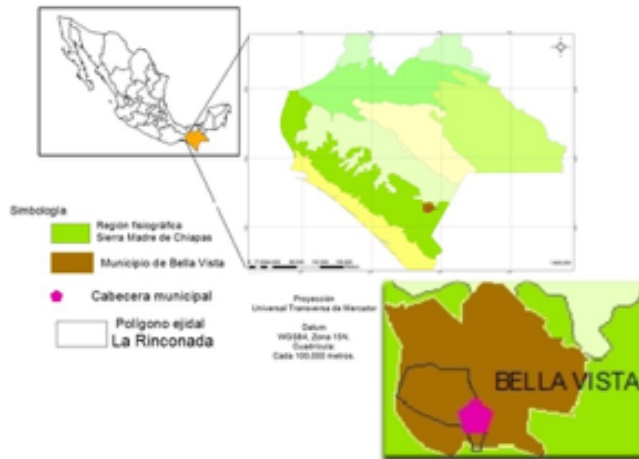
Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo, 2016.

Tabla 5. Consumo individual y por grupo doméstico de refrescos embotellados (n=16)

Frecuencia	% de GD que lo consumen	Promedio de los GD anual (l)	Promedio individual anual (l)
Diariamente	12.5	639	201
1-2 veces a la semana	12.5	186	28
1-2 veces al mes	50	59	9
Cada 2 meses	12.5	18	3.5
1-3 veces al año	12.5	30	6

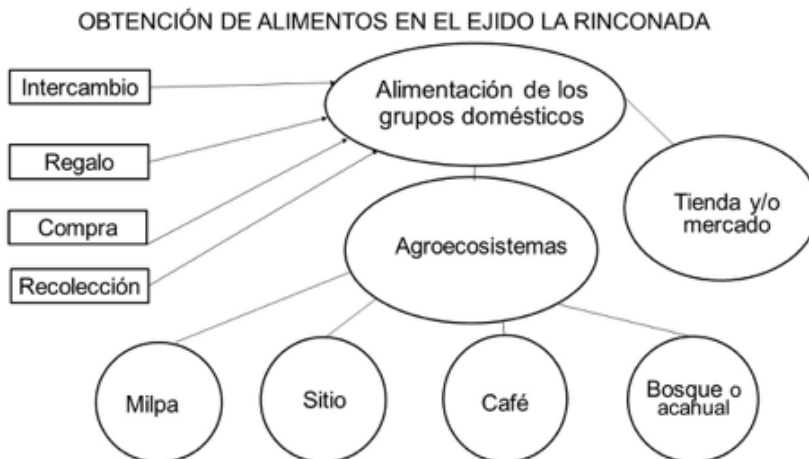
Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo, 2016.

Figura 1. Macrolocalización de la zona de estudio



Elaboración: Valentín Martínez Jiménez, 2016.

Figura 2. Espacios de obtención de alimentos



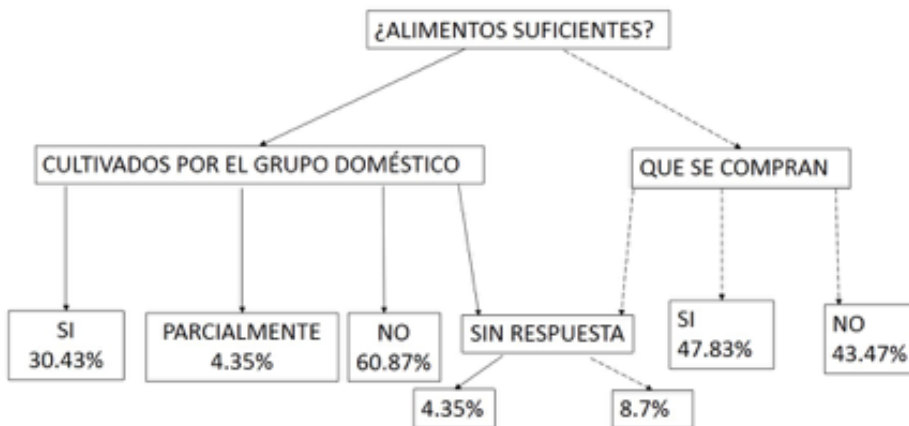
Elaboración propia con base en el trabajo de campo, 2016.

Figura 3. Sistemas productivos y bosque



Elaboración propia con base en el trabajo de campo, 2016.

Figura 4. Opiniones sobre la suficiencia de alimentos



Elaboración propia con base en el trabajo de campo, 2016.



Sección IV

Mitigación y adaptación al cambio climático a través del manejo agroforestal

Vinicio Sosa Fernández
Instituto de Ecología A.C.

José Manuel Palma García
Universidad de Colima
Coordinadores

4.1 Avances y retos de la adaptación y mitigación al cambio climático mediante la agroforestería pecuaria en México

José Manuel Palma-García¹

José Nahed Toral²

José Antonio Torres Rivera³

Correo de correspondencia: palma@ucol.mx

Resumen

México posee una riqueza arbórea que permite el desarrollo de la agroforestería pecuaria en opciones múltiples e innovadoras. Entre ellas están las especies maderables y no maderables, nativas o introducidas, en pastoreo o corte y acarreo, con múltiples estratos y con diferentes arreglos espacio-temporales. Estas posibilidades permiten opciones de adaptación y mitigación al cambio climático: muchas de las especies arbóreas, locales o introducidas, son tolerantes a condiciones extremas, pueden ser empleadas en múltiples sistemas, y mediante su siembra intensiva en alta densidad es posible desarrollar diferentes estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático. Esto es sugerido puesto

1 Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario (CUIDA), Universidad de Colima.

2 El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur).

3 Centro Regional Universitario de Oriente (CRUO)-Universidad Autónoma de Chapingo.

que conlleva al incremento de la fijación de carbono, el reciclaje de nutrientes, el fomento de la macrofauna edáfica, así como el uso de follaje y frutos de los árboles para la reducción de la emisión de metano entérico (debido al incremento de la digestibilidad de las raciones basada en pastos fibrosos, que favorece el potencial productivo y el bienestar animal). Aunque el reto de mayor significancia es la implementación de dichos sistemas en nuestro entorno productivo.

Palabras clave: resiliencia, sistemas silvopastoriles, árboles, ganadería, ambiente.

Abstract

Mexico has a wealth of trees that allows the development of livestock agroforestry in multiple and innovative options, such as the timber and non-timber species, native or introduced, in pasture or cut and carry, with multiple strata and with different temporary space arrangements. Some of those can adapt and tolerate extreme conditions, thus could be employed in multiple systems to develop different strategies of adaptation and mitigation to climate change, through their intensive harvest in high density. For it increase carbon fixation, the recycling of nutrients, the promotion of edaphic macrofauna, as well as the use of foliage and fruits of the trees that allow the reduction of emission of enteric methane, due to the increase of digestibility of the rations based on fibrous pastures which favors their productive potential and animal welfare. Although, the challenge of greater significance is the implementation of such systems in our productive environment.

Keywords: resilience, silvopastoral systems, trees, livestock, environment

Introducción

El estudio de sistemas dinámicos complejos como los sistemas de producción animal presentan propiedades no lineales debido a que experimentan cambios y desequilibrios a través del tiempo y del espacio como resultado de nuevas interacciones entre sus componentes, así como con entradas al sistema, que conducen a la búsqueda de armonía y sostenibilidad. En la actualidad, el mundo atraviesa por una etapa en la que se conjugan varias situaciones críticas, entre ellas, contaminación ambiental, cambio climático y calentamiento global, que amenazan la calidad de vida y la integridad territorial de muchos países.

La ganadería es una actividad económica importante que provee alimentos, empleo y seguridad económica a miles de millones de personas, pero que se asocia a deforestación, erosión, pérdida de biodiversidad, degradación de pasturas y contaminación con gases de efecto invernadero (GEI), relacionados con el cambio climático (Nahed et al. 2014). Esta se inserta en un momento en que México se encuentra con una población demandante de alimentos donde la mayoría se encuentra en condiciones de pobreza y la minoría en riqueza extrema (Esquivel, 2015).

Por ello, desde la ganadería se proponen los sistemas agroforestales pecuarios intensivos (Palma, 2005) como alternativa amigable con el ambiente, socialmente justa, posible (Palma, 2011) y resiliente (Nahed et al. 2014), que permita la generación de alternativas de adaptación y mitigación al cambio climático.

Con base en lo anterior, el presente trabajo tiene por objetivo mostrar los avances y retos de la adaptación y mitigación al cambio climático mediante la implementación de la Agroforestería Pecuaria en México (APM).

Ganadería ante el cambio climático

El sector pecuario representa una fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), al generar dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) a través de su proceso productivo.

Dicho sector contribuye con el cambio climático al emitir GEI, sea directa (p. ej. a través de la fermentación entérica o el estiércol) o indirectamente (p. ej. por las actividades desarrolladas para la producción de alimentos y la conversión de bosques en pastizales). Steinfeld et al. (2009) calcularon, con base en el análisis del ciclo de vida (ACV), que el sector emite aproximadamente 7.1 Gt de CO₂-eq/año, o cerca del 18% del total de las emisiones antropogénicas de GEI.

Ante este escenario, la discusión en el mundo se centra en los procesos de adaptación a este cambio climático y aquellas estrategias que logren mitigar los gases de efecto invernadero. Por lo que desde la ganadería se presentan alternativas para dicha adaptación a los impactos generados por los GEI, y a la vez se presentan aquellas que disminuyan sus emisiones.

Adaptación al cambio climático en la ganadería

Se define la adaptación como la capacidad que tienen los sistemas para reproducirse a sí mismos durante un tiempo razonable, como la posibilidad de cambiar oportunamente, cuando las condiciones así lo exigen, para seguir funcionando en el largo plazo.

La adaptación al cambio climático es definida como las iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de la sociedad y la susceptibilidad de los sistemas naturales ante los efectos reales o esperados de dicho cambio climático.

Para que se lleve a cabo la adaptación, los recursos y procesos ecológicos y sociales que la hacen funcionar deben ser capaces de reproducirse y, por lo tanto, de autorregularse, de coordinarse para ser compatibles, de amortiguar oportunamente las perturbaciones coyunturales adversas, de reorganizarse y de modificarse cuando se presentan cambios estructurales internos y externos.

En las condiciones actuales, los sistemas agrícolas y ganaderos se enfrentan a perturbaciones frecuentes e impredecibles provocadas por varios factores: los efectos

adversos (directos o indirectos), fenómenos relativamente recientes como consecuencia del cambio climático, del calentamiento global y de las crisis económicas, financieras y energéticas, entre otros. Según las predicciones del IPCC (2014), dichos efectos pueden ser aleatorios, irregulares y, a veces, sorprendivos, pues responden a una dinámica que en el corto o mediano plazo, desafortunadamente, se seguirá acrecentando y que, en dependencia de su naturaleza, seguirá afectando a los sistemas en los diferentes niveles de su escala organizativa, por ejemplo: desde el nivel de función biológica de un individuo hasta los niveles de organización de estructuras socioeconómicas.

Las perturbaciones que sufre un sistema ocurren en diferentes escalas y pueden influir en:

1. Su propio funcionamiento general o su trayectoria.
2. En las funciones y dinámicas de cualquiera de sus componentes de manera independiente.
3. En las interrelaciones entre tales componentes y sus procesos.

Dichos efectos se pueden considerar o clasificar como estáticos o transitorios; o, por el contrario, dinámicos y persistentes en tiempo y espacio. El grado de vulnerabilidad de los sistemas agrícolas dependerá entonces de: 1) la magnitud y naturaleza de los riesgos a perturbaciones internas y externas y, 2) de su capacidad de adaptación y la de sus componentes para construir resiliencia a través del fomento de la combinación natural y estratégica de mecanismos de regulación o de acciones específicas de intervención, como los ajustes que hacen los agricultores para reducir los riesgos.

Por lo tanto, cuando se habla de capacidad adaptativa de los agricultores, se hace referencia a la combinación de un cúmulo de reservas individuales o colectivas de capital natural y humano que ellos tienen y que incluye cualidades como conocimiento tradicional, destrezas y habilidades generales, y niveles de organización social (Altieri y Nicholls, 2009). Por ello, el diseño de sistemas agropecuarios con bases agroecológicas permite:

1. La integración de los recursos locales.
2. La incorporación del conocimiento ancestral asociado al actual.
3. La disminución de las externalidades negativas.
4. La búsqueda de la armonía a través de las relaciones humanas con la naturaleza.

En donde los sistemas agroecológicos con posibilidades de resiliencia, se basan en la aplicación de diversos principios (Reinjtes et al., 1992), entre ellos:

- Aumento del reciclado de biomasa, optimización de la disponibilidad y flujo balanceado de nutrientes.
- Aseguramiento de las condiciones favorables del suelo para el crecimiento de las plantas; particularmente, a través del manejo de la materia orgánica y aumento de la actividad biótica del suelo.

- Aumento de la eficiencia del sistema debido al flujo de la radiación solar, el aire y el agua mediante el manejo del microclima, cosecha de agua y manejo de suelo a través del aumento de la cobertura.
- Diversificación específica y genética de los agroecosistemas en tiempo y espacio.
- Incremento de las interacciones biológicas y de las sinergias entre los componentes de la biodiversidad al promover procesos y servicios ecológicos claves del sistema.

En este contexto, la agroforestería permite incrementar los servicios ambientales como fue expuesto por Shibu (2009), quien describe estos beneficios a diferente escala tanto para la granja/productor, como a nivel paisaje/regional o global (Cuadro 1).

Por ello, se asume que la agroforestería pecuaria permite la adaptación y mitigación al cambio climático en donde, además de los atributos señalados por Shibu (2009), se considera que:

1. A escala de sistemas de producción (granja/productor)

Existe bajo uso de insumos externos, implicando el conocimiento y promoción del uso de recursos locales.

Busca el mejoramiento de la alimentación de los animales a través del aprovechamiento de dichos recursos locales, en particular de los recursos arbóreos y arbustivos.

Promueve una producción limpia o ganadería orgánica.

Mejora el desarrollo de un microambiente para el ganado, el pasto y el suelo.

Busca evitar la degradación de las pasturas.

Impide la erosión.

2. A escala de paisaje

Evita la deforestación.

Incrementa la reforestación.

Favorece los ciclos hídricos.

3. A escala de ambiente

Reduce y captura el CO₂, CH₄ y N₂O.

Mitigación al cambio climático en la ganadería

Es la acción de disminuir el impacto de un fenómeno. En el caso de la ganadería sería la restricción de la intensidad de las concentraciones de GEI, ya sea mediante la reducción de sus fuentes o aumentando su almacenamiento para minimizar los efectos potenciales del calentamiento global.

Estrategias generales de mitigación de GEI

Por ello, es importante identificar la cadena causal del deterioro del ambiente desde su origen, lo que facilita su análisis y posibilita proponer intervenciones. La reciente revisión de Bonilla y Lemus (2012) sobre la emisión de metano entérico por rumiantes permite

tener una visión de las propuestas que existen sobre la mitigación de las emisiones de GEI, en particular aquella de la manipulación dietética-nutricional por su potencialidad, simplicidad y factibilidad.

También la FAO mostró, sobre el mismo tema, diferentes estrategias de mitigación de GEI diferentes al CO₂, desde la perspectiva de la fermentación entérica, la gestión del estiércol y la crianza de los animales. Estas consideran el uso de aditivos alimenticios, de estrategias de alimentación, de manejo de los animales y de su manejo reproductivo (Gerber et al. 2013).

De las estrategias señaladas por Gerber et al. (2013) se indican aquellas que desde un enfoque silvopastoril pudieran ser implementadas en nuestras condiciones y que varias de ellas tienen aplicabilidad en todas las regiones productivas del mundo. Cabe señalar que no se evidencia información elaborada para las zonas tropicales, áridas y semiáridas; los datos analizados enfatizan los resultados obtenidos para las regiones templadas (Cuadro 2), por ello, se anotan aquellas estrategias con potencial de realizarse en nuestro ambiente.

Dentro de las prácticas de mitigación de metano entérico que pueden asociarse a los sistemas silvopastoriles se encuentran el balanceo de proteína dietaria, la inclusión de lípidos dietéticos, la inclusión de concentrados basados en los precios del mercado, la gestión de pastoreo, la suplementación o complementación estratégica de piensos de baja calidad y la alimentación de precisión.

Por otra parte, estos mismos autores plantearon diferentes estrategias desde el punto de vista del manejo de los animales para lograr la mitigación de los GEI diferentes al CO₂ (Gerber et al. 2013). Las categorías elegidas fueron seleccionadas con base en los impactos potenciales que pueden tener en México y en particular su aplicación en los sistemas silvopastoriles (Cuadro 3).

En cuanto a los sistemas silvopastoriles y el manejo reproductivo de los animales para la mitigación de los gases de efecto invernadero diferentes al CO₂ se pueden considerar los siguientes retos; a) el mejoramiento de la vida productiva de los animales desde la pubertad y el destete en forma precoz, b) la reducción de la estacionalidad, a través de la disminución del periodo seco, c) el incremento en el consumo de materia seca, d) el aporte de lípidos dietéticos, todos ellos con una eficacia relativa media, la cual considera una mejora de 1 a 5% de aumento en la tasa de preñez, con un aporte de insumos moderados basados en algunas mejoras en la infraestructura, los recursos y la capacitación; y desde la reducción del estrés calórico, se espera una eficacia relativa alta pues se busca obtener aumentos de 5% en la tasa de preñez con aporte de insumos moderados.

Sistemas silvopastoriles como estrategia de adaptación y mitigación al cambio climático

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son considerados como sistemas plásticos que se adaptan por la capacidad que tienen de modificar su estructura, ajustándose a nuevas finalidades u objetivos. La plasticidad se comprende como la facultad de adoptar formas y la capacidad de cambiarlas. En ese sentido, los SSP pueden dar respuesta a las modificaciones actuales y a las limitaciones del medio con alta capacidad resiliente, como fue discutido por Nahed et al. (2014). Además, es posible que sean utilizados para diferentes estrategias que permitan la mitigación de los GEI mediante múltiples mecanismos que combinen diseño, densidad, biodiversidad, entre otros factores con impactos favorables en el ambiente. En el Cuadro 4 se resumen las características económicas, sociales y ambientales obtenidas en los sistemas productivos que usan SSP (Anguiano et al. 2012; Ávila-Foucat y Revollo-Fernández, 2014; González, 2013; Palma, Ruiz y Jordán, 2000).

En este sentido, Altieri y Nicholls (2009) plantean desde la perspectiva de los campesinos algunas de las estrategias que se pueden implementar, con sus impactos y respuestas ante el cambio climático (Cuadro 5).

Los SSP están relacionados con funciones para la adaptación al cambio climático, como fuente de recursos alimenticios en periodos de sequías prolongadas y por la sombra para mitigar el efecto de altas temperaturas.

En términos ecológicos, cuando se incorporan los árboles en los sistemas ganaderos se reduce la escorrentía superficial (Ríos et al. 2007), se incrementa la biodiversidad (Sáenz et al. 2007; Palma y Anguiano, 2015) y se logra un mayor secuestro de carbono (Ibrahim et al. 2007; Anguiano et al. 2013) que en pasturas degradadas o sin árboles (Arias-Giraldo et al. 2009; Miranda et al. 2007). En los SSP, la presencia de los árboles contribuye al mejoramiento de la fertilidad del suelo por medio del reciclaje de nutrientes (Palma y Anguiano, 2015).

Sistemas silvopastoriles y adaptación al cambio climático

Entre las cualidades para la adaptación al cambio climático que se pueden implementar con los SSP se encuentran:

- Sombra, que permite disminuir el estrés calórico determinado por la presencia del árbol dentro del sistema.
- Un ambiente de bienestar dado que disminuye las interacciones agonísticas.

Debido a que en los SSP se crea un microambiente (Navas, 2010) que favorece el bienestar de los animales basados tanto en la disponibilidad de forraje de calidad y en la disminución de los efectos ambientales adversos por la sombra debido a la cobertura arbórea (Betancourt et al. 2003), se asumen efectos positivos del sistema sobre la reproducción entre ellos la reducción de la pubertad, la regularidad en el ciclo estral, la mejora de la libido en los sementales y la calidad de semen, el aumento en la tasa de concepción y la reducción de pérdidas embrionarias (Pérez-Hernández y Díaz-Rivera, 2008).

Sistemas silvopastoriles como estrategia de mitigación al cambio climático

Entre las estrategias para mitigar las emisiones de CH₄ se proponen: la reducción del número de animales rumiantes, el aumento del número de animales no rumiantes, la manipulación genética de los microorganismos ruminales metanogénicos, el desarrollo de razas menos metanogénicas y la manipulación dietética-nutricional, entre otras.

Desde el punto de vista de reducir la metanogénesis, los planteamientos se dividen en: 1) disminución de CH₄ en el rumen indirectamente a través de la defaunación, estimulación de la fermentación propiónica, menor oferta de carbohidratos estructurales e incremento de carbohidratos de fácil fermentación en la dieta; 2) uso de productos que inhiben directamente a las bacterias metanogénicas: vacunas, extractos de plantas, ionóforos, antibióticos específicos, bacteriófagos y bacteriocinasas y 3) propuestas de vías alternas para la utilización del H⁺ producido en rumen, con el objetivo de limitar la producción de CH₄, entre ellos adición de ácidos orgánicos precursores del propionato y bacterias acetogénicas que pueden usar H⁺ y CO₂ en la producción de acetato (Rodríguez, 2009).

La manipulación nutricional para suprimir la metanogénesis incluye uso de forrajes de alta calidad, alta proporción de granos en la dieta, uso de aditivos (compuestos químicos, ácidos orgánicos, ionóforos, probióticos), dietas ricas en ácidos grasos insaturados, adición de acetógenos, de bacteriocinasas, de virus vs Archaea, y de extractos vegetales (aceites esenciales, taninos), modificación de las prácticas de alimentación y suplementación a dietas basadas en pajas.

El aumento de la digestibilidad del forraje y del consumo de forraje digestible generalmente reducirá las emisiones de GEI provenientes de la fermentación ruminal (y del estiércol almacenado), cuando se miden en relación con la unidad de producto animal; por lo tanto, estas son prácticas de reducción altamente recomendables.

En cuanto al efecto de los taninos para la reducción de CH₄ entérico es posible que se pueda comprometer la ingestión de los alimentos y la producción de leche. Además, se deben considerar las características agronómicas de los forrajes taníferos cuando se proponga su uso en las opciones de reducción de los GEI.

El uso de las leguminosas en la dieta, en particular en condiciones de pastoreo asociado a gramíneas tropicales, permite mejorar la digestibilidad de la dieta. Sin embargo, se debe considerar el impacto del N_2O en el sistema; cabe aclarar que el incremento de la macrofauna utilizaría este aparente exceso de nitrógeno. Las leguminosas tropicales también tienen efecto reductor de la metanogénesis, por ejemplo, la *Leucaena leucocephala* con un nivel de inclusión en la dieta de 25% asociada a pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) redujo la población de bacterias metanogénicas respecto al testigo (13.98 vs 40.22×10^7 UFC ml^{-1}) sin comprometer la población total de bacterias celulolíticas (Galindo et al. 2008).

Por otro lado, al combinar la levadura y una leguminosa (*L. leucocephala*) en la dieta, se encontró una disminución del 12.3% en la emisión de CH_4 , al incluir solamente *S. cerevisiae*, y de 17.2% cuando se ofreció la levadura más 20% de *L. leucocephala* (Aparecida et al. 2008)

De igual forma, Delgado et al. (2012) evaluaron un grupo numeroso de follajes tropicales con efectos antimetanogénicos *in vitro*, con resultados alentadores, aunque su implementación *in vivo* es una tarea en construcción. Dentro de las especies con este efecto promisorio en niveles de inclusión de 25% asociada a pastos tropicales sobresalen *Samanea saman*, *Albizia lebbeck*, *Tithonia diversifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Trichantera gigantea*, *Sapindus saponaria* y *Morus alba*.

Por otro lado, Delgado et al. (2007) sugieren que la mezcla de gramíneas con un 25% de leguminosas como *Pennisetum purpureum*, *Trichantera gigantea* y *Morus alba* mejoran el uso de la energía en los rumiantes y reducen la producción de metano entre 31 y 27%.

Asimismo, Molina et al. (2013) en experimentos *in vitro* e *in vivo* demostraron que la inclusión de *Leucaena leucocephala* en dietas con base de gramíneas puede reducir la emisión de metano en bovinos hasta un 8%. Rodríguez et al. (2013) evaluaron el efecto de extractos crudos vegetales de tres especies arbóreas (*Sambucus nigra*, *Tithonia diversifolia* y *Morus alba*) sobre la emisión de metano y encontraron que niveles de inclusión entre 100 y 500 ppm permitieron reducir las emisiones >20%, convirtiéndose en una alternativa viable para ser usados como aditivos en dietas para rumiantes.

Asimismo, resalta el trabajo de Hess et al. (2003) quienes incorporan frutos de arbóreas, en particular de *Sapindus saponaria*, y lograron una reducción en la producción de metano tanto en líquido ruminal normal como defaunado en 14 y 29% respectivamente; con ello se demostró que el efecto no depende totalmente de la reducción del conteo de protozoarios.

Prácticas de mitigación en la crianza del ganado

El aumento de la productividad animal puede ser una estrategia eficaz para la reducción de las emisiones de los GEI por unidad de producto animal. Al respecto, la suplementación puede ser una opción importante cuando se utilizan activadores ruminales (Palma, 2011),

los cuales, inclusive, pueden incorporar follaje o frutos de árboles en la elaboración de dichos suplementos o en las dietas (Palma y Anguiano, 2013).

La reducción de la edad para el sacrificio del ganado bovino y del número de días que los animales se alimentan en los corrales de engorde mediante mejoras en la alimentación y en la genética (Palma, 2014) pueden tener un impacto significativo en las emisiones de los GEI provenientes de los sistemas de producción de carne a partir de bovinos o de otros animales.

Adicionalmente, algunos análisis basados en el ACV han mostrado que la carne producida a partir de cereales tiene un impacto ambiental menor que aquella que es producida en los sistemas de alimentación en pastizales (Crosson et al. 2011; O'Mara, 2011) y que la mayor cantidad de emisiones de los GEI en un sistema de producción de carne (alrededor del 80% del total) ocurre en la fase de lactancia, donde las vacas y sus terneros están consumiendo predominantemente dietas basadas en forrajes (Beauchemin et al. 2011). Resultados análogos se pueden extraer para la industria de la leche (Hagemann et al. 2011). Estos análisis, sin embargo, no siempre tienen en cuenta todos los insumos y productos, y las conclusiones con frecuencia dependen de los supuestos proyectados en el ACV.

Avances de la Agroforestería Pecuaria en México (APM) ante el cambio climático

De las emisiones de GEI reportadas para 2013 en México se considera un total de 665 304 Gg, de los cuales, por categoría, se representa 61.2% en energía, 4.6% en desechos, 4.9% en uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura (USCUSS), en procesos industriales 17.3% y en agricultura 12.0%. Respecto a las emisiones por tipo de gas, se considera 75.1%, 19.0%, 4.5% y 1.4% para CO₂, CH₄, N₂O y otros, respectivamente. Según corresponde a la categoría agricultura, las emisiones se consideraron para el mismo año en 79 789.4 Gg. Dichas emisiones, por tipo de gas, fueron: fermentación entérica 63.8%, suelos agrícolas 16.6%, manejo de estiércol 17.1%, cultivo de arroz 0.2% y quema *in situ* de residuos agrícolas 1.6% (Saynes et al. 2016). Estos autores señalan que el enfoque de mitigación del sector agropecuario en México se debe orientar a la reducción de emisiones de la actividad ganadera, del manejo de los suelos agrícolas y del estiércol.

Riqueza arbórea para el desarrollo de la APM

Una característica de México es su biodiversidad y dentro de ella su riqueza arbórea que permite el desarrollo de la APM con opciones múltiples e innovadoras.

En una revisión reciente (Palma, 2011) sobre el uso de los árboles en los sistemas silvopastoriles en México, se muestra la gran diversidad de sistemas generados en nuestras

condiciones y la diversidad de especies utilizadas, dada su riqueza arbórea asociada a la diversidad de regiones agroecológicas, en particular en el área tropical.

Cabe señalar que esta riqueza arbórea es poco valorada en nuestras condiciones productivas, pues a pesar de los múltiples usos que desempeñan los árboles en dichos sistemas, es recurrente encontrar dos paradigmas entre los productores. El primero se asocia con “¿para qué sembrar árboles, dado que en mi rancho existen?”, el enfoque es eliminarlos para que los animales tengan una área mayor de producción de pasto; el segundo se relaciona con “¿cuáles árboles conozco?” dado que puede referir la existencia y conocimiento de un número importante de especies de la localidad, pero el uso y manejo es limitado. Esto conlleva a la necesidad del desarrollo de ecotecnias con nuevos enfoques tanto de diseños espaciales y temporales en los ranchos ganaderos como con las especies arbóreas nativas.

En algunas bibliografías se estudia a fondo la riqueza arbórea en el área tropical de México (Palma, 2005; Pinto et al. 2004; Román y Palma, 2007; Román et al. 2016). Lo que evidencia la enorme disponibilidad de recursos con uso potencial para el desarrollo de sistemas silvopastoriles (Palma, 2005; Ramírez-Avilés y Delgado-Gómez, 2011) por lo que, juegan un papel importante en las propuestas de mitigación. Se puede mencionar, por ejemplo, cómo la siembra de alta densidad incrementa la fijación de carbono (Anguiano et al. 2013), el reciclaje de nutrientes (Anguiano, 2012), el fomento de la macrofauna edáfica (Palma y Anguiano, 2015); o el uso de follaje y de frutos con actividad antimetabólica (Ku-Vera et al. 2016) para incrementar la digestibilidad de las raciones (Román et al. 2008).

Secuestro de carbono

Es conocido que el C⁺ en los sistemas forestales y agroforestales se acumula en cuatro componentes: biomasa arriba del suelo, hojarasca, sistemas radiculares y carbono orgánico del suelo; sin embargo, el almacén de carbono con mayor permanencia se da en la biomasa leñosa (Snowdon et al. 2001).

En el trabajo de Anguiano et al. (2013) se apunta en esa dirección. Fueron investigados sistemas silvopastoriles desarrollados en Colima, México, como el SSP de alta densidad de *Leucaena leucocephala* asociado a cocotero y pasto *Pennisetum purpureum* var. Cuba CT 115. En secuestro de carbono se obtuvieron 101.19, 109.73, 122.00 y 128.62 t C⁺ha⁻¹año⁻¹ para los sistemas con 0, 40, 60 y 80 mil plantas de leucaena ha⁻¹, respectivamente, el componente arbóreo en los diferentes tratamientos estudiados aportó del 85 hasta el 98% del C⁺ fijado y tuvo un incremento lineal asociado a la mayor densidad de siembra de *L. leucocephala*.

Los resultados anteriores fueron menores a lo descrito para el bosque caducifolio en Huatusco, Veracruz, México, en donde se obtuvieron 268.38 t C⁺ha⁻¹ en la biomasa aérea; estos valores se pueden atribuir a los componentes del bosque, aunado a su desarrollo dasométrico en los árboles (Torres-Rivera et al. 2011). Por otro lado, estos mismos auto-

res indicaron valores de 2.86 y 1.78 t C⁺ha⁻¹ para el sistema silvopastoril con baja densidad del componente arbóreo y el potrero convencional, respectivamente. Además en este estudio se aborda el C⁺ presente en la hojarasca y el suelo.

Por otra parte, Solorio et al. (2011) demostraron, para el área de Michoacán, en sistemas tradicionales pasto estrella (*C. plectostachyus*) en monocultivo con valores de 120 t C⁺ha⁻¹ comparado con 220 t C⁺ha⁻¹ en sistema silvopastoril intensivo (*L. leucocephala*/*P. maximum*).

Callo-Concha, Rajagopal y Krishnamurty (2004), estimaron la acumulación de carbono en la biomasa aérea de algunos sistemas productivos en Veracruz, México, durante un ciclo de producción. Los sistemas utilizados fueron: 1) cítricos asociados con plátano; 2) cítricos asociados con café; 3) cítricos asociados con café y plátano; 4) cítricos con pastoreo de borregos; 5) cítricos asociados con cultivos de cobertura y 6) pastura en monocultivo. Los resultados sugieren que los cítricos contribuyen entre el 65 y el 88% del carbono arbóreo. Asimismo, el mayor aporte de carbono total lo genera la biomasa arbórea. En cuatro de los cinco SAF evaluados, su aporte varía entre 95.7 y 97.8%. El sistema basado en cítricos y borregos pelibuey, tuvo la mayor acumulación de carbono con 63.4 a 94.7 t·ha⁻¹ y el de menor fue de pastura con 1.4 a 2.1 t·ha⁻¹.

En todos los casos, resalta la importancia del árbol en los sistemas ganaderos, lo que motiva que deban implementarse estos sistemas.

Mitigación de metano entérico

En una reciente revisión sobre el estado del arte en cuanto a emisión de metano entérico para Latinoamérica, Benaouda, González-Ronquillo, Molina, y Castelán-Ortega (2017) señalaron que, en el caso de México, la estimación de los factores de emisión y los inventarios son limitados y recientes.

Resaltan los trabajos encabezados por Ku-Vera et al. (2016) y Castelán-Ortega et al. (2014), quienes son pioneros en México respecto a la cuantificación en gas metano en cámaras respiratorias. Los primeros autores utilizan forrajes y frutos tropicales; los segundos trabajan con follaje de zonas templadas, mayoritariamente, además de inventariar los gases de efecto invernadero para rumiantes en México.

En el capítulo dedicado por Solorio et al. (2011), los autores señalaron una disminución de la emisión de metano comparando sistemas tradicionales pasto estrella (*C. plectostachyus*) en monocultivo con valores de emisión de CH₄ (85 kg animal⁻¹año⁻¹) contra 68 en sistema silvopastoril intensivo (*L. leucocephala* / *P. maximum*).

Fundamentalmente el enfoque de mitigación de metano entérico se centra en identificar follaje de arbóreas con metabolitos secundarios que sean ricos en taninos, en particular condensados o en saponinas. Diferentes publicaciones ya han investigado el fenómeno en el caso de Latinoamérica (Delgado et al. 2012; Ku-Vera et al. 2016; Piñeiro-Vázquez et al. 2015).

Retos de la APM ante el cambio climático

La propuesta del fomento de los árboles en predios ganaderos con diferentes arreglos espaciales y diversidad de especies sigue siendo una cuenta pendiente en la ganadería de México, puesto que a nivel de sistema productivo (finca/productor) es necesario que el productor valore las especies locales, ya que ni les dan el peso necesario en sus sistemas de producción ni aprovechan la posibilidad de fomentar diferentes estrategias que permitan un impacto económico y ambiental positivo. En las condiciones más óptimas, estaría asociado a una política que promueva la presencia del árbol para múltiples usos más allá del puro aspecto forestal y que se impulse el arbolado en predios ganaderos sin que se castigue al productor cuando tenga que hacer uso de ellos.

Aunado a incrementar el uso de *Leucaena leucocephala* en la ganadería tropical (Palma et al. 2000; Flores y Solorio, 2010), es necesario el desarrollo de nuevos diseños, arreglos y mezclas de árboles con múltiples usos en estos sistemas.

Asimismo, se propondría la valoración de los frutos de árboles nativos que permitan diversificación en las actividades productivas y sean una alternativa económica a los productores locales como un ingreso adicional a la ganadería (Palma y Román, 2003).

El reto es que los sistemas silvopastoriles intensivos, para que socialmente sean reconocidos y se logren los impactos de adaptación y mitigación al cambio climático que se busca, deben ser abordados en los sistemas productivos como una estrategia medular que le permita al productor un margen económico importante. Indudablemente que la capacitación en diferentes niveles (productivo, académico y de autoridades relacionadas con el sector) es una de las herramientas esenciales en la implementación de la agroforestería pecuaria en México.

Conclusiones

La APM tiene tecnologías con amplio potencial para la generación de estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático. Sin embargo, los trabajos son limitados y recientes, aunque con un alto potencial de implementación que deben ser acompañados con educación y capacitación en todos los niveles para tener un impacto local, estatal y nacional. Las bondades de los sistemas silvopastoriles intensivos están permitiendo que investigadores de diferentes instituciones de México se incorporen a su estudio y su relación con las emisiones de GEI, la biodiversidad, la soberanía alimentaria, la sustentabilidad y la mitigación al cambio climático. Existen avances importantes de evaluaciones a nivel experimental y observacional en campo.

Bibliografía

- Altieri, M., y Nicholls, C. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA revista de Agroecología*. Marzo, 5-8. Consultado el 20 septiembre 2017. Recuperado de <https://socla.co/wp-content/uploads/2014/leisa-campesino-cambio-climatico.pdf>
- Anguiano, J. M. (2012). *Alta densidad de siembra de Leucaena leucocephala en la intensificación del sistema silvopastoril cocotero-leguminosa-pasto*. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Anguiano, J. M., Aguirre, J., y Palma, J. M. (2012). Establecimiento de *Leucaena leucocephala* con alta densidad de siembra bajo cocotero (*Cocos nucifera*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46(1), 103-107.
- Anguiano, J. M., Aguirre, J., y Palma, J. M. (2013). Secuestro de carbono en la biomasa aérea de un sistema agrosilvopastoril de *Cocos nucifera*, *Leucaena leucocephala* var. Cunningham y *Pennisetum purpureum* Cuba CT-115. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(1), 149-160.
- Aparecida, P. R., Franzolin, R., Aparecida, S. E., Assumpção de Abreu, D. J. J., Shiraishi, F. R. T., y Aparecida de Lima, M. (2008). Efeitos de dietas contendo *Leucaena leucocephala* e *Sacharomyces cerevisiae* sobre a fermentação ruminal e a emissão de gás metano em bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(8), 1509-1516.
- Arias-Giraldo, L. M., Camargo, J. C., Dossman, M. A., Echeverry, M. A., Rodríguez, J. A., Molina, C. H., Molina, E. J., y Melo, I. D. (2009). Estimación de biomasa aérea y desarrollo de modelos alométricos para *Leucaena leucocephala* en sistemas silvopastoriles de alta densidad en el valle del Cauca, Colombia. *Revista Recursos Naturales y Ambiente*, 58(32), 39.
- Ávila-Foucat, S., y Revollo-Fernández, D. A. (2014). Análisis financiero y percepción de los servicios ambientales de un sistema silvopastoril: un estudio de caso en los Tuxtlas, México. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 22, 17-33
- Beauchemin, K. A., Janzen, H. H., Little, S. M., McAllister, T. A., y McGinn, S. M. (2011). Mitigation of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada - Evaluation using farm-based life cycle assessment. *Animal Feed Science and Technology*, (166-167), 663-677.
- Benaouda, M., González-Ronquillo, M., Molina, L., y Castelán-Ortega, O. (2017). Estado de la investigación sobre emisiones de metano entérico y estrategias de mitigación en América Latina. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(4), 965-974.
- Betancourt, K., Ibrahim, M., Harve, C. A., y Vargas, B. (2003). Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 39(19), 47-51.
- Bonilla, J., y Lemus, C. (2012). Emisión de metano entérico por ruminantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. Revisión. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias*, 3(2), 215-246.
- Castelán-Ortega, O. A., Ku-Vera, J. C., y Estrada-Flores, J. (2014). Modeling methane emissions and methane inventories for cattle production systems in Mexico. *Atmósfera*, 27(2), 185-191.
- Callo-Concha, D., Rajagopal, I., y Krishnamurthy, L. (2004). Secuestro de carbono por sistemas agroforestales en Veracruz. *Ciencia UANL*, 7(2), 60-65.
- Crosson, P., Shalloo, L., O'Brien, D., Lanigan, G. J., Foley, P. A., Boland, T. M., y Kenny, D. A. (2011). A review of whole farm systems models of greenhouse gas emissions from beef and dairy cattle production systems. *Animal Feed Science and Technology*, 166-167, 29-45.
- Delgado, D., González, R., Galindo, J., Almeida, C., y Almeida, M. (2007). Potencialidad de *Trichantera gigantea* y *Morus alba* para reducir la producción ruminal de metano *in vitro*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 41(4), 339-342.
- Delgado, D., Galindo, J., González, R., González, N., Scull, I., Dihigo, L., Cairo, J., Aldama, A., y Moreira, O. (2012). Feeding of tropical trees and shrub foliages as a strategy to reduce ruminal methanogenesis: studies conducted in Cuba. *Tropical Animal Health Production*, 44, 1097-1104.
- Esquivel, G. (2015). *Desigualdad Extrema en México - Concentración del Poder Económico y Político*. México: OXFAM.
- Flores, M. X., y Solorio, B. (2010). Gestión del conocimiento para el desarrollo y fomento de los Sistemas Silvopastoriles Intensivos para una ganadería sustentable en el Trópico

- de México. En J. M. Pérez (Presidencia), *VI Congreso Internacional Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible*, Panamá, Panamá.
- Galindo, J., González, N., Delgado, D., Sosa, A., Marrero, Y., González, R., Aldana, A. I., y Moreira, O. (2008). Efecto modulador de *Leucaena leucocephala* sobre la microbiota ruminal. *Zootecnia Tropical*, 26(3), 249-252.
- Gerber, P., Henderson, B., y Makkar, H. (2013). *Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera - Una revisión de las opciones técnicas para la reducción de las emisiones de gases diferentes al CO₂*. Roma: FAO.
- González, J. M. (2013). Costos y beneficios de un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), con base en *Leucaena leucocephala* (Estudio de caso en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán, México). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3), 35-50.
- Hagemann, M., Hemme, T., Ndambi, A., Alqaisi, O., y Sultana, M. N. (2011). Benchmarking of greenhouse gas emissions of bovine milk production systems for 38 countries. *Animal Feed Science and Technology*, 166-167, 46-58.
- Hess, H. D., Kreuzer, M., Díaz, T. E., Lascano, C. E., Carulla, J. E., Soliva, C. R., y Machmüller, A. (2003). Saponin rich tropical fruits affect fermentation and methanogenesis in faunated and defaunated rumen fluid. *Animal Feed Science and Technology*, 109, 79-94.
- Ibrahim, M., Chacón, M., Cuartas, C., Naranjo, J., Ponce, G., Vega, P., Casasola, F., y Rojas, J. (2007). Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa aérea en sistemas de uso de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 45, 27-36.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2014). Summary for Policymakers. En *Climate Change 2014, Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Recuperado de <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>
- Ku-Vera, J. C., Piñero Vázquez, A. T., Canul Solís, J. R., Albores Moreno, S., González Muñoz, J. C., Lazos Balbuena, F., Ayala Burgos, A. J., Aguilar Pérez, C. F., y Solorio Sánchez, F. J. (2016). Mitigación de las emisiones de metano entérico en rumiantes alimentados con follaje y frutos de árboles y arbustos tropicales. En A. Lara (Presidencia), *VIII Reunión nacional sobre sistemas agro y silvopastoriles*. Chapingo, Estado de México.
- Miranda, T., Machado, R., Machado, H., y Duquesne, P. (2007). Carbono secuestrado en ecosistemas agropecuarios cubanos y su valoración económica. Estudio de caso. *Pastos y Forrajes*, 30(4), 483-491.
- Molina, C. I., Angarita, E., y Mayorga, O. L. (2013). Evaluación *in vitro* e *in vivo* del efecto de la inclusión de *Leucaena leucocephala* sobre la producción de metano de dietas para bovinos basadas en gramíneas tropicales. En Encuentro Nacional de Investigadores de las Ciencias Pecuarias –ENICIP (Presidencia), *Memorias XII Encuentro Nacional y V Internacional de los Investigadores de las Ciencias Pecuarias ENICIP*, Medellín.
- Nahed, J., Palma, J. M., y González, E. (2014). La adaptación como atributo esencial en el fomento de sistemas agropecuarios resilientes ante las perturbaciones. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(3), 7-34.
- Navas, A. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria*, 19, 113-122.
- O'Mara, F. P. (2011). The significance of livestock as a contributor to global greenhouse gas emissions today and in the near future. *Animal Feed Science and Technology*, (166-167), 7-15.
- Palma, J. M. (2005). Los árboles en la ganadería tropical. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 9(1), 1-9.
- Palma, J. M. (2011). Sistemi agro-silvo-pastorali in America Septentrionali. En A. Pardini (ed.) *Sistemi Agro-Silvo-Pastorali nel Mondo*, (pp. 227-232). Roma: ARACNI.
- Palma, J. M. (2014). Escenarios de sistemas de producción de carne de bovino en México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(Suplemento 1), 53-62.
- Palma, J. M., y Anguiano, A. (2013). Sustitución de cal por fruto de *Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd en suplementos activadores ruminales para ovinos. En M. T. Planas (Presidencia), *XXIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal*, La Habana, Cuba.
- Palma, J. M., y Anguiano, J. M. (2015). Sistemas silvopastoriles en el mejoramiento de los sistemas de producción bovina en ganadería de doble propósito en México. En R. Núñez-Domínguez, R. Ramírez-Valverde, S.

- Fernández-Rivera, O. Araujo Febres, M. García-Winder y T. E. Díaz-Muñoz (eds.). *La Ganadería en América Latina y el Caribe - alternativas para la producción competitiva e incluyente de alimentos de origen animal*, (pp. 375-390). Jalisco: Colegio de Posgraduados.
- Palma, J. M., y Román, L. (2003). Frutos de especies arbóreas leguminosas y no leguminosas para alimentación de rumiantes. En M. D. Sánchez y M. Rosales (eds.). *Agroforestería para la Producción Animal en América Latina II*, (pp. 271-309). Roma: FAO.
- Palma, J. M., Ruiz, T. E., y Jordán, H. (2000). *Bancos de proteína con Leucaena leucocephala. Una experiencia de transferencia de tecnología en sistemas silvopastoriles en México*. Colima: Editorial Agrosystems Editing.
- Pérez-Hernández, P., y Díaz-Rivera, P. (2008). Ganadería bovina de doble propósito: problemática y perspectivas hacia un desarrollo sustentable. En C. González-Stagnaro, N. Madrid-Bury y E. Soto-Belloso (eds.). *Desarrollo Sostenible de Ganadería Doble Propósito*, (pp. 58-69). Maracaibo: Ediciones Astro Data.
- Pinto, R., Gómez, H., Martínez, B., Hernández, A., Medina, F., Ortega, L., y Ramírez, L. (2004). Especies forrajeras utilizadas bajo silvopastoreo en el centro de Chiapas. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 8(2), 53-67.
- Piñero-Vázquez, A. T., Canul-Solís, J. R., Alayón-Gamboa, J. A., Chay-Canul, A. J., Ayala-Burgosa, A. J., Aguilar-Pérez, C. F., Solorio-Sánchez, F. J., y Ku-Vera, J. C. (2015). Potential of condensed tannins for the reduction of emissions of enteric methane and their effect on ruminant productivity. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 47, 263-272.
- Ramírez-Avilés, L., y Delgado-Gómez, H. (2011). Manejo y potencialidad de los sistemas silvopastoriles en la Ganadería de Doble Propósito. (Sección 3 Recursos Forestales, Capítulo XXVIII). En C. González-Stagnaro, N. Madrid-Bury y E. Soto Belloso (eds.). *Innovación y tecnología en la ganadería de doble propósito*, (pp. 267-276). Maracaibo: Astro Data.
- Reinjtes, C., Haverkort, B., y Waters-Bayer, A. (1992). *Farming for the future*. Londres: MacMillan.
- Ríos, N., Cárdenas, A., Andradre, H., Ibrahim, M., Jiménez, F., Sancho, F., Ramírez, E., Reyes, B., y Woo, A. (2007). Estimación de la escorrentía superficial e infiltración en sistemas de ganadería convencional y en sistemas silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 45, 66-71.
- Rodríguez, J. A. (2009). *Aislamiento y caracterización in vitro de una bacteria acetogénica ruminal*. Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados.
- Rodríguez, T. A., Mancipe, E. A., Mestra, L. I., Vásquez, D. R., Avellaneda, Y., Ariza, C. J., y Mayorga, O. L. (2013). Efecto de la adición de extractos crudos vegetales de *Sambucus nigra*, *Tithonia diversifolia* y *Morus alba* sobre la producción de gas total y metano bajo condiciones anaeróbicas in vitro. En Encuentro Nacional de Investigadores de las Ciencias Pecuarias –ENICIP (Presidencia), *Memorias XII Encuentro Nacional y V Internacional de los Investigadores de las Ciencias Pecuarias ENICIP*, Medellín, Colombia.
- Román, L., y Palma, J. M. (2007). Árboles y arbustos tropicales nativos productores de néctar y polen en el estado de Colima, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 11(3), 3-24.
- Román, L., Palma, J. M., Zorrilla, J. M., Mora, A., y Gallegos, A. (2008). Degradabilidad ruminal de la materia seca de la harina de fruto de guácima (*Guazuma ulmifolia*) con dietas de frutos de especies arbóreas. *Zootecnia tropical*, 26(3), 227-230.
- Román, L., Mora, A., y González, G. (2016). Sistemas agroforestales con especies de importancia maderable y no maderable, en el trópico seco de México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 20(2), 53-72.
- Sáenz, J. C., Villatoro, F., Ibrahim, M., Fajardo, D., y Pérez, M. (2007). Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. *Agroforestería en las Américas*, 45, 37-48.
- Saynes, V., Etchevers, J. D., Paz, F., y Alvarado, L. O. (2016). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México. *Terra Latinoamericana*, 34, 83-96.
- Shibu, J. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry Systems*, 76, 1-10.
- Solorio, F. J., Bacab, H. M., y Ramírez, A. L. (2011). Los sistemas silvopastoriles intensivos: avances de investigación en el valle de Tepalcatepec, Michoacán. En M. X. Flores (Presidencia), *Memorias del III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos*. Michoacán, México.

Snowdon, P., Raison, J., Keith, H., Montagu, K., Bi, K., Ritson, P., Grierson, P., Adams, M., Burrows, W., y Eamus, D. (2001). *Protocol for sampling tree and stand biomass. National Carbon Accounting System*. (Reporte técnico No. 31).

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., y De Haan, C. (2009). *La larga*

sombra del ganado - problemas ambientales y opciones. Roma: FAO.

Torres-Rivera, J. A., Espinoza, W., Krishnamurty, L., y Vázquez-Alarcón, A. (2011). Secuestro de carbono en potreros arbolados, potreros sin árboles y bosque caducifolio de Huatusco, Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13(3), 543-549.

Cuadro 1. Escala espacial de diferentes servicios ecosistémicos en sistemas agroforestales

Servicio ecosistémico	Escala espacial		
	Granja/productor	Paisaje región	Global
Producción neta primaria	*		
Control de plagas	*		
Polinización/dispersión de semillas	*		
Mejoramiento de suelo	*		
Estabilidad de suelo/control de erosión	*		
Calidad de agua	*	*	
Mejoramiento del drenaje	*	*	
Purificación de aire	*	*	
Secuestro de carbono	*	*	*
Biodiversidad	*	*	*
Paisajísticos/culturales	*	*	*

Fuente: Shibu (2009).

Cuadro 2. Aditivos alimenticios y estrategias de alimentación que ofrecen posibilidades de mitigación de los gases de efecto invernadero diferentes al CO₂ (Gerber et al. 2013)

Categoría ¹	Efecto potencial de mitigación CH ₄ ²	Efecto a largo plazo	Eficacia ³	Seguridad para ambiente o animal ⁴	Recomendada ⁵	Aplicabilidad en regiones ⁶
Aceptores de electrones Nitrato	Alto	No?	Sí	?	Sí?	Todas
Compuestos bioactivos Taninos condensados ⁷	Bajo	No?	Sí	Sí	Sí?	Todas
Defaunación	Bajo	No	?	Sí	No	No aplica
Lípidos	Medio	No?	Sí	Sí	Sí? ⁸	Todas
Inclusión de concentrados	Bajo a Medio	Sí	Sí	Sí	Sí? ⁹	Todas
Mejoramiento de la calidad y manejo del forraje	Bajo a Medio	Sí	Sí	Sí	Sí	Todas
Gestión del pastoreo	Bajo	Sí	Sí	Sí	Sí? ¹⁰	Todas
Procesamiento de alimentos de baja calidad						
Reducción del hato	Alto	Sí	Sí	Sí	Sí	Todas
Macro-complementación	Medio	Sí	Sí	Sí	Sí	Todas
Micro-complementación	No aplica	No	Sí?	Sí	Sí	Todas
Alimentación de precisión y análisis de alimentos	Bajo a Medio	Sí	Sí?	Sí	Sí ¹¹	Todas

¹ Las estrategias de mitigación en esta tabla son aplicables a todos los rumiantes.

² Alto = efecto de mitigación $\geq 30\%$; Medio = efecto de mitigación del 10 al 30%; Bajo = efecto de mitigación $\leq 10\%$. Los efectos de mitigación se refieren al porcentaje de cambio con respecto a una "práctica estándar", es decir, un estudio de control que se usó para la comparación y está basado en la combinación de datos de investigación y en el juicio de los autores de este documento.

³ La eficacia está determinada con base en: potencial de mitigación de GEI, efecto en el consumo de alimento (el efecto no negativo es benéfico) y efecto en la productividad animal (el efecto no negativo o el mejoramiento es benéfico).

⁴ Basado en datos de la EPA, FDS, o la opinión de expertos.

⁵ Con base en investigaciones disponibles o en la falta de suficiente investigación.

⁶ Regiones: Todas = todas las regiones; EU = Europa, AS = Asia, AF = África, NA = Norte América; SA = Sur América; OC = Oceanía.

⁷ Efectos nocivos cuando la PC en la dieta es marginal o inadecuada o cuando los taninos condensados son astringentes y en altas concentraciones, pero con adecuada PC en el alimento algunos taninos condensados pueden tener una amplia gama de beneficios.

⁸ Los lípidos generalmente son eficaces en la reducción de la producción de CH₄ entérico. Se recomiendan cuando su uso es viable económicamente (los subproductos ricos en aceite de la industria de los biocombustibles, por ejemplo). Se debe considerar su potencial efecto negativo en el consumo de alimento, en la digestibilidad de la fibra, en la función del rumen, en el contenido de grasa de la leche y en la productividad general del animal. La tasa de inclusión recomendada en dietas de rumiantes es del 6 al 7% (grasa total) de la MS de la dieta. Ante la falta de mecanismos que incentiven la reducción de las emisiones de CH₄ entérico, la viabilidad económica de complementar las dietas con lípidos comestibles es cuestionable.

⁹ Aunque es recomendada (reducción directa de las emisiones de CH₄ entérico o indirecta a través del aumento de la producción animal), la aplicación de esta práctica de mitigación dependerá en gran medida de la disponibilidad de piensos.

¹⁰ Resultados no muy consistentes, pero recomendada con base en que un mejoramiento de la calidad de los pastos debe reducir las emisiones de CH₄ por unidad de consumo de alimento y de producto animal.

¹¹ Incluso si el efecto directo de mitigación del CH₄ es incierto, la alimentación de precisión/balanceada y el análisis preciso de los alimentos posiblemente aumentarán la productividad animal y la eficiencia alimenticia y mejorarán la rentabilidad de la granja (de esta manera se tiene un efecto de mitigación indirecto en las emisiones de CH₄ y de N₂O entéricas y del estiércol).

Cuadro 3. Estrategias de manejo de los animales que ofrecen oportunidades de mitigación de los gases de efecto invernadero diferentes al CO₂ (Gerber et al. 2013)

Categoría ¹	Especies ¹	Efecto en la productividad	Efecto potencial de mitigación CH ₄ ²	Efecto potencial de mitigación de N ₂ O ²	Eficacia ³	Recomenda-da ⁴	Aplicabilidad en regiones ⁵
Incremento en productividad	TE	Aumento	Alto ⁶	Alto ⁶	Sí	Sí	Todas
Sanidad animal	TE	Aumento	Bajo?	?	Sí	Sí	Todas
Reducción de mortalidad	TE	Aumento	Bajo?	Bajo?	Sí	No	Todas
Reducción de edad al sacrificio y reducción de los días de alimentación	TE ⁷	Ninguno	Medio	Medio	Sí	Sí	Todas

?: indica incertidumbre debido a la investigación limitada o a la falta de datos, resultados inconsistentes o variables, o ausencia o insuficiencia de datos sobre la persistencia del efecto.

¹ BL = bovinos de leche; BC = bovinos de carne (bovinos incluyen *Bos taurus* y *Bos indicus*); CE = cerdos; TE = todas las especies.

² Alto = efecto de mitigación $\geq 30\%$; Medio = efecto de mitigación del 10 al 30%; Bajo = efecto de mitigación $\leq 10\%$. Los efectos de mitigación se refieren al porcentaje de cambio con respecto a una "práctica estándar", es decir, un estudio de control que se usó para comparación y está basado en la combinación de datos de investigación y en el juicio de los autores de este documento.

³ Determinada en base a: potencial de mitigación de los GEI y/ el efecto en la productividad (el efecto no negativo o el mejoramiento es benéfico).

⁴ Con base en investigaciones disponibles o en la falta de suficiente investigación.

⁵ Regiones: Todas = todas las regiones; EU = Europa, AS = Asia, AF = África, NA = Norte América; SA = Sur América; OC = Oceanía.

⁶ El aumento de la productividad tendrá un poderoso efecto en la mitigación de las emisiones de los GEI, pero el nivel del efecto dependerá de varios factores (línea de base de la productividad, tipo de animal, tipo de producción, calidad y disponibilidad del alimento, constitución genética del rebaño, etc.).

⁷ Solamente animales de carne.

Cuadro 4. Beneficios económicos, sociales y ambientales que se pueden obtener con el empleo de sistemas silvopastoriles

Económicos	Sociales	Ambientales
<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta la producción debido a la sombra generada para el ganado. - Son fuente de recursos forrajeros para el ganado. - Reducen la dependencia y gastos de insumos externos. - Permiten mayor estabilidad de la producción. - Diversifican los ingresos en las fincas ganaderas. - Reducen riesgos económicos y la vulnerabilidad al cambio climático. - Incrementan la productividad y la rentabilidad de las fincas 	<ul style="list-style-type: none"> - Garantiza la seguridad alimentaria. - Mejoran calidad de vida. - Cuentan con mayor sentido de pertenencia de la familia por la finca. - Reducen la venta de propiedades. - Reducen la migración a centros urbanos. - Aumentan la oferta de empleo 	<ul style="list-style-type: none"> - Protegen el suelo. - Permiten el reciclaje de nutrientes. - Desarrollan una restauración ecológica de pasturas degradadas. - Protegen las fuentes de agua. - Permiten el secuestro de carbono. - Reducen la tala de bosques. - Facilitan la conservación de la biodiversidad. - Ofrecen una belleza escénica. - Permiten una mayor estabilidad ante el cambio climático.

Cuadro 5. Algunos ejemplos de estrategias de adaptación, su respuesta e impactos desde la perspectiva de la economía campesina

Estrategia	Respuesta	Impactos
Diversificación	Sistemas de cultivos múltiples o policultivos	Sistemas de agroforestería y <i>mulching</i>
Incremento del contenido de materia orgánica de los suelos	Aplicación de estiércol, abonos verdes, cultivos de cobertura	Capacidad de retención de humedad
Manejo adecuado del agua	Cosecha de agua	Conservación de la humedad del suelo

4.2 El sector cafetalero ante el cambio climático: impacto, mitigación y adaptación

Vinicio de Jesús Sosa Fernández¹

Robert Hunter Manson¹

Correo correspondencia: vinicio.sosa@inecol.mx

Resumen

En este capítulo se revisa qué es el cambio climático y sus principales impactos a nivel global para la producción del café, así como las consecuencias que tendrán en la cadena de valor. Enseguida se plantean las medidas adaptativas y de mitigación que el sector cafetalero debe adoptar respaldadas por una adecuada política pública al respecto y se proponen líneas de investigación que las apoyen. En el caso de México se esperan afectaciones en el 47% de la producción por reducciones en la aptitud climática del cultivo, en el 79% por aumentos en la temperatura de hasta 2.5°C; y en el 99.5% por reducciones entre el 0 y el 10% de la precipitación pluvial. Las principales estrategias de adaptación son: mejorar la organización de los pequeños productores; realizar análisis comunitarios de los riesgos y oportunidades del cambio climático y tener acceso a información; fomentar estrategias de producción sostenibles (nuevas variedades, conservación de suelo y agua, diversificación de la producción y las fuentes de

¹ Instituto de Ecología, A.C.

ingreso); y promover más Pagos por servicios ambientales. En cuanto a las estrategias principales de mitigación, destacan las siguientes: reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de mejoras en la fertilización y la eficiencia del beneficiado del café con nuevas máquinas y técnicas y promover el secuestro de carbono a través de la producción agroforestal de múltiple propósito. Se propone, mediante el trabajo colectivo, generar planes regionales de adaptación y mitigación al cambio climático donde las mejores prácticas de manejo, las estrategias de diversificación y la producción agroforestal sean los elementos claves.

Palabras clave: Café, cambio global, clima, México, PSA, sistemas agroforestales

Abstract

This chapter reviews the causes and consequences of climate change in world coffee production and the value chain for this commodity. Subsequently possible measures of adaptation and mitigation that the coffee sector should adopt with suitable public policy initiatives are discussed and supporting lines of research are proposed. In the case of Mexico, a 47% drop in production due to the reduction of climatic aptitude for coffee cultivation is expected with increases in temperature up to 2.5 °C involved in 79% of cases and reductions of between 0 and 10% of the rainfall related to 99.5% of this decline. The main adaptation strategies proposed include improving the organization of small producers; conducting community analysis of the risks and opportunities of climate change and improving access to information; promoting sustainable production strategies (new varieties, conservation of soil and water, diversification of production and the income sources); and the encouragement of payments for environmental services (PES). The main mitigation strategies proposed are reducing greenhouse gas emissions through improvements in fertilization and the efficiency of the coffee processing with more efficient machines and drying methods, and promoting carbon sequestration through multipurpose agroforestry production. The generation of regional plans for adaptation and mitigation to climate change, generated collectively with local actors, and the promotion of best management practices, diversification strategies, and agroforestry production is also considered key for dealing with this challenge.

Keywords: Agroforestry systems, climate, coffee, global change, Mexico, PES

Introducción

En los últimos dos siglos las actividades humanas ligadas al desarrollo económico son responsables del cambio acelerado del clima global como consecuencia de la emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero, producto de la quema de combustibles fósiles y la deforestación. Este acelerado cambio climático que ya se presenta en el planeta

amenaza con modificar los procesos productivos y, en especial y por su importancia, los relacionados con la producción de alimentos y *commodities* (bienes de consumo) cuyo origen y distribución cambiará en forma significativa.

El sustento de más de 100 millones de personas en todo el mundo está vinculado a la producción de café. En América Latina la mayoría de los cafetales carecen de irrigación, lo cual los hace vulnerables a las sequías y a las oleadas de calor que se predicen con el cambio climático. Ante esta situación, es importante que tanto los campesinos como los gobiernos de los países productores de café tomen medidas preventivas, adaptativas y de mitigación ante el cambio climático para disminuir los efectos adversos de este fenómeno mundial en la producción del aromático.

En este capítulo primero revisamos qué es el cambio climático y sus principales consecuencias a nivel global. Enseguida, discutimos los principales efectos del cambio climático para la producción del café en México y las consecuencias que tendrán en la cadena de valor. En la tercera parte planteamos las medidas adaptativas y de mitigación que el sector cafetalero debe adoptar respaldadas por una adecuada política pública al respecto y, al final, proponemos líneas de investigación que las apoyen.

El cambio climático y el calentamiento global

¿Qué es el cambio climático global o mundial? Es el registro de anomalías mayores a las históricas de algunas variables meteorológicas como la temperatura y la precipitación pluvial en los últimos 120 años. Estas anomalías se asocian al aumento gradual de la temperatura del planeta causado por la emisión de gases que tienen un efecto invernadero en la atmósfera, entre los que predomina el dióxido de carbono (CO₂). El clima de la tierra se encuentra en permanente cambio pero en forma gradual y notable solo a través de millones de años. La variación en la energía solar, la órbita de la tierra, la tectónica de placas y el vulcanismo son algunos de los principales factores que, en forma general, afectan el clima global. Sin embargo, con base en las estadísticas meteorológicas y recientes estudios geofísicos (IPCC, 2014; Hansen et al. 2016) se considera que en los últimos dos siglos y medio –y de manera más notoria en la segunda mitad del siglo XX y lo que va del XXI– este cambio está ocurriendo a un paso más acelerado. La causa principal de este rápido cambio es la mayor emisión de gases de efecto invernadero (GEI), lo que se manifiesta como la acumulación de gases en la atmósfera que impide la radiación del calor del planeta hacia el espacio exterior causando así un aumento neto en la temperatura del globo. La principal fuente de estos GEI es la quema de combustibles fósiles en los procesos industriales, en los motores de vehículos automotores y, en forma indirecta, por la deforestación (Molina, 2003). El principal gas de efecto invernadero es el dióxido

de carbono (CO_2) pero existen otros responsables del calentamiento global, tales como el gas metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6) (Ruiz Suárez y Cruz Núñez, 2006). La excesiva emisión de estos gases son objeto de la mayor preocupación por parte de los países y, por tanto, están contemplados en el Protocolo de la Convención de Kioto, la más importante de varias convenciones mundiales que se han realizado para acordar medidas y compromisos políticos para estabilizar la emisión de los GEI.

Los cambios más claros registrados hasta el momento que se atribuyen al cambio global, son: un aumento de la temperatura global en 1°C o más por arriba del promedio de finales del siglo XIX (1880-1899), una mayor variación en los regímenes pluviométricos, una mayor incidencia de huracanes con gran energía y una reducción del tamaño de los casquetes polares y los glaciares. La mayor parte del calentamiento global ha ocurrido en los últimos 35 años, con 15 de los 16 años más calientes registrados desde 2001 (NASA/NOAA, 2016).

Ante el registro comprobado de que la temperatura atmosférica del planeta va aumentando de una manera inusual, surge la preocupación de predecir las consecuencias de dicho aumento para la sociedad y sus actividades productivas. Para dicho fin se han utilizado modelos de circulación general, sustentados por las ciencias físicas para, con base en los datos del clima pasado y los cambios observados en el presente, realizar proyecciones futuras y asociar causas y efectos del cambio climático. Con base en ello, se predice que de no detenerse la emisión de GEI a la atmósfera, el aumento de la temperatura global continuará y habrá, según la región, incrementos o decrementos de la precipitación pluvial o por nieve, aumento en la variación tanto de temperatura como de precipitación, aumento en el número de tormentas tropicales (IPCC 2014), aumento en la variación interanual del fenómeno climático El Niño-Oscilación del Sur (Gergis y Fowler, 2009), pérdida de glaciares y aumento en el nivel del mar. Tan solo el aumento del nivel del mar amenaza con causar enormes pérdidas económicas e impactos sociales en muchas de las ciudades más importantes del mundo. Los cambios en los patrones climáticos modificarán las áreas de distribución de muchos cultivos que forman parte de la alimentación humana y sus animales domesticados, y trastornarán la economía del sector primario. Además, existe el riesgo de que ciertas enfermedades y plagas, tanto de plantas como de animales y de humanos, se vean favorecidas por las temperaturas ambientales más elevadas e incidan de manera negativa en el bienestar social (Ibáñez Bernal, 2012). En comparación con otras regiones de la Tierra dominadas por monocultivos, gracias a la existencia de etnias y otros grupos de campesinos que mantienen sistemas agroforestales y conservan un amplio acervo de conocimiento tradicional, Latinoamérica está en mejor posición de enfrentar los cambios, siempre y cuando no aumente más la deforestación ni la emisión de GEI.

Antes de abordar el reto que constituye el cambio climático para el sector cafetalero, queremos llamar la atención a otra causa soslayada del cambio climático local o regional

que a la larga incide en el cambio climático global: el cambio de uso de suelo de bosques y sistemas agroforestales a sistemas con poca o nula cobertura arbórea como son los monocultivos, los pastizales y los desarrollos urbanos. El cambio de uso de suelo a escala local puede tener efectos en el microclima de un hábitat mucho más drástico que el cambio climático a escala global. En cafetales desprovistos de sombra la temperatura se hace más extrema y la humedad disminuye; además, el riesgo de heladas puede aumentar (Barradas y Fanjul 1984; 1986). Todo esto puede afectar negativamente al funcionamiento del cafeto y disminuir el rendimiento o la calidad del grano. Además, se sabe que la diferencia entre la temperatura del aire y del suelo en el interior de un bosque tropical respecto de la del aire a cinco metros del borde del bosque en un área desprovista de árboles es de 3.5°C; y la diferencia en temperatura del suelo del interior del bosque contra la del suelo del área deforestada es de 2.7°C (Williams-Linera et al. 1998). Por lo tanto, al deforestar un área se produce un importante cambio en el clima local que no sucede a lo largo de decenas de años sino en solo unas cuantas horas. En el corto plazo, muchos de estos cambios locales causados por la deforestación y la fragmentación del paisaje en una región suman sus efectos para incidir en el cambio climático. Por tanto, la política pública respecto al cambio de uso de suelo de sistemas forestales y agroforestales a otros que eliminan la cobertura arbórea debe considerar los efectos negativos del mismo y su contribución al cambio climático global; y, en consecuencia, promover una legislación más dura y efectiva contra el cambio de uso del suelo de sistemas forestales y agroforestales a otro con menos cobertura arbórea.

Efectos del cambio climático en la producción de café y consecuencias para el sector cafetalero

Ante el innegable hecho de que en la actualidad se registra un cambio climático global de consecuencias graves para la humanidad, el sector agrícola debe prepararse para enfrentarlo. En el caso del café de sombra y otros sistemas agroforestales, esta preocupación se ve reflejada en un mayor interés en la investigación sobre el tema, que, si bien para México se ha manifestado apenas a principios de este siglo, ha aumentado en los últimos años (Figura 1). El cambio climático tiene y tendrá efectos en la producción del café y en otras etapas de la cadena de valor del aromático. En primer lugar, el cambio en las condiciones ambientales locales afectará la autoecología del cafeto, lo cual impactará en la producción de fruto. Ya que el café evolucionó en los bosques tropicales del este de África a altitudes entre 1500 y 2800 msnm donde se dan pocos cambios estacionales en temperatura y precipitación, se espera que una mayor variación en estas variables climáticas afecte la

fenología de la planta y su productividad y calidad (Haggar y Schepp, 2012). Con base en los requerimientos agroclimáticos del café y su fenología se espera que las sequías o lluvias fuertes afecten la floración, la cantidad y calidad del café y el periodo de corte. Las temperaturas menores a 4°C provocan amarillamiento de las hojas y muerte de tejidos y brotes mientras que las mayores a 30°C reducen la fotosíntesis y producen menor cosecha. Se sabe que las temperaturas altas aceleran la maduración de frutos y disminuyen la calidad, y que el estrés hídrico resulta en menor tasa fotosintética (por el cierre de estomas), más abortos de flores y aumento en la susceptibilidad a plagas y enfermedades. Por otro lado y en un efecto sinérgico negativo, la mayor temperatura establece condiciones más aptas para la broca y la roya, lo cual se traduce en un aumento en la distribución, frecuencia y severidad de brotes. Además, existe el riesgo de que surjan nuevos patógenos o enfermedades emergentes. Otro efecto predicho mediante modelos es el de la disponibilidad de polinizadores de la flor del cafeto. Para Latinoamérica se predice que para el año 2050, además de una importante reducción en las áreas adecuadas para el café (entre 73 y 88%), habrá una disminución de la riqueza de especies de abejas entre el 8 y 18%, según la región; pero lo más preocupante es que entre el 34 y 51% de las áreas que en la actualidad son aptas para el café sufrirá una disminución de su aptitud para este, acoplada a una pérdida de la riqueza de especies (Imbach et al. 2017). Por tanto, existe una alta probabilidad de que la producción de café disminuya en dichas zonas solo por la falta de polinizadores y, en consecuencia, el bajo amarre de frutos.

En segundo lugar, el efecto general que se predice para la producción del café arábica en todas las regiones del mundo donde se produce es un cambio en los rangos de aptitud para el cultivo del aromático que significará que las mejores condiciones de temperatura se encontrarán a mayor altitud. Respecto a los cambios en la precipitación pluvial no es tan claro qué sucederá en esos nuevos rangos altitudinales, pero es razonable predecir que la variación observada a nivel mundial se reflejará a nivel regional. Esta variación puede ser negativa para los tiempos e intensidad de floración y maduración de los frutos, al haber falta o exceso de lluvia. Para América Latina se predice una reducción del 10% en los rangos de aptitud considerando solo efectos de estrés fisiológicos, pero no los efectos de plagas ni enfermedades; de manera similar, para Brasil se estiman reducciones importantes entre el 18 y el 33%, de la superficie sembrada actual de café arábica para el año 2050. Para ese mismo año, se proyectan cambios en la aptitud climática de los cultivos de café asociados a los cambios en temperatura y precipitación para los seis principales productores de la región mesoamericana, pero será más grave para Costa Rica y El Salvador y menos para México y Nicaragua. En el caso de México se espera que el 47% de la producción será afectada por reducciones en la aptitud climática del cultivo de hasta el 20%, que el 79% lo será por aumentos entre 2.25 y 2.50°C, y que casi toda la producción (99.5%) sufrirá afectaciones por reducciones entre el 0 y el 10% de la precipitación pluvial (Läderach et al. 2011b).

Para el caso del café en Veracruz se predice para el año 2050 un aumento de 4.6°C en la temperatura y una reducción de 5.5% de lluvia con impactos importantes en la fenología (floración y desarrollo de fruta) y producción (Villers et al. 2009; Granados Ramírez et al. 2014); esto implicaría reducciones entre el 7 y 10% de producción según unos autores (del Rayo Rivera Silva et al. 2013) o hasta entre un 22 y 27% según otros (Gay et al. 2006). Por el cambio climático se espera una reducción de 32% de zonas aptas para la producción de café de calidad. Las zonas óptimas cambiarán a un rango entre 1 100 y 1 600 msnm (Läderach et al. 2011a). A manera de ejemplo, en la Figura 2 se ilustra el cambio en la distribución y reducción de área de las zonas de aptitud para el café “de altura” en la zona central montañosa de Veracruz, una de las más importantes productoras de café a nivel nacional. En forma semejante y alarmante, para el café de Chiapas se predicen aumentos de temperaturas entre 2.1 y 2.2°C y reducciones de precipitación entre el 4 y 5% que resultarán en una fuerte reducción (97%) de las zonas aptas para la producción de café de alta calidad (de 265 400 a 6 000 ha) (Schroth et al. 2009).

Como consecuencia del cambio climático, entre otros de los principales impactos en la cadena de valor que se predicen están: aumentos en los costos de producción (mano de obra y mejoras necesarias en las prácticas de manejo), menor producción y precios más altos, más volatilidad en el precio a causa de eventos meteorológicos extremos, la variación inter-anual del clima hará más difícil el mantenimiento de relaciones de largo plazo entre productores y compradores y el establecimiento de denominaciones de origen (micro-regiones), habrá más abandono y reconversión de cafetales a otros usos de suelo. Por todo lo anterior se requerirán más colaboraciones intersectoriales y más participación del gobierno y los diferentes eslabones de la cadena de valor, para mantener la producción de café (Haggard y Schepp, 2012).

Estrategias de adaptación y mitigación

Para frenar o disminuir el cambio climático global se requiere una serie de cambios de actitudes ciudadanas, nuevos modelos de desarrollo y un acuerdo conjunto internacional cuyo éxito determinará el futuro del planeta. Mientras esos procesos se desarrollan y las medidas necesarias se adoptan, el sector cafetalero debe tener estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio. Las estrategias o medidas de adaptación son los ajustes en sistemas humanos o naturales que son necesarios hacer como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o incluso aprovechar sus aspectos beneficiosos. Las medidas de mitigación consisten en la aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero.

Diversos autores han propuesto varias medidas de adaptación y mitigación para el sector cafetalero (Hallie et al. 2009; Morales et al. 2010; Schepp, 2010; Läderach et al.

2011a; Haggard y Schepp, 2012). En los Cuadros 1 y 2 se enlistan las que nos parecen más relevantes para México y se sugiere cómo adaptarlas o ajustarlas a las condiciones que prevalecen en el país. Entre las estrategias de adaptación se mencionan: alcanzar una mejor organización de los pequeños productores, ya que estos constituyen la mayoría, con superficies cultivadas menores a 2 ha; realizar análisis comunitarios de los riesgos y oportunidades del cambio climático y tener tanto capacitación como mejor acceso a información relevante; fomentar estrategias de producción más sostenibles; promover más pagos por servicios ambientales (PSA) tanto en incrementos de la superficie cubierta por cafetales bajo alguna modalidad de pago como de las cantidades anuales por hectárea asignadas (Figura 3); instituir seguros contra el mal tiempo; y conseguir financiamiento para adaptación y mitigación. Por otra parte, hay que buscar cultivos alternos, de preferencia de producción agroforestal (ver más abajo) en zonas que no serán aptas para la producción de café en el futuro. Por último, es recomendable mejorar la capacidad del sector para entender el cambio climático y cómo adaptarse a este, establecer redes de monitoreo para evaluar su impacto y tener los insumos locales y regionales para la toma de decisiones; es decir, se necesita un programa de prevención basado en la investigación y el monitoreo.

Las estrategias de mitigación giran alrededor de dos temas relacionados. Por un lado se deberían reducir las emisiones de GEI a través de mejoras en los procesos de la producción del café; y por el otro, sería óptimo fomentar el secuestro de carbono tanto en la biomasa aérea (tronco y copa) como en la subterránea (raíces) a través de la producción agroforestal de múltiple propósito: madera, leña, fruta, hojas (pimienta y plátano), plantas medicinales y ornamentales, silvopastoril, etc.; revirtiendo el cambio climático regional con programas de reforestación dentro y fuera de las regiones cafetaleras. Conjuntamente, habría que promover la venta de bonos de carbono del programa de Reducción de Emisiones (REDD+) o de inversionistas privados.

A pesar del inmenso reto que constituye instrumentar estas estrategias, existe un lado optimista que consiste en que muchas de estas estrategias están recomendadas para mantener una cafecultura viable, renovada y sostenible; en particular que gire alrededor de la calidad del café más que de la cantidad, ya que a nivel nacional y mundial los nuevos nichos de mercado, o los que en la actualidad crecen a ritmo más acelerado, son aquellos de los cafés diferenciados, de especialidad y sustentables. La instrumentación de las estrategias o acciones de adaptación y mitigación propuestas no implican nuevos esfuerzos ni tecnologías no probadas o caras; por el contrario, se da la oportunidad de un efecto sinérgico (Verchot et al. 2007; Rahn et al. 2014). Por ejemplo, de todos los usos de suelo analizados en el Informe Especial sobre Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Forestería (SR-LULUCF por sus siglas en inglés) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2000), los sistemas agroforestales ofrecieron el mayor potencial para el secuestro de carbono para 2040 (área grande susceptible a

conversión: 630 millones de hectáreas), lo que los convierte en ecosistemas estratégicos para la política ambiental del país, brindando al productor la oportunidad de optar por premios y certificaciones que incidan en un sobreprecio de su producto, por ejemplo bonos del programa REDD+ o mejores pagos por servicios ambientales. Del mismo modo, la diversificación productiva en los sistemas agroforestales en café es una práctica común en un gran número de fincas de los principales estados productores, aunque con distinto nivel de éxito y de conocimiento tradicional y agronómico, y constituye un gran potencial para su desarrollo mediante la investigación y la difusión de modelos exitosos a otras regiones cafetaleras. La diversificación productiva es muy importante para asegurar un flujo constante de ingresos a lo largo del año, durante tiempos de bajos precios del café y para asegurar la nutrición familiar (huertas). Por ejemplo, en la zona central montañosa del estado de Veracruz la diversificación comprende al menos veintinueve productos alternativos al café que se obtienen de las fincas, por lo general de uno a tres por finca (Figura 4). Muchos de estos productos son para autoconsumo o para venta local, pero algunos se comercializan fuera de la región o constituyen el principal ingreso proveniente de la finca, por ejemplo la guanábana y la macadamia (Hernández Meneses et al. 2012; López Morgado et al. 2016; Sosa Fernández et al. 2017). Asimismo, en las fincas de la Sierra Norte de Puebla de un total de 319 especies de plantas, 90 son objeto de comercio y tienen potencial como nuevas fuentes de ingreso; actualmente, 59 especies se usan para alimentación o fines medicinales (Martínez et al. 2007).

La solución a los cambios específicos a un determinado lugar es un manejo específico de sitio. En las zonas que serán inadecuadas para cultivar café, los agricultores necesitarán identificar cultivos alternativos. En las áreas que seguirán siendo adecuadas para el café aunque con algunas reducciones en su aptitud agroclimática, el manejo agronómico tendrá que ser adaptado para amortiguar los impactos del cambio climático. Es importante mencionar que para garantizar el éxito de las estrategias propuestas, su implementación debe estar respaldada por una correspondiente y congruente política pública, la cual debe incluir, entre otros aspectos: desarrollar políticas de adaptación específicas a cada zona cafetalera; impulsar el desarrollo y promover variedades de café o injertados resistentes al estrés hídrico aunque conscientes de posibles pérdidas en la calidad o en la resistencia a enfermedades y plagas; validar y promover estrategias de manejo agronómico y mejorar los vínculos comerciales en nichos especializados; ofrecer asistencia financiera estratégica por medio de planes realistas de pago para los productores (por ejemplo a tasas de interés blandas), seguros e incentivos como PSA (por remuneración directa o por desarrollo de mercados para recompensar prácticas sostenibles de manejo y la conservación de la cobertura del arbolado); promover la diversificación y producción agroforestal como una estrategia de manejo de riesgo a corto plazo y un puente a largo plazo hacia la sustitución completa del cultivo de ser necesario; por último, desalentar el cambio de uso de suelo de sistemas agroforestales a otros usos sin cobertura forestal.

Además, los gobiernos federales, y sobre todo los estatales, deben invertir en investigación y redes colaborativas promoviendo una mejor coordinación intersectorial.

Para terminar, se resaltan algunas necesidades de investigación que permitirían apoyar las estrategias de adaptación y mitigación propuestas. Se necesitan nuevas técnicas (embriogénesis y cultivo *in vitro*) y extensionismo más eficiente. Asimismo hay que desarrollar procesos de beneficiado más eficientes en el uso de energía y agua que disminuyan la emisión de CO₂ a la atmósfera. También, el escalamiento de manejos innovadores con producción agroforestal, el manejo integrado de plagas, el ordenamiento de variedades y el desarrollo de nuevas variedades. Hacen falta modelos capaces de tomar en cuenta al clima y los cambios en suelos, plagas y enfermedades. Asimismo, se debería pensar en modelos de cambio climático nacionales y regionales más finos (por ejemplo aptos para zonas montañosas). Para ello es necesario establecer una red de observatorios de fincas bajo diferentes manejos que incluyan parcelas experimentales y redes de monitoreo de clima y su relación con la cantidad y calidad del café. Se necesitan combinar estudios agroecológicos con análisis de impactos económicos usando modelos de equilibrio general tomando en cuenta cultivos alternos, sueldos, migración, género, relevo generacional y diversidad cultural (resistencia y resiliencia ante el cambio). Finalmente, usar un análisis multicriterio para involucrar a actores locales y escalar estrategias de adaptación a nivel regional o a la escala relevante para los cambios experimentados (Läderach et al. 2011b).

Conclusiones

El cambio climático es una realidad que requiere respuestas rápidas y contundentes con una planeación a largo plazo. Si bien la situación para el sector cafetalero es seria, existen esperanzas para enfrentar sus efectos en la cafecultura y la cadena de valor. Es necesario y urgente realizar proyectos colectivos para generar planes regionales de adaptación y mitigación donde las mejores prácticas de manejo, estrategias de diversificación y producción agroforestal sean los elementos claves. De particular importancia para algunas de las medidas de mitigación y adaptación es el papel que juega la cobertura arbórea de los sistemas agroforestales en café, y en general de los asociados a cualquier otro cultivo. Sin embargo, el sector cafetalero debe estar abierto a nuevas estrategias de manejo y cambios de cultivo en zonas marginales. Todo lo anterior abre oportunidades para la acción sinérgica y para la investigación que permita instrumentar las medidas de adaptación o mitigación, o proponer otras nuevas. Para terminar, no puede omitirse que se requiere un papel aún más activo y creativo de los sectores público y privado, como integrantes de la cadena de valor, para financiar innovaciones y adaptaciones en el sector, ante el cambio climático.

Agradecimientos

Agradecemos a la M. en C. Graciela Sánchez Ríos por la realización de la Figura 1 y al Biól. Cuauhtémoc Cabrera García por la realización de la Figura 2. A los editores y revisores del capítulo por sus valiosas observaciones.

Bibliografía

- Barradas, V. L., y Fanjul, L. (1984). Importancia de la cobertura arbórea en la temperatura del agrosistema cafetalero. *Biótica*, 8(4), 415-421.
- Barradas, V. L., y Fanjul, L. (1986). Microclimatic characterization of shaded and open-grown coffee (*Coffea arabica* L.) plantations in Mexico. *Agricultural and Forest Meteorology*, 38, 101-112.
- Campbell, B. M., Thornton, P., Zougmore, R., Van Asten, P., y Lipper, L. (2014). Sustainable intensification: What is its role in climate smart agriculture? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8, 39-43.
- Eakin, H., Castellanos, E., y Hagggar, J. (2009). *Fortaleciendo la capacidad de adaptación de los caficultores mesoamericanos antes los cambios globales. (Síntesis para decisores / Policy Brief, ASU-Universidad de Valle Guatemala-CATIE)*. Recuperado de <http://www.iaii.int/admin/site/sites/default/files/CafeculturaCRN2060.pdf>
- Gay, C., Estrada, F., Conde, C., Eakin, H., y Villers, L. (2006). Potential impacts of climate change on agriculture: a case of study of coffee production in Veracruz, Mexico. *Climatic Change*, 79, 259-288.
- Gergis, J. L., y Fowler, A. M. (2009). A history of ENSO events since A.D. 1525: implications for future climate change. *Climatic Change*, 92, 343-387.
- Granados Ramírez, R., Medina Barrios, M. de la P., y Peña Manjarrez, V. (2014). Variación y cambio climático en la vertiente del Golfo de México. Impactos en la cafecultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5, 473-485.
- Hagggar, J., y Schepp, K. (2012). *Coffee and Climate Change. Impacts and options for adaption in Brazil, Guatemala, Tanzania and Vietnam* (NRI Working Paper Series: Climate Change, Agriculture and Natural Resources No. 4). Kent Natural Resources Institute. University of Greenwich.
- Hallie, E., Tompkins, E., Nelson, L., Donald, R., y Anderies, J. M. (2009). Hidden costs and disparate uncertainties: trade-offs involved in approaches to climate policy. En W. N. Adger, I. Lorenzoni y K. L. O'Brien (eds.) *Adapting to Climate Change: Thresholds, Values, Governance*, (pp. 212-226). Cambridge: Cambridge University Press.
- Hansen, J., Sato, M., Hearty, P., Ruedy, R., Kelley, M., Masson-Delmotte, ... Kwok-Wai, L. (2016). Ice melt, sea level rise and superstorms: evidence from paleoclimate data, climate modeling, and modern observations that 2°C global warming could be dangerous. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16, 3761-3812.
- Hernández Meneses, F., Licona Vargas, A. L., Pérez Portilla, E., Cisneros Solano, V. M., y Díaz Cárdenas, S. (2012). Diversificación productiva café-plantas ornamentales en La Sidra, Atzacan, Veracruz. *Revista de Geografía Agrícola*, 48-49, 39-50.
- Ibáñez Bernal, S. (2012). Zoonosis transmitidas por artrópodos: emergentes y re-emergentes de actualidad. *PACAL MEDLAB*, 4(1), 4-16.
- Imbach, P., Fung, E., Hannah, L., Navarro-Racines, C. E., Roubik, D. W., Ricketts, T. H., y Roehrdanz, P. R. (2017). Coupling of pollination services and coffee suitability under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(39), 10438-10442.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). (2000). *IPCC Special Report. Land Use, Land Use Change, and Forestry. A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Recuperado de <https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/srl-en.pdf>
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). (2014). *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad - Resumen para responsables de políticas*. (Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre

- el Cambio Climático). C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee y L. L. White (eds.): Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza [En árabe, chino, español, francés, inglés y ruso].
- Läderach, P., Hagggar, J., Lau, C., Eitzinger, A., Ovalle, O., Baca, M., Jarvis, A., y Lundy, M. (2011a). *Café mesoamericano: Desarrollo de una estrategia de adaptación al cambio climático*. CIAT Políticas en Síntesis no. 2. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Läderach, P., Lundy, M., Jarvis, A., Ramírez, J., Pérez Portilla, E., Schepp, K., y Eitzinger, A. (2011b). Capítulo 42. Predicted Impact of Climate Change on Coffee Supply Chains. En W. L. Filho (ed.). *The Economic, Social and Political Elements of Climate Change*, (pp. 703-723). Berlín Heidelberg: Springer.
- López Morgado, R., Bárcenas Pazos, G. M., y García Mayoral, L. E. (2016). Valoración participativa de atributos de especies arbóreas nativas en el sombreado de cafetales. En R. López-Morgado y G. Díaz-Padilla (comps.). *Cafetales de la Zona Centro del Estado de Veracruz: diagnóstico, productividad y servicios ambientales*. Folleto Técnico, (pp.142-164). México: INIFAP.
- Martínez, M. A., Evangelista, V., Basurto, F., Mendoza, M., y Cruz Rivas, A. (2007). Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, 15-40.
- Molina, M. P. (2003). *El Impacto de las Actividades Humanas en la Atmósfera*. México: El Colegio Nacional.
- Morales, H., Castellanos, E., Tucker, C., y Díaz, R. (2010). Global Change and Coffee: Strategies for Effective Adaptation and Risk Reduction. Recuperado de www.uvg.edu.gt/instituto/centros/cea/café
- NASA/NOAA. (2016). Recuperado de <http://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/16-008.jpeg>
- Rahn, E., Läderach, P., Baca, M., Cressy, C., Schroth, G., Malin, D., Van Rikxoort, H., y Shriver, J. (2014). Climate change adaptation, mitigation and livelihood benefits in coffee production: where are the synergies? *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 19(8), 1119-1137. doi: 10.1007/s11027-013-9467-x
- Rayo Rivera Silva, M. del, Nikolskii Gavrillov, I., Castillo Alvarez M., Ordaz Chaparro, V. M., Díaz Padilla, G., y Guajardo Panes, R. A. (2013). Vulnerabilidad de la producción del café (*Coffea arabica* L.) al cambio climático global. *Tierra Latinoamericana*, 31, 305-313.
- Ruiz Suárez, L. G., y Cruz Núñez, X. (2006). Los gases de efecto invernadero y sus emisiones en México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Semarnat. Recuperado de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/437/ruiz.html>
- Schepp, K. (2010). ¿Cómo adaptar la producción a pequeña escala de café y té al cambio climático? (Reporte final de AdapCC - Resultados y lecciones aprendidas). Eschborn, Alemania: GTZ, Cafédirect PLC.
- Schroth, G., Läderach, P., Dempewolf, J., Philpott, S., Hagggar, J., Eakin, H., y Eitzinger, A., (2009). Towards a climate change adaptation strategy for coffee communities and ecosystems in the Sierra Madre de Chiapas, Mexico. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 14(7), 605-625.
- Sosa Fernández, V., López Morgado, R., Toledo Aceves, T., y Bárcenas Pazos, G. (2017). Oportunidades de conservación del bosque de niebla a través del manejo alternativo: los agroecosistemas cafetaleros. *Agroproductividad*, 10, 62 -67.
- Verchot, L. V., Van Noordwijk, M., Kandji, S., Tomich, T., Ong, C., Albrecht, A., y Palm, C. (2007). Climate change: linking adaptation and mitigation through agroforestry. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 12(5), 901-918.
- Villers, L., Arizpe, N., Orellana, R., Conde, C., y Hernández, J. (2009). Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México. *Interciencia*, 34, 322-329.
- Williams-Linera, G., Domínguez-Gastelú, V., y García-Zurita, M. E. (1998). Microenvironment and Floristics of Different Edges in a Fragmented Tropical Rainforest. *Conservation Biology*, 12, 1091-1102. doi: 10.1046/j.1523-1739.1998.97262.x

Cuadro 1. Principales estrategias de adaptación del sector cafetalero frente al Cambio Climático (CC) y propuestas para su ajuste a las condiciones de México

Acción	Ajustes en México	Fuente
Análisis comunitario de los riesgos y oportunidades del CC	Desarrollar planes consensuados de mitigación-adaptación para cada región cafetalera, como el ejemplo de Chiapas, mediante modelos como MaxEnt y con los escenarios de CC del INECC para mapear las microrregiones más vulnerables para luego capacitar a las comunidades indicadas, en las estrategias de adaptación más adecuadas o deseadas.	Haggar y Schepp, 2012; Eakin, Castellanos y Haggar, 2009; Morales et al. 2010; Läderach et al. 2011; Schroth et al. 2009; Campbell et al. 2014.
Manejo integral de suelos, agua y malezas	Fomentar incrementos en la materia orgánica y abundancia de macroinvertebrados capaces de mantener agua disponible para las plantas y al mismo tiempo la infiltración y recarga de los mantos acuíferos; uso moderado y puntual de agroquímicos; terrazas, vegetación ribereña y mantenimiento de una cobertura de hierbas u hojarasca para minimizar problemas de erosión de suelo; captación de agua de lluvia y mejoras en la eficiencia del beneficiado húmedo; riego por goteo en casos extremos.	Haggar y Schepp, 2012; Schroth et al. 2009.
Manejo de sombra	Aumentar la sombra hasta el 50% para bajar la temperatura y mantener la humedad; utilizar plantas de rápido crecimiento como plátano para mantener una sombra durante la renovación de parcelas y para “sellar” los bordes de fincas rodeadas de usos de suelo más intensivos; la poda es una herramienta importante para controlar la densidad pero que mantiene diversidad de los árboles de sombra.	Haggar y Schepp, 2012.
Manejo de cafetales	Uso de variedades más resistentes al CC o adaptadas a la sombra pues, aunque tienen mucho potencial hace falta escalar su producción en el país para que sean más económicas; crear variedades tolerantes a la sequía; renovar matas cada 20 años en promedio; sembrar variedades mejor adaptadas a condiciones locales y evitar mezclas de variedades en la misma parcela.	Haggar y Schepp, 2012; Läderach et al. 2011; Schroth et al. 2009.
Diversificación de la producción	Producción agroforestal con combinaciones de árboles maderables, plátanos, cítricos, helechos, chiles, cabras para controlar la maleza, etc.; el agroturismo también tiene mucho potencial en zonas cafetaleras, pero requiere coordinación intersectorial.	Haggar y Schepp, 2012; Morales et al. 2010; Läderach et al. 2011; Schroth et al. 2009.
Mejoras en el monitoreo de clima, plagas y enfermedades	Fortalecer las redes de estaciones meteorológicas en zonas cafetaleras, así como las parcelas de monitoreo de plagas y enfermedades; hay que aprovechar nuevas tecnologías como las apps de teléfonos inteligentes para generar avisos en tiempo real y a nivel de finca.	Haggar y Schepp, 2012; Morales et al. 2010; Schroth et al. 2009.
Financiamiento para capacitación y diversificación de la sombra	Ampliar y simplificar los préstamos disponibles a tasas blandas para productores a través de organizaciones como Firco; la Conafor ofrece PSA para cafetales de sombra pero estos recursos disminuyeron de manera notable en los últimos años y tienen que aumentar; aparte, los cafetales deben ser elegibles para los apoyos para la producción agroforestal. Hace falta una mejor coordinación intersectorial para generar este financiamiento, considerando los sistemas agroforestales en café como cultivos estratégicos que deben ser conservados en los ordenamientos territoriales.	Haggar y Schepp, 2012; Eakin, Castellanos y Haggar, 2009; Morales et al. 2010; Läderach et al. 2011; Campbell et al. 2014.

Seguro contra mal tiempo	Consultar con las compañías aseguradoras. Pocos productores en México aprovechan los mercados de futuros pero sería cada vez más importante ante el CC, hacer un uso más estratégico de los recursos reserva generados de cuotas de cafés exportados en el Sistema Producto.	Haggar y Schepp, 2012; Morales et al. 2010; Läderach et al. 2011; Schroth et al. 2009.
Mejor organización de pequeños productores	Muchos de los mercados emergentes para cafés de alta calidad o sustentable contemplan costos y requieren volúmenes de producción que no son alcanzables por productores individuales. Por eso más colaboración en proyectos colectivos es una buena estrategia para los productores pequeños y medianos.	Haggar y Schepp, 2012; Eakin, Castellanos y Haggar, 2009; Morales et al. 2010; Schroth et al. 2009; Campbell et al. 2014.
Adaptación en la cadena de valor	Importancia de los mercados de café de especialidad / sustentables y más valor agregado. Menos producción pero precios más altos y estables.	Eakin, Castellanos y Haggar, 2009; Morales et al. 2010.
Cambio de cultivo	En casos extremos, siempre conservando la sombra; por ejemplo, cambiando de café arábica a robusta, vainilla, cacao, etc.; esta acción puede ser importante a altitudes menores.	Haggar y Schepp, 2012.

Cuadro 2. Principales estrategias de mitigación del sector cafetalero al CC y propuestas para su ajuste a las condiciones de México

Acción	Ajustes en México	Fuente*
Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (huella de carbono) en la cadena de producción a través de mejoras en la fertilización y la eficiencia del beneficiado del café con nuevas máquinas y técnicas	Uso más moderado y focalizado de fertilizantes químicos y sustitución con abonos orgánicos; secado en patios con zarandas o en secadores solares; procesamiento local del café para evitar emisiones generadas durante el traslado del café; adoptar las estrategias de la "intensificación sustentable" y la agricultura climáticamente inteligente.	Haggar y Schepp, 2012; Campbell et al. 2014.
Secuestro de carbono a través de la producción agroforestal de múltiple propósito: madera, leña, fruta, hojas (pimienta y plátano), etc. bonos de carbono en REDD+	Estrategia sinérgica con acciones de adaptación. Urge que la Conafor reconozca a los cafetales como sistemas agroforestales y que estos estén incluidos como elemento importante en el programa nacional de REDD+; hay que fortalecer y replicar esfuerzos de empresas privadas (por ejemplo, Fórmula Uno y el Scolel'Te proyecto en Chiapas) o de certificaciones ya establecidas (proyecto Café CO ₂ de Rainforest Alliance).	Haggar y Schepp, 2012; Verchot et al. 2007.
Cuidado de la reserva de carbono en los suelos de los cafetales	Componente olvidado del carbono almacenado que puede rebasar el carbono en la biomasa aérea. Uso de lombricompostaje para reciclar desechos y mejorar la fertilidad del suelo; buenas prácticas para evitar erosión de suelos que incluye construcción de terrazas y surcos de cafetales que siguen las curvas de nivel	Haggar y Schepp, 2012.

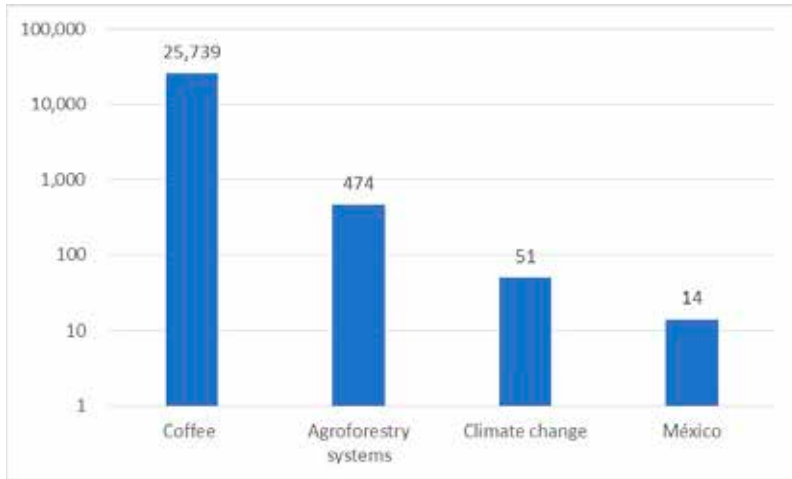


Figura 1. Registros de publicaciones obtenidos de la consulta en la Web of Science para el periodo 1980-2020 usando las siguientes palabras: coffee, agroecosystems, climate change, Mexico. Nótese que para México solo se recuperan 14 publicaciones. Sin incluir la palabra México, se recuperan 51. Sin incluir México ni cambio climático, se recuperan 474.

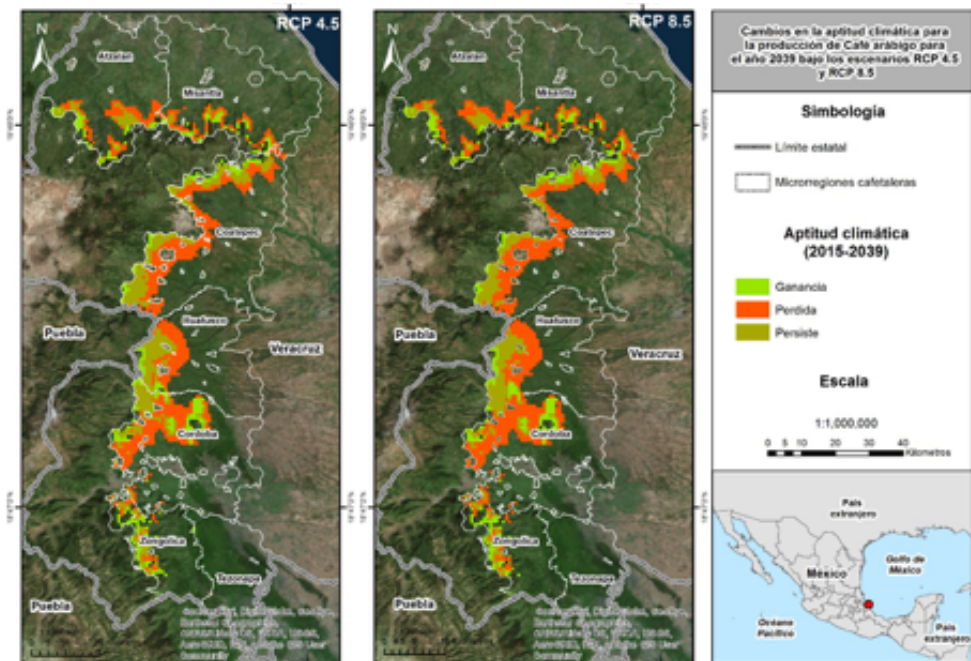


Figura 2. Cambio predicho en la distribución, por reducción en las zonas bajas y ganancia en las zonas altas, de las zonas de aptitud para el café “de altura” en la región central montañosa de Veracruz ante dos escenarios de emisiones de dióxido de carbono, leve (RCP 4.5) y severo (RCP 8.5), que contribuirán al cambio climático global.

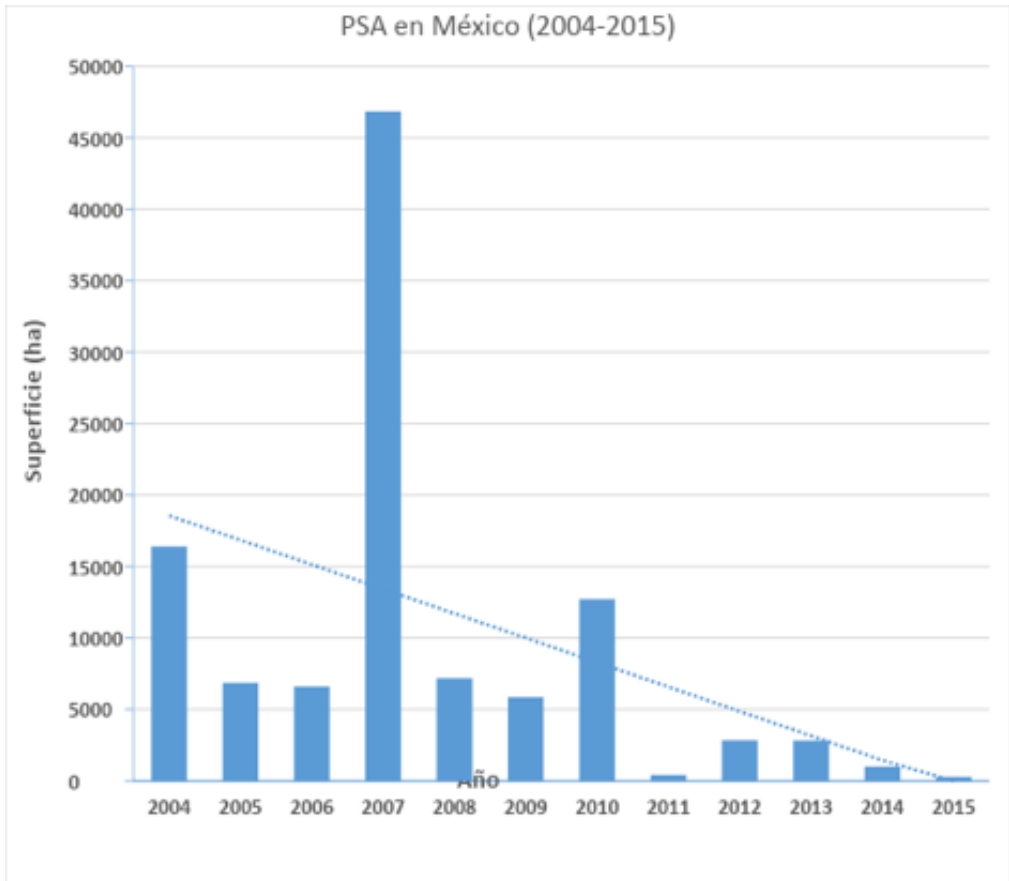


Figura 3. Superficie de sistemas agroforestales beneficiada con pagos por servicios ambientales (PSA) del año 2004 al 2015. Nótese la disminución histórica en el número de hectáreas beneficiadas.



Figura 4. Ejemplos de la diversificación de la producción en cafetales de sombra como la venta de epífitas (tenchos y orquídeas) producidas *in vitro* en laboratorios de instituciones aliadas y luego traspasadas a viveros rústicos en cafetales donde terminen de crecer (A) o rescatadas del suelo de los cafetales (B); la conservación de fragmentos de bosque o manejos rústicos que sirven para atraer aves y sus amantes (C); el uso de plátano para minimizar efectos de borde o para la venta de hojas y frutas (D); la siembra intercalada de plantas para arreglos florales como la maicera, *Dracaena fragans* (E); y la siembra de árboles de sombra maderables como el cedro rosado, *Acrocarpus fraxinifolius* (F). Fotografías de Robert Manson (A, B, C, D, F) y Liliana Ortiz Lozada (E).

4.3 Servicios ambientales en sistemas de café bajo sombra. El caso del carbono en biomasa aérea en la Sierra Madre de Chiapas

Marisela Guadalupe Salgado-Mora¹

Carmen Ruíz Bello¹

José Luis Moreno Martínez¹

José González Ávalos²

Correo correspondencia: msalgadomora@hotmail.com

Resumen

Chiapas es un estado con enorme valor biológico y, por lo tanto, de prioridad en cuanto a la conservación de la biodiversidad dado que allí se localizan importantes relictos de vegetación tropical de gran complejidad. Con la finalidad de conocer el potencial de captura de carbono para servicios ambientales, se determinó la biomasa aérea y se analizó la estructura arbórea en dos sistemas agroforestales con café bajo sombra: uno bajo sombra de *Terminalia amazonia* y otro sistema con sombra del género *Inga* con algunos ejemplares de *Nectandra membranacea*. En cada uno de estos sistemas se estableció al azar un cuadrado de 50 x 50 m donde se evaluó la estructura arbórea; se determinó

¹ Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus IV, Universidad Autónoma de Chiapas.

² Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

el número de árboles, el uso actual y la especie; y se estimó la biomasa aérea. Para ello se tomaron datos de la altura y DAP (diámetro a la altura del pecho) de los árboles para la estimación de carbono acumulado. Estos sistemas, dependiendo de las especies y edad, acumularon diferentes cantidades de carbono siendo el cafetal con sombra de *T. amazonia*, el que no presentó aumento de biomasa y mantuvo acumulado durante un año la cantidad de 193.83 t C ha⁻¹, mientras que en el sistema de café bajo sombra de especies del género *Inga*, hubo un aumento gradual de la biomasa en los cuatro periodos en un año (periodo I: 32.77 t C ha⁻¹, periodo II: 33.79 t C ha⁻¹, periodo III: 34.69 t C ha⁻¹, periodo IV: 35.87 t C ha⁻¹); de acuerdo con la comparación de medias dentro de los dos sitios hubo diferencia altamente significativa. Los árboles de sombra en los dos sistemas de producción de café de este estudio fueron una mezcla de especies, dominando las familias Fabaceae y Combretaceae, sistemas que proveen servicios ambientales como captura de carbono y mantenimiento de la biodiversidad.

Palabras clave: Chiapas, captura de carbono, cafetales, agroecología, agroecosistemas

Abstract

Chiapas is a state with a highly biological value, which must be prioritized in terms of biodiversity conservation, because of the important relicts of tropical vegetation with a great complexity. In order to identify the potential of environmental services, such as carbon capture, we determined the aerial biomass and the tree structure in two shade coffee agroforestry systems; one with Terminalia amazonia shade tree and the second one with Inga and Nectandra membranacea shade trees. In these two systems we randomly established a square of 50 x 50 m where the arboreal structure was evaluated; number and species, uses of them and aerial biomass by determining height data and chest height diameter. Our results showed highly significant differences in carbon capture based on tree species and age, where T. amazonia coffee shade tree registered no biomass increased during a year (193.83 t C ha⁻¹), while in Inga and N. membranacea coffee shade trees we registered gradual biomass increased during the four periods in a year (period I: 32.77 t C ha⁻¹, period II: 33.79 t C ha⁻¹, period III: 34.69 t C ha⁻¹, period IV: 35.87 t C ha⁻¹). Thus, we considered that shade coffee agroforestry systems with a dominance of the Fabaceae and Combretaceae families provide better environmental services such as carbon capture and maintenance of biodiversity.

Keywords: Chiapas, carbon sequestration, coffee plantations, agroecology, agroecosystems

Introducción

Ante la problemática del cambio climático global, los sistemas de café bajo sombra pueden cumplir un importante papel en la captura y almacenamiento de carbono, y a su vez integrar el concepto por pago de servicios ambientales. Las grandes extensiones de estos sistemas en México, así como su importancia ambiental y social, podrán potencializar el manejo y la implementación de proyectos de mitigación de carbono. Para tener estos efectos, el manejo de la biomasa viva, la materia orgánica muerta y la materia orgánica del suelo son piezas claves en la dinámica y conformación de reservorios estables de carbono (De Jong et al. 2007). Soto-Pinto et al. (2000) aseguran que en México la producción de café está basada en sistemas agroforestales con sombra. Algunos de estos son reconocidos de acuerdo al tipo de sombra, el tipo de cobertura y la densidad de árboles; también señalan que hay monocultivos con alta incidencia solar, sistemas de sombra monoespecífica, sombra diversa y sistemas con sombra natural o autóctona; además, se sugiere que pueden ser útiles en la captura de carbono e incrementar los ingresos de los productores como parte de la venta de servicios ambientales.

En México el café se produce principalmente en las vertientes de las cadenas montañosas del centro y sur del país; las aéreas cafetaleras coinciden con regiones muy ricas y diversas en flora y fauna. Chiapas es un estado con enorme valor biológico y por lo tanto de prioridad en cuanto a la conservación de la biodiversidad, dado que allí se localizan importantes relictos de vegetación tropical de gran complejidad (Moguel y Toledo, 1996).

A partir de los años sesenta, comenzó un proceso de modernización del sistema de café que llevó a la conversión de muchos cafetales con sombra diversa a cafetales con sombra poco diversa, cafetales con sombra de una sola especie y, en el caso más extremo, a cafetales sin sombra (Escamilla et al. 1994).

De las modificaciones al sistema original se desprende un amplio gradiente de tipos de sombra, según la estructura que muestra la vegetación. Para fines prácticos, en México algunos autores han resumido este gradiente en una tipología que incluye cinco sistemas de producción principales, según el nivel de manipulación o manejo al cual se expone el ecosistema original y según el grado de complejidad estructural y de la vegetación, a saber: sistema rusticano o de montaña, policultivo tradicional o "jardines de café", policultivo comercial, monocultivo bajo sombra y café a pleno sol (Escamilla et al. 1994; Moguel y Toledo, 1996). Con base en lo anterior, se realizó este estudio para estimar la capacidad del cultivo de café bajo sombra, como potencial para servicios ambientales y estimar un aproximado de la captura de carbono en estos tipos de sistemas.

Métodos y sitios de estudio

El presente estudio tuvo una duración de 12 meses, desde febrero de 2010 a enero de 2011. Para fines explicativos, este trabajo se llevó a cabo en periodos, siendo estos: I (febrero-abril), II (abril-junio), III (junio-septiembre), IV (septiembre-enero). El trabajo se realizó en el municipio de Cacahoatán, Chiapas, México, localizado en la Sierra Madre. Sus coordenadas geográficas son 14°59' N y 92°10' W. Su altitud promedio es de 480 msnm. En el municipio, el clima varía con la altitud, pudiendo ser desde cálido-húmedo hasta templado-húmedo, la temperatura media anual de la cabecera municipal es de 25.4°C con una precipitación pluvial de 4 720 mm anuales. La vegetación es de selva alta perennifolia y bosque de encino-pino (García, 1987).

Dentro del municipio de Cacahoatán se seleccionaron dos sitios experimentales; el primer sitio A se encuentra en el ejido Ahuacatlán, fue un cafetal con sombra predominante de *Terminalia amazonia* (J.F.Gmel.) Exell (Combretaceae), mientras que el sitio B se encuentra en el ejido Agustín de Iturbide, con sombra mixta predominante de leguminosas como, *Inga micheliana* Harms, guagua, *Inga* sp. (Fabaceae) y *Nectandra membranacea* (Swartz) Griseb (Lauraceae). La unidad muestral en los dos sitios fue de 2 500 m² en cada uno.

Análisis de la estructura arbórea

Los sistemas de sombra estudiados en este trabajo fueron: Sitio A: *T. amazonia*, Sitio B: Especies del género *Inga*, *I. micheliana*, *Inga* sp. y *N. membranacea*. En cada sitio de muestra se delimitó una parcela de forma cuadrada de 50 x 50 m y se marcó con una cinta color blanco. En cada parcela de 2 500 m², se etiquetaron todos los árboles que se encontraron. Se determinó el número de árboles, su uso actual, y la identificación por nombre común, la cual se realizó gracias a los conocimientos locales de los campesinos de la localidad.

Para la identificación de las especies arbóreas se hicieron recorridos en las parcelas y para el registro e identificación taxonómica del componente arbóreo se consultó el libro de Pennington y Sarukhán (2000). Se evaluó el Índice de Valor de Importancia de Curtis y McIntosh (1951), el cual es el producto de los valores relativos de frecuencia, densidad y dominancia asignado a cada especie. En los dos sitios se determinaron los parámetros estructurales básicos, donde se obtuvieron valores de densidad, densidad relativa y frecuencia.

Estos valores se determinaron con las siguientes fórmulas:

$$Densidad = \frac{\text{Número de individuos}}{\text{Área muestreada}} \quad (1)$$

$$Densidad\ relativa = \frac{\text{Densidad por especie}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100 \quad (2)$$

$$Frecuencia = \text{Número de árboles de la misma especie} \quad (3)$$

Medición de los árboles adultos y juveniles

Los datos para este apartado fueron obtenidos en la parcela experimental de 2 500 m². Se utilizó el formato correspondiente registrando los siguientes datos: nombre común, diámetro a la altura de pecho (DAP) y altura. Se midieron los árboles adultos y jóvenes. Para la medición del DAP se utilizó una cinta diamétrica y para la medición de la altura un clinómetro electrónico.

Estimación de la densidad de la madera

La densidad de la madera es una propiedad física importante que suele representarse por la letra griega ρ . Es el resultado de dividir la masa de un cuerpo entre su volumen:

$$\rho = m/V \quad (4)$$

Para la estimación de carbono se tomaron los datos de la densidad de los árboles tropicales de Brown (1997 en Rendón y Soto-Pinto, 2007). La fórmula que se utilizó para calcular la biomasa por individuo fue la de Chave et al. (2005 en Rendón y Soto-Pinto, 2007):

$$Y = e^{(-2.977 + \ln(\rho * D^2 * h))} \quad (5)$$

donde:

Y = Biomasa kg (árbol)

e = 2.718

\ln = Logaritmo natural (base $e=2.718$).

ρ = 0.48 g cm⁻³ = densidad de los árboles tropicales

D = Diámetro a la altura del pecho o DAP (cm).

h = Altura (m).

El diseño experimental se utilizó para comparar el carbono acumulado por periodo y final en cada sitio de estudio y fue el de comparación de dos poblaciones independientes, diseño completamente al azar. Se hizo una prueba t de Student para poblaciones independientes. Los tratamientos fueron los dos tipos de sombra de los sitios A y B, sombra predominante de *T. amazonia* y sombra predominante de especies del género *Inga*.

Se realizaron análisis químicos en laboratorio de hojas y madera para la obtención de carbono y nitrógeno en los dos sitios experimentales.

Resultados y discusión

Especies encontradas en la zona de estudio

Se registró un total de 50 individuos, 46 árboles de sombra y 4 arbustos representados en 6 familias, 8 géneros y 8 especies, en ambos sitios (Cuadro 1), de las cuales la familia Fabaceae fue el grupo con mayor diversidad, representadas por chalum (*I. micheliana*) y guagua (*Inga* sp.). También se destaca la presencia de guayabo volador (*T. amazonia*) de la familia Combretaceae. Cabe señalar que estas especies son ampliamente conocidas y usadas como sombra para el café.

Según Miranda (1998), la vegetación típica de la región del Soconusco corresponde a una selva alta perennifolia, la cual está constituida por un número elevado de especies arbóreas, sin que algunas de ellas muestren un predominio definitivo. En concordancia con los resultados de este estudio, en el Cuadro 2 se presentan las especies con mayor relevancia encontradas; en el sitio A, tal es el caso de *T. amazonia*, y en el sitio B las predominantes fueron las especies del género *Inga*, siendo la más frecuente *I. micheliana*. Este último fue donde se encontró mayor diversidad de árboles de sombra.

Existen algunos trabajos que hacen énfasis en la estructura arbórea en sistemas de producción de café tales como lo reportado por Goldberg y Jiménez-Ávila (1980), en el que describen tres estratos, uno de *Inga leptoloba* Schlecht, otro de *Inga jinicuil* Schltdl como árboles de sombra; y un tercer estrato que es una mezcla intercalada de árboles frutales como plátano y naranjo. Para el caso de lo reportado en los dos sistemas de café bajo sombra en esta investigación, en el sitio B se encontraron estratos de árboles de *I. micheliana*, *Inga* sp, *N. membranacea*, y árboles frutales y maderables como aguacate, mandarina y primavera, distinto al sitio A, que tiene una sombra monoespecífica de *T. amazonia*; esto hace suponer que los sistemas de producción con café presentan estructuras diferentes siempre que suelen ser asociados con árboles de sombra.

En cuanto a la densidad arbórea, Romero et al. (2002) señalan que hay de 282 ± 159 árboles por hectárea en sistemas agroforestales con café bajo sombra de *Inga* sp. y en cafetales con sombra de especies múltiples van de 457 ± 257 de árboles de sombra por hectárea y una riqueza de especies en 100 m^2 de 1.6 ± 0.7 y 3 ± 1 . En cuanto a los resultados de este trabajo, se tiene que hay una densidad de 76 árboles por hectárea en el sitio A y 108 árboles por hectárea en el sitio B; esto significaría que los sistemas de sombra múltiple tienden a ser más densos, en contraste con los sistemas de sombra específica.

En cafetales tradicionales bajo sombra en Chiapas, México, Soto-Pinto et al. (2002) encontraron en promedio 2.6 estratos de sombra, con una riqueza de especies de sombra de 3.5 con un rango de 1 a 8 especies en 100 m^2 , y un índice de diversidad de 3.5 con un mínimo de 0 y un máximo de 6.72 en 100 m^2 . Por otro lado, en el norte de Chiapas

se encontró una gran complejidad de los sistemas de cafetales, siendo importantes los agrosistemas de cafetal bajo sombra como refugio de plantas leñosas y como hábitat para la fauna asociada. La densidad promedio de árboles que se encontró fue de 371.4 árboles por hectárea (Soto-Pinto et al. 2001).

En otras regiones del país se han realizado evaluaciones para determinar la riqueza de árboles en fincas cafetaleras activas y abandonadas (10-20 años). En estas se encontraron de 51 y 61 especies de árboles en promedio, respectivamente, en 4 000 m² con distribuciones espaciales agregadas (López-Gómez y Williams-Linera, 2006).

Medición de los árboles adultos y juveniles

En lo que se refiere a los promedios de las alturas y DAP, en el sitio A se encontraron promedios de 100.99 cm de DAP y 15.34 m de altura en los árboles de sombra de *T. amazonia*, mientras que en el sitio B se encontraron promedios de 32.86 a 34.01 cm de DAP y 9.91 m de altura en árboles de especies del género *Inga*; *I. micheliana* e *Inga* sp., las cuales fueron predominantes (Cuadro 3).

Los promedios de alturas y DAP en el sitio A fueron mayores y no presentaron diferencias entre periodos en comparación a las que presentó el sitio B, ya que en este sistema permanente de café bajo sombra se encontraron predominando árboles del paisaje silvestre con mayor crecimiento. Estos árboles fueron de *T. amazonia* de 60 años de edad, mientras que en el otro sitio B se encontraron árboles en crecimiento como especies del género *Inga*, *I. micheliana*, *Inga* sp., de entre 15-25 años de edad.

Estimación de la densidad de la madera y biomasa y carbono acumulado

De acuerdo con el método de Brown (1997 en Rendón y Soto, 2007), la densidad estimada de la madera fue 0.48 g cm⁻³.

Como se observa en el Cuadro 4, durante los cuatro periodos de muestreo, en el sitio A no hubo un incremento significativo del almacenamiento de carbono, mientras que en el sitio B hubo un incremento gradual durante los cuatro periodos. Esto puede deberse a que la dinámica de crecimiento de las especies de ese sitio está en aumento, mientras que en el sitio A los árboles de *T. amazonia* han alcanzado su máximo crecimiento, aunque se debe considerar que esta especie es común en selvas tropicales y que la importancia que tiene como sombra en cafetales es la de preservar elementos del paisaje silvestre.

En otros estudios que involucran la captura o almacenamiento de carbono, como el realizado por Castañeda et al. (2005), con *Bambusa oldhamii* en etapa de crecimiento, encontraron que la biomasa aumentó gradualmente con la edad de la plantación, por lo que

hubo aumento de diámetro del tallo y más acumulación de carbono. Esto fue similar a los resultados obtenidos en este estudio para el caso del el sitio B (Cuadro 4). Por otro lado, estudios de PROCAFE (Virginio y Abarca, 2008) determinaron que en los sistemas agroforestales con café en El Salvador presentaron los siguientes valores de almacenamiento de carbono: sistema rústico 174 t ha⁻¹; sistema tradicional 101 t ha⁻¹; bosque (196 t ha⁻¹; sistema moderno 118 t ha⁻¹; y sistema comercial 76 t ha⁻¹). Estos resultados se asemejan al sistema de café con sombra predominante de *T. amazonia*, sitio A (Cuadro 5).

Para el caso de Costa Rica, uno de los primeros estudios fue el realizado por Fournier (1995 citado por Virginio y Abarca, 2008) en los años noventa, donde encontró que un sistema agroforestal con café (árboles, cafetos, hierbas del suelo, hojarasca y materia orgánica del suelo) tenía 198 tC ha⁻¹. En otros casos Lapeyre et al. (2009) cuantificaron para un sistema agroforestal con cacao asociado a especies forestales de 15 años 47.2 t C ha⁻¹ (0.028 t C ha⁻¹ en componente herbáceo y 5.07 t C ha⁻¹ en mantillo) y para un sistema agroforestal de café-guaba (*Inga edulis*) de 4 años 19.3 t C ha⁻¹ (0.027 t C ha⁻¹ en componente herbáceo y 3.98 t C ha⁻¹ en mantillo).

En bosques húmedos en biomasa aérea, en Centroamérica, se han reportado valores de carbono de entre 111.4 a 137.8 t C ha⁻¹. En Costa Rica (Segura, 1999); 145.6 y 183.2 tC ha⁻¹ en Nicaragua (Lagos y Venegas, 2003) y 104.80 t C ha⁻¹ en Guatemala (Arreaga, 2002). En Panamá (Kraenzel et al. 2003) 104.5 t C ha⁻¹. Sin embargo, estas cantidades son más altas que lo encontrado en Hojancha, zona del pacífico seco de Costa Rica, donde se encontró entre 33.8 y 37.9 t C ha⁻¹ (Cubero y Rojas, 1990).

En el Cuadro 6 de acuerdo con las comparaciones de medias por parcelas independientes y la prueba de *t* de Student (Cuadro 7), se muestra que en los cuatro periodos en lo que respecta el tratamiento 1 (sitio A) sombra predominante de *T. amazonia*, la media fue de 17.6218 y se mantuvo con esa misma cantidad de media durante los cuatro periodos, en el tratamiento 2 (sitio B) predominante de especies del género *Inga* fueron diferentes los valores de medias y aumentaron gradualmente los valores en cada periodo; estos fueron de 1.5610 en el periodo I, 1.6090 periodo II, 1.6524 periodo III y 1.7071 en el periodo IV, en la comparación de medias del total de carbono acumulado los valores de cada tratamiento nos muestran que tienen una diferencia altamente significativa: en el tratamiento 1 (sitio A) tuvo el valor de 17.6218, y en el tratamiento 2 (sitio B) tuvo el valor de 1.6319 por lo que esto nos indica que acumularon cantidades diferentes de carbono, siendo el tratamiento 1 (sitio A) donde hubo mayor acumulación.

Contenido de carbono en biomasa aérea por compartimento (hoja y madera)

En cuanto al carbono acumulado en la biomasa viva, se tuvo que en el sitio A, representó mayor acumulación de carbono en la madera (47.8%) y en las hojas (39.8%), de *T. amazonia*, mientras

que en el sitio B (Cuadro 8), aquel se encontró principalmente en la madera de *Inga* sp. siendo la mayor acumulación de carbono en la madera (50.1%) y en la hoja (39.8%). En las demás especies como *I. micheliana* se encontró en hoja (38.6%) y madera (47.4%) y en *N. membranacea*, en hoja (39.4%) y madera (49.3%).

En sistemas similares, en África, en el sur de Camerún, Sonwa (2004) realizó un estudio en sistemas agroforestales con cacao, en el que demostró que este almacena en promedio 243 mg de carbono al año. En este estudio se demostró que en una hectárea con plantas asociadas con el cacao representaron el 70% de almacenamiento de carbono, mientras que los árboles de cacao representaron el 15%. En otra categoría, las plantas medicinales representaron el 6% y la madera el valor más alto con 25%. Se menciona, además, que algunas especies, tales como árboles de *T. superba* (Combretaceae), ayudan a contribuir en gran medida al almacenamiento de carbono, lo cual fue similar a lo encontrado en este estudio en sistemas de café bajo sombra en Cacahoatán, Chiapas, México (Cuadro 8).

Contenido mineral de la hoja y madera

Los aportes de minerales fueron de 1.84%N en la hoja y 0.7%N en la madera de *T. amazonia*, en el periodo I, que fue al inicio del estudio; y en el periodo IV, que fue al final del estudio, se obtuvo en la hoja 3.3%N y en la madera 1.01%N. En el sitio B, 1.89%N en la hoja, 1.13%N en madera de *I. micheliana*, 2.07%N en hoja y 0.59%N en madera *Inga* sp. 1.50%N en hoja, 0.9%N en madera en *N. membranacea*, en el periodo I, al inicio; y en el periodo IV, al final del estudio, se encontró 3.7%N en la hoja, 1.4%N en madera de *I. micheliana*, 3.3%N en hoja y 0.7%N en madera *Inga* sp. 4.4%N en hoja, 1.09%N en madera en *N. membranacea*.

El agroecosistema de café manejado bajo sombra tuvo gran semejanza a la vegetación natural, mediante ciclos de nutrimentos, por esto el porcentaje de nitrógeno en hoja y madera fue mayor en la temporada de lluvia en los meses de junio-septiembre (III-IV) periodo.

Conclusiones

Los árboles de sombra en los dos sistemas de producción de café de este estudio fueron una mezcla de especies con tendencia hacia la dominancia de las familias Fabaceae y Combretaceae.

Los sistemas de café con sombra proveen servicios ambientales como captura de carbono y mantenimiento de la biodiversidad, por lo que no se rechaza la hipótesis planteada, la cual supone que los cafetales, dada su condición umbrófila y diversidad, representan sistemas agroforestales para ser considerados en los programas de servicios ambientales. Se considera que el uso de árboles de sombra podría ayudar en los sistemas de café para la sostenibilidad ecológica y financiera a largo plazo.

Los sistemas de producción permanentes con mayor crecimiento presentaron los valores más altos de acumulación de carbono en la biomasa aérea, siendo mayor el sistema de café con sombra predominante de *Terminalia amazonia* que almacenó 193.83 tC ha⁻¹.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Sistema Institucional de Investigación de la Universidad Autónoma de Chiapas por el financiamiento otorgado para la realización de este trabajo de investigación y al Cuerpo Académico Consolidado de Agricultura Tropical Ecológica.

Bibliografía

- Arreaga, W. E. (2002). *Almacenamiento de carbono en bosques con manejo forestal sostenible en la reserva de Biosfera Maya, Petén, Guatemala*. Tesis de maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Castañeda, M. A., Vargas, H. J., Gómez, G. A., Valdez, H. J., y Vaquera, H. H. (2005). Acumulación de carbono en la biomasa aérea de una plantación de *Bambusa oldhamii*. *Agrociencia*, 39(1), 107-116.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. C., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J. -P., Nelson, B. W., Ogawa, H., Puig, H., Riéra, B., y Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145, 87-99.
- Cubero, J. A., y Rojas, S. A. (1990). *Fijación de carbono en plantaciones forestales de melina (Gmelina arborea Roxb), teca (Tectona grandis) de Hojancha, y Nicoya, Guanacaste, Costa Rica*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Curtis, J. T., y McIntosh, R. P. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32, 476-496.
- De Jong, B., Jiménez, F. G., y Soto-Pinto, L. (2007). Agroforestería y secuestro de carbono. En: G. Jiménez-Ferrer, J. Nahed y L. Soto-Pinto (eds.). *Agroforestería pecuaria en Chiapas*, (pp. 27-31). San Cristóbal de las Casas: El Colegio de la Frontera Sur.
- Escamilla, P. E., Licona, A. L., Díaz, S., y Santoyo, H. (1994). *Los sistemas de producción de café en el centro de Veracruz, México. Un análisis tecnológico*. Chapingo: CIESTAAM (DCR) / CRUO / Universidad Autónoma Chapingo.
- García, E. (1987). *Modificaciones del sistema de clasificación climática de Köppen* (Cuarta edición). México: INEGI.
- Goldberg, A. D., y Jiménez-Ávila, E. (1980). Estudios ecológicos en el agroecosistema cafetalero IV. Distribución de la biomasa aérea en diferentes estratos del cafetal. En E. Jiménez-Ávila y A. Gómez-Pompa (eds.). *Estudios ecológicos en el agroecosistema cafetalero*, (pp. 55-63). Xalapa: Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.
- Kraenzel, M., Castillo, A., Moore, T., y Potvin, C. (2003). Carbon storage of harvest age teak (*Tectona grandis*) plantations, Panamá. *Forest Ecology and Management*, 173, 213-225.
- Lagos, O., y Venegas, S. (2003). *Impacto del aprovechamiento forestal en la biomasa y carbono de bosques naturales de Nueva Quesada, Río San Juan*. Tesis de licenciatura. Universidad Centroamericana, Managua, Nicaragua.
- Lapeyre, T., Alegre J., y Arévalo L. (2009). Determinación de las reservas de carbono de la biomasa aérea, en diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín, Perú. *Biología Aplicada*, 3(1-3), 35-44.
- López-Gómez, A. M., y Williams-Linera, G. (2006). Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Boletín de la Sociedad de Botánica de México*, 78, 7-15
- Medina, B. Y., Muñoz, C. Y., Haggar, J., y Aguilar, R. M. (2006). *Metodología para la evaluación de servicios ambientales*. Guatemala: ANACAFE/ Embajada Británica.
- Miranda, F. (1998). *La vegetación de Chiapas* (Tercera edición). Tuxtla Gutiérrez, México: Consejo Estatal para la Cultura y las Artes de Chiapas.
- Moguel, P., y Toledo, V. M. (1996). El café en México, ecología, cultura indígena y sustentabilidad. *Ciencias*, 43, 40-51

- Pennington, T. D., y Sarukhán, J. (2000). *Árboles Tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies* (Tercera edición). México: UNAM/FCE.
- Rendón, C., y Soto-Pinto, L. (2007). *Metodología rápida para la estimación y monitoreo de carbono*. Chiapas: El Colegio de la Frontera Sur, Conacyt.
- Romero, A. Y., Soto-Pinto, L., García, L. B., y Barrera, G. F. (2002). Coffee yield and soil nutrients under the shade of *Inga* sp. vs. multiple species in Chiapas, México. *Agroforestry Systems*, 54(3), 215- 224.
- Segura, M. A. (1999). *Valoración del servicio de fijación y almacenamiento de carbono en bosques privados en el Área de Conservación Cordillera Volcánica Central, Costa Rica*. Tesis de maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Sonwa, D. J. (2004). *Biomass management and diversification within cocoa agroforest in the humid forest zone of Southern Cameroon*. Göttingen, Alemania: Cuvillier Verlag
- Soto-Pinto, L. (2000). *Estudio Agroecológico del sistema de café de sombra en comunidades indígenas de Chiapas, México*. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Soto-Pinto, L., Perfecto, I., Castillo-Hernández, J., y Caballero-Nieto, J., (2000). Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal Zone of the state of Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 80, 61-69.
- Soto-Pinto, L., Romero, Y. A., Caballero, J. N., y Segura, G. W. (2001). Woody plant diversity and structure of shade-grown-coffee plantations in Northern Chiapas, Mexico. *Revista Biología Tropical*, 49(3), 901-911.
- Soto-Pinto, L., Perfecto, I., y Caballero, N. J. (2002). Shade over coffee: its effects on Berry borer, leaf rust and spontaneous herb in Chiapas, México. *Agroforestry Systems*, 55(1), 37-45.
- Virginio, E., y Abarca, S. (2008). Cafetales para servicios ecosistémicos, con énfasis en el potencial de sumideros de carbono. El caso de cooperativas cafetaleras afiliadas a PROCAFE Costa Rica. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Elias_De_Melo_Virginio_Filho/publication/272181060_Cafetales_para_servicios_ecosistemicos_con_énfasis_en_el_potencial_de_sumideros_de_carbono_El_caso_de_cooperativas_cafetaleras_afiliadas_a_COOCAFE_Costa_Rica/links/54de79640cf2510fcee3d7cc/Cafetales-para-servicios-ecosistemicos-con-énfasis-en-el-potencial-de-sumideros-de-carbono-El-caso-de-cooperativas-cafetaleras-afiliadas-a-COOCAFE-Costa-Rica.pdf

Cuadro 1. Especies de sombra de dos sistemas de café, familias y forma de vida

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	Origen	Tipo de vegetación
Agavaceae	<i>Yucca elephantipes</i> Regel ex Trel	Izote	A	N	BT
Bignoniaceae	<i>Tabebuia donnell-Smithii</i> Rose	Primavera	A	I	BT
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	Guayabo Volador	A	N	BT
Fabaceae	<i>Inga micheliana</i> Harms	Chalum	A	N	BT
	<i>Inga</i> sp.	Guagua	A	N	BT
Rutaceae	<i>Citrus nobilis</i> Lour	Mandarina	A	I	BT
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	Aguacate	A	I	BT
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i> (Swartz) Griseb	Tepemixtle	A	N	BT

A=Árbol N=Nativa I= Introducida BT= Bosque Tropical

Cuadro 2. Índice de Valor de Importancia (IVI)

Especie	Densidad Relativa	Frecuencia
Sitio A		
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	57.89	11
<i>Inga micheliana</i> Harms	36.8	7
<i>Nectandra membracea</i> (Swartz) Griseb	5.26	1
Sitio B		
<i>Inga micheliana</i> Harms	48.38	15
<i>Tabebuia donnell-smithii</i> Rose	6.45	2
<i>Citrus nobilis</i> Lour	6.45	2
<i>Yucca elephantipes</i> Regel ex Trel	12.90	4
<i>Nectandra membranacea</i> (Swartz) Griseb	6.45	2
<i>Inga</i> sp.	6.129	5
<i>Persea americana</i> Mill	3.22	1

Cuadro 3. Promedio de altura y diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles de sombra en el sistema de café en 2500 m²

	I PERIODO		II PERIODO		III PERIODO		IV PERIODO	
	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)
Sitio A								
Promedio	100.99	15.34	100.99	15.34	100.99	15.34	100.99	15.34
Sitio B								
Promedio	32.86	9.91	33.22	9.91	33.73	9.91	34.01	9.91

Cuadro 4. Resultados del total de biomasa y carbono acumulado en toneladas por hectárea durante cuatro periodos en un año en dos sistemas agroforestales de café con sombra; uno predominante de *T. amazonia* y otro predominante de especies del género *Inga* y *N. membranacea*. Biomasa total estimada de acuerdo con la fórmula de Chave et al. (2005): $Y = \exp(-2.977 + \ln[\rho D^2 h])$

	I PERIODO	II PERIODO	III PERIODO	IV PERIODO
Sitio A				
Biomasa total	48456.65	48456.65	48456.65	48456.65
t C ha ⁻¹	193.83	193.83	193.83	193.83
Sitio B				
Biomasa total	8192.57	8447.99	8672.72	8967.86
t C ha ⁻¹	32.77	33.79	34.69	35.87

Cuadro 5. Cuadro de comparación de carbono encontrado en diferentes estudios

Lugares	tC ha ⁻¹
El Salvador	174
Costa Rica	198
Nicaragua	145 - 183.2
Guatemala	104.80
Panamá	104.5
Cacahoatán, Chiapas, México	Sitio A 193.83
	Sitio B 35.87

Cuadro 6. Comparación de medias del carbono acumulado en cada periodo y media del carbono total en los cuatro periodos en cada sitio

TRATAMIENTO Y SITIO	PERIODOS				MEDIA DEL TOTAL DE LOS CUATRO PERIODOS
	I	II	III	IV	
T1 (A)	17.6218 a	17.6218 a	17.6218 a	17.6218 a	17.6218 a
T2 (B)	1.5610 b	1.6090 b	1.6524 b	1.7071 b	1.6319 b

Cuadro 7. Estadístico de prueba *t* de Student, comparación de medias por parcelas independientes

PERIODO I	PERIODO II	PERIODO III	PERIODO IV	TOTAL DE CARBONO ACUMULADO
<i>t</i> = 7.0144 <i>t</i> -Student (<i>a</i> =0.05, <i>g.l.</i> = 30) =2.042	<i>t</i> = 6.9814 <i>t</i> -Student (<i>a</i> =0.05, <i>g.l.</i> = 30) =2.042	<i>t</i> = 6.9471 <i>t</i> -Student (<i>a</i> =0.05, <i>g.l.</i> = 30) =2.042	<i>t</i> = 6.9068 <i>t</i> -Student (<i>a</i> =0.05, <i>g.l.</i> = 30) =2.042	<i>t</i> = 6.9629 <i>t</i> -Student (<i>a</i> =0.05, <i>g.l.</i> = 30) =2.042
<i>t</i> -Student (<i>a</i> =0.01, <i>g.l.</i> = 30) =2.750	<i>t</i> -Student (<i>a</i> =0.01, <i>g.l.</i> = 30) =2.750	<i>t</i> -Student (<i>a</i> =0.01, <i>g.l.</i> = 30) =2.750	<i>t</i> -Student (<i>a</i> =0.01, <i>g.l.</i> = 30) =2.750	<i>t</i> -Student (<i>a</i> =0.01, <i>g.l.</i> = 30) =2.750

Cuadro 8. Contenido de carbono (%) en el compartimento biomasa aérea

ESPECIE	Hoja	Madera
	% C	% C
SITIO A		
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	39.8	47.8
SITIO B		
<i>Inga micheliana</i> Harms	38.6	47.4
<i>Inga</i> sp.	39.4	50.1
<i>Nectandra membranacea</i> (Swartz) Griseb	39.4	49.3

Cuadro 9. Contenido de Nitrógeno (%) del compartimento biomasa aérea

Especie	Hoja		Madera	
	Periodo I-II	Periodo III-IV	Periodo I-II	Periodo III-IV
	% N	% N	% N	% N
SITIO A				
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	1.84	3.30	0.70	1.01
SITIO B				
<i>Inga micheliana</i> Harms	1.89	3.7	1.13	1.40
<i>Inga</i> sp	2.07	3.3	0.59	0.70
<i>Nectandra membranacea</i> (Swartz) Griseb	1.50	4.4	0.90	1.09

4.4 Selección de variedades híbridas F1 de café arábica para los sistemas agroforestales mexicanos

Luc Villain^{1,2}

Jean-Christophe Breidler^{1,2}

Benoît Bertrand¹

Hervé Etienne¹

Frédéric Georget¹

Claudine Campa⁴

Lucile Toniutti¹

Melanie Bordeaux⁵

Correo de correspondencia: luc.villain@inecol.mx

Resumen

La productividad y rentabilidad de las plantaciones de café arábica se ven significativamente afectadas, hasta un 30%, cuando están bajo sombra. Se debe a que la mayoría de las variedades de café actualmente cultivadas fueron seleccionadas para sistemas intensivos a pleno sol –en particular de Brasil, origen de la mayor parte de estas variedades modernas–. En colaboración con instituciones públicas y empresas privadas de

1. CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) / UMR IPME (Interactions Plantes Microorganismes et Environnement).

2. Inecol (Instituto de Ecología, A. C.).

3. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).

4. IRD (Institut de Recherche pour le Développement) / UMR IPME (Interactions Plantes Microorganismes et Environnement).

5. Cafetalera Nicafrance, S. A.

la región (México y Centroamérica), el CIRAD inició en los noventa un nuevo esquema de mejoramiento varietal con la selección de híbridos F1 (HF1) resultando de cruces entre cultivares y accesiones silvestres de *Coffea arabica* de Etiopía, su país de origen, donde crece en los sotobosques de altiplanos. Las metas iniciales de esta selección de HF1 eran: i) ampliar la estrecha base genética actual del material cultivado aportando genes de interés para la resistencia a plagas y enfermedades pero sin afectar la calidad organoléptica del grano; ii) conseguir altos niveles de producción gracias al vigor híbrido de los F1; iii) acortar los procesos de creación varietal, muy largos mediante la selección genealógica clásica (15-25 años). Si bien se alcanzaron estos objetivos de selección, los ensayos de HF1 en campo mostraron también que estas variedades presentan además, una excelente adaptabilidad a la sombra manteniendo en sistemas agroforestales un alto nivel de producción: hasta un 30-40% más que las variedades clásicas más productivas. Iniciamos estudios para identificar y entender los mecanismos moleculares relacionados con la condición heterocigota y el reloj circadiano de los cafetos regulando sus principales funciones fisiológicas (metabolismo primario y fotosíntesis) que permiten una optimización de estas funciones fisiológicas en condiciones de sombra. La identificación de estos mecanismos permitirá la elaboración de marcadores moleculares o biológicos para seleccionar rápidamente los futuros progenitores y los individuos F1 élites mejor adaptados a los sistemas agroforestales.

Palabras clave: heterosis, *Coffea*, reloj circadiano, cambio climático, sombra

Abstract

Productivity and cost-effectiveness of arabica coffee plantations decrease around 30% when grown under shade. The main cause being that coffee cultivars were selected for intensive growing systems under sun, as in Brazil from where most of the modern arabica currently worldwide cultivated varieties come from. In collaboration with public institutions and private sector of Central America and Mexico, the CIRAD, from France, started in the 90's a new arabica coffee breeding strategy with the selection of F1 hybrids (HF1) as the result of crossing cultivars from the American continent with wild accessions of Coffea arabica from Ethiopia, where this species originated as an understory bush of highland humid forests. The initial aim of this HF1 selection were to: i) expand the actual narrow genetic basis of cultivated germplasm providing new genes of interest like for pest and disease resistance or organoleptic quality; ii) achieve high productivity levels thanks to heterosis; iii) reduce the duration of breeding programs which are very long by classical genealogic selection (15-25 years). Beyond these achieved objectives, field experiments showed that the selected HF1 present an excellent adaptability to shaded growing systems where they maintain high productivity (up to 30-40% more than the most productive classical cultivars). We recently started studies in order to identify and understand the molecular mechanisms

related to the heterosis condition and the circadian clock of the coffee trees regulating their main physiological functions (primary metabolism and photosynthesis) which allow an optimization of these physiological functions under shade. The identification of such mechanisms will allow developing molecular and biological markers to assist fast selection of future progenitors and the elite F1 individuals better adapted to agroforestry systems.

Keywords: heterosis, *Coffea*, circadian clock, climate change, shade

Introducción

La problemática de baja rentabilidad y sustentabilidad de los sistemas agroforestales (SAF) con café en México

Existe una gran problemática que no es inherente a los SAF de producción y que es la de la comercialización del café por parte de los pequeños productores, sometidos en su gran mayoría al sistema de coyotaje, vendiendo una materia prima, el café cereza, que no les permite conseguir un valor agregado suficiente de su producto para que su cultivo sea rentable. Esta problemática, que genera una descapitalización de los pequeños productores, encontrará soluciones bajo el desarrollo de nuevos esquemas de organizaciones campesinas.

Existe también otra problemática de ámbito agronómico y no de menor importancia que es la muy baja productividad de los sistemas agroforestales mexicanos (SAM) con café. Si una de las razones de esta baja productividad es la falta de mantenimiento de los cafetales (fertilización, podas, control de plagas, enfermedades y adventicias) por supuesto relacionada con la descapitalización de los productores, también existe una razón importante que es de ámbito varietal, ya que la totalidad de las variedades actualmente cultivadas sufren una importante baja de productividad de hasta un 30% cuando están cultivadas bajo sombra (Bertrand et al. 2011). Además, las variedades más tradicionales proveen café de alta calidad pero son altamente susceptibles a la roya del cafeto, cuyas epidemias han sido muy impactantes en toda la región de mesoamérica desde 2011, posiblemente en relación con anomalías climáticas que aparecen cada vez más frecuentes e intensas (Avelino et al. 2015; Cilas et al. 2016).

Una previa selección varietal enfocada a sistemas intensificados de cultivo a pleno sol

Después de una primera domesticación del *Coffea arabica* en Yemen, donde es todavía cultivado a pleno sol, a partir de una base genética muy estrecha basada en dos poblaciones, Típica y Borbón, se ha operado, sobre todo en Brasil, una selección de variedades muy productivas de porte alto como el Mundo Novo (resultando de la cruce

entre las dos poblaciones fundacionales) y de porte bajo como el Caturra (mutación de una población de Borbón por un solo gen dando el porte bajo) y el Catuai (cruza de Caturra con Mundo Novo), todas adaptadas a sistemas intensivos de producción a pleno sol (Van der Vossen et al. 2015). Todas las variedades más recientes actualmente cultivadas en Latinoamérica conocidas como Catimores y Sarchimores resistentes a la roya derivan de estas variedades. Durante los tres últimos años productores mexicanos se interesaron en estos cultivares debido a las últimas epidemias de roya a las que los SAF de café no se encuentran adaptados ya que: i) su floración y, por consecuente, su productividad se ve muy afectada bajo condiciones de sombra; ii) presentan una alta susceptibilidad a la enfermedad “ojo de gallo” (*Mycena citricolor*), cuyo desarrollo es muy favorecido bajo las condiciones húmedas y frescas de sombra, y cuyo control es muy difícil de lograr sin modificar el agroecosistema (reducción drástica de sombra) (Liebig et al. 2015). Además, estas variedades con alto potencial productivo requieren de un manejo mucho más tecnificado e intensificado en términos de fertilización y manejo de tejidos; de lo contrario, ocurren procesos de agotamiento precoz, lo que las vuelve poco prácticas para muchos de los pequeños productores. Finalmente, para muchas de estas variedades, en particular dentro de los Catimores, la adquisición de resistencia a la roya mediante la introgresión de genes de resistencia de *C. canephora* (Robusta) por hibridación inter-específica (híbrido de Timor) se acompañó también de la introgresión de genes no deseables y responsables de una menor calidad organoléptica que las variedades tradicionales (Bertrand et al. 2003).

Una nueva estrategia de creación varietal de arábicas mediante la creación de híbridos F1 (del gen de café al productor de café)

Con el fin de ampliar la base genética muy estrecha del material vegetal actualmente cultivado en Latinoamérica, el CIRAD desarrolló en los noventa y a inicio de los años del dos mil, en colaboración con instituciones públicas y empresas privadas de la región, en México y Centroamérica, una nueva estrategia de mejoramiento varietal con la selección de híbridos F1 (HF1) resultando de cruza entre cultivares americanos y accesiones silvestres de *Coffea arabica* de Etiopía y Sudán (Van der Vossen et al. 2015). Este nuevo esquema de selección varietal aportó varios e importantes beneficios:

- Obtener variedades con un importante vigor híbrido que le otorga a las plantas un alto potencial productivo aún bajo sombra y sin necesidad de recurrir a programas intensivos de fertilización.
- Combinar diferentes genes de interés por parte de los dos padres, sea de productividad o de resistencia a plagas y enfermedades.

- Seleccionar plantas madres de los HF1 que presentan todas estas características agronómicas pero que también proveen una buena o excelente calidad organoléptica.
- Acortar los procesos de creación varietal muy largos mediante la selección genealógica clásica (15-25 años).

Recientemente estudios moleculares, usando las últimas técnicas de amplificación/secuenciación, permitieron una mejor caracterización genética del germoplasma silvestre de *C. arabica* evidenciando tres grupos genéticos distintos (personal sin publicar) a la cual se estará asociando una caracterización fenotípica en curso de realización.

Estos nuevos conocimientos abren una nueva vía de selección de HF1, asistida por marcadores moleculares y biológicos y específicamente enfocada a la selección de material vegetal adaptado a los SAF y al cambio climático. El desarrollo de estos nuevos marcadores alélicos, epigenéticos, metabólicos y moleculares permitirán una selección amplia y rápida tanto de los mejores progenitores como de los individuos élites dentro de las F1 y finalmente una creación rápida de variedades híbridas F1 bien adaptadas a los SAF y a las condiciones locales.

La recién secuenciación de los genomas de *C. canephora* (Denoeud et al. 2014) y *C. arabica* (Phytozome, 2017), especie alotetraploide resultando de la hibridación de *C. canephora* y *C. eugenioides* y presentando los dos subgenomas de estas dos especies (Lashermes et al. 1999; Cenci, Combes y Lashermes, 2012), así como los últimos avances en técnicas de secuenciación vuelven todavía más factibles estas estrategias de selección varietal rápida y “hecha a medida”.

Preguntas biológicas a las cuales debemos de contestar para poder desarrollar nuevas variedades de café adaptadas a los SAF de pequeños productores

Con el fin de responder a esta necesidad de los pequeños caficultores de poder disponer de variedades de café que sean a la vez: suficientemente productivas en los diferentes tipos de sistemas agroforestales –desde el más rústico hasta el más tecnificado–; resistentes y/o tolerantes a las principales plagas y enfermedades, en particular a la roya anaranjada (*Hemileia vastatrix*); que les permitan producir un café de alta calidad organoléptica para ser competitivos en el mercado, tenemos que contestar la diferentes preguntas biológicas a nivel de ciencia básica:

- ¿Podemos desarrollar variedades de café más resilientes a las fluctuaciones climáticas sin sufrir pérdidas de producción?
- ¿Podemos desarrollar SAF con café sin comprometer las cosechas?

- ¿Cómo podemos usar nuestro conocimiento sobre la actividad fotosintética y su optimización mediante la hibridación para seleccionar variedades bien adaptadas a los SAF?
- ¿Cómo los cafetos integran las diferentes señales ambientales y responden a estas mismas bajo las condiciones de los SAF *versus* a pleno sol?
- ¿Cuál es la base molecular/bioquímica del vigor híbrido, heterosis, de los híbridos F1 adaptados a los SAF?

Propuesta de investigación

Conocimientos ya adquiridos para elaborar una hipótesis de trabajo

Posibles mecanismos que llevan a un mejor aprovechamiento del carbono por parte de los híbridos F1

Una mejor eficiencia fotosintética se puede explicar por un mayor periodo de actividad y/o una mayor superficie fotosintéticamente activa y/o por una mayor fotosíntesis por unidad de superficie (hojas esencialmente).

Adaptación a la sombra y metabolismo energético (primario):

Como el factor de adaptabilidad a la sombra no fue tomado en cuenta como criterio de selección para la primera generación de HF1, sino que fue una característica de interés observada *a posteriori*, existe dentro de estas variedades híbridas cierta variabilidad de su nivel de adaptación a la sombra. Por lo tanto, la primera etapa del trabajo consistirá en establecer una metodología de evaluación y selección basada en la eficiencia fotosintética para identificar los híbridos menos y más eficientes bajo sombra. En una segunda etapa, se podrá realizar entonces un estudio comparativo e integrado de los HF1 y de sus padres mediante fenotipaje, estudios fisiológicos de la fotosíntesis, estudios metabolómicos, transcriptómicos y epigenéticos, para establecer los marcadores más confiables que nos permitirán identificar los mejores padres candidatos para realizar nuevas cruzas enfocadas a la obtención de híbridos muy productivos en condiciones de SAF al mismo tiempo que proveedores de granos de alta calidad organoléptica (Figura 1).

Objetivos y metas del proyecto de investigación:

El objetivo del trabajo es comprobar que la medición de fluorescencia fácil y rápida (es decir, que no requiere de un operador con mucha experiencia, contrario a los equipos más complejos que miden los intercambios de gases), puede ser un predictor del índice de sensibilidad fotosintética de las hojas bajo sombra y de su variabilidad genotípica. La

meta es disponer de una herramienta rápida y confiable para poder realizar el fenotipaje a gran escala de los cafetos.

Establecimiento de dispositivos experimentales

Para alcanzar estas metas de elaboración de herramientas de selección asistida de germoplasma de café altamente adaptado a los SAF, establecimos dos dispositivos experimentales complementarios y con propósitos diferentes donde realizamos observaciones frecuentes de todas las variables ya mencionadas:

Experimento en condiciones semi-controladas

Este dispositivo nos permite estudiar la cinética de adaptación a diferentes niveles de sombra (30% *versus* 70%) (Figura 2).

Parcelas experimentales en un gradiente altitudinal (700, 1050 y 1250 msnm)

Este dispositivo en el campo nos permite estudiar la adaptación a la sombra a largo plazo de cafetos adultos (parcela de 1000 m² mitad a pleno sol, mitad bajo malla sombra de 50% homogénea que permite de trabajar a nivel individual de cada planta de 5 años de edad) (Figura 3).

Esquema del dispositivo de parcelas experimentales sobre un gradiente altitudinal mimando el calentamiento global y con exposición a pleno sol *versus* bajo sombra (malla sombra de 50%) y con registro de variables micro-climáticas (Figura 4).

Propuesta de un proyecto de mejoramiento varietal de *C. Arabica* enfocado hacia la eficiencia en SAF “Breeding of Coffee hybrids for Mexican AgroForestry” (BCMAF)

CIRAD - INECOL / Clúster Biomimic

Después de haber elaborado las herramientas rápidas y confiables de selección de café para los SAF, nos proponemos pasar a la etapa siguiente que consiste en poner en marcha un proyecto innovador de mejoramiento varietal de *C. Arabica* enteramente enfocado hacia la selección y creación de material vegetal con alta eficiencia en SAF. Conjuntamente, los nuevos esquemas de selección de HF1, además de volver posible conseguir nuevas variedades a corto plazo, permite también crear diversidad dentro del material seleccionado accediendo a un conjunto de híbridos F1 con diferentes características

tanto organolépticas en adecuación con las demandas variadas de los diferentes mercados de cafés especiales como agronómicas con diversos potenciales de adaptación a los múltiples SAF mexicanos que presentan una gran diversidad agroecológica (Hernández-Martínez et al. 2009) (Figura 5).

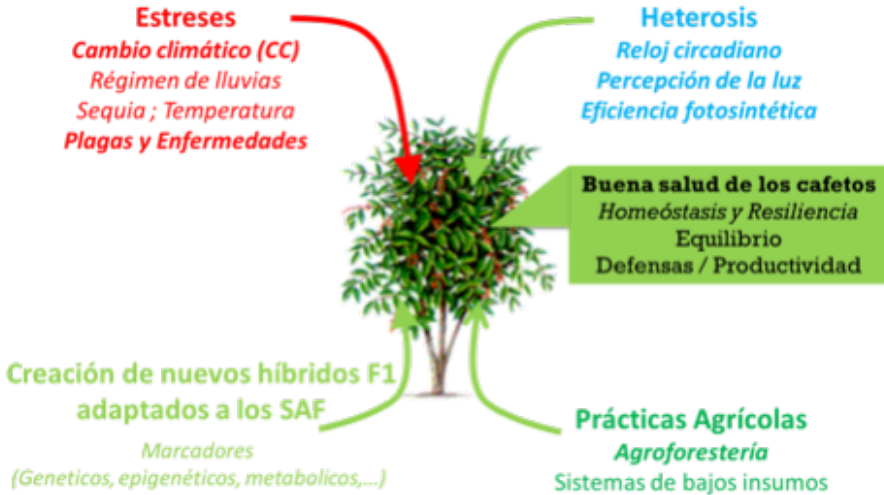
Conclusión

A través de la creación de variedades de café arábica de alta calidad organoléptica y adaptadas al cultivo bajo sombra se trata de contribuir al implemento de sistemas productivos sostenibles y competitivos de café bajo agroforestería principalmente destinados y adaptados a los pequeños productores con el fin de incrementar su bienestar, y, a través de la conservación de los cafetales bajo sombra, seguir proveyendo a la sociedad mexicana los múltiples servicios ambientales que estos mismos aportan (Gordon et al. 2007; Manson et al. 2008; Schroth et al. 2009). Sin embargo, no hay que considerar que el aporte genético a través del material vegetal mejorado es la panacea para todos los problemas de la cafecultura mexicana, sino como una de las múltiples facetas de un enfoque agroecológico y, por lo tanto, holístico tomando en cuenta de igual forma todas los componentes sean abióticos, bióticos, sociales, culturales y económicos del agroecosistema y de su entorno. El cambio climático, cada vez más perceptible, afectará de manera intensa la región mesoamericana y en particular de manera muy drástica las zonas más bajas de producción de café arábica (Hannah et al. 2016; Ovalle-Rivera et al. 2015). Los SAF con café, como sistemas agrícolas climáticamente inteligentes, tendrán un papel cada vez más importante para la mitigación de los efectos de invernadero, en particular con el secuestro de carbono, pero también ofreciendo a los productores sistemas de producción con mayor resiliencia a los efectos de las anomalías climáticas cada vez más frecuentes y con mayor intensidad (sequías, excesos de lluvias, tempestades, canículas, olas de frío, etc.) que tienen un efecto perturbador directo sobre el cultivo pero también indirecto a través del fomento de ciertas plagas y enfermedades (Bertrand et al. 2016; Cilas et al. 2016).

Bibliografía

- Avelino, J., Cristancho, M., Georgiou, S., Imbach, P., Aguilar, L., Bornemann, G., Läderach, P., Anzueto, F., Hruska, A. J., y Morales, C. (2015). The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008-2013): Impacts, plausible causes and proposed solutions. *Food Security*, 7(2), 303-321.
- Bertrand, B., Alpizar, E., Llara, L., Santa-Creo, R., Hidalgo, M., Quijano, J. M., Charmetant, P., Montagnon, C., Georget, F., y Etienne, H. (2011). Performance of *Coffea arabica* F1 hybrids in agroforestry and full-sun cropping systems in comparison with American pure line varieties. *Euphytica*, 181(2), 147-158.
- Bertrand, B., Guyot, B., Anthony, F., y Lashermes, P. (2003). Impact of the *Coffea canephora* gene introgression on beverage quality of *C. arabica*. *Theoretical and Applied Genetics*, 107, 387-394.
- Bertrand, B., Marraccini, P., Villain, L., Breittler, J.-C., y Etienne, H. (2016). Healthy tropical plants to mitigate the impact of climate change - as exemplified in coffee. En E. Torquebiau (ed.), D. Manley y P. Cowan (trads.). *Climate change and agriculture worldwide*, (pp. 83-95). Heidelberg, Alemania: Springer.
- Cenci, A., Combes, M. C., y Lashermes, P. (2012). Genome evolution in diploid and tetraploid *Coffea* species as revealed by comparative analysis of orthologous genome segments. *Plant Molecular Biology*, 78(1-2), 135-145.
- Cilas, C., Goebel, F. R., Babin, R., y Avelino, J. (2016). Tropical crop pests and diseases in a climate change setting - A few examples. En E. Torquebiau (ed.), D. Manley y P. Cowan (trads.). *Climate change and agriculture worldwide*, (pp. 73-82). Heidelberg, Alemania: Springer.
- Denoeud, F., Carretero-Paulet, L., Dereeper, A., Droc, G., Guyot, R., ... Lashermes, P. (2014). The coffee genome provides insight into the convergent evolution of caffeine biosynthesis. *Science*, 345(6201), 1181-1184.
- Gordon, C., Manson, R., Sundberg, J., y Cruz-Angón, A. (2007). Biodiversity, profitability, and vegetation structure in a Mexican coffee agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118, 256-266.
- Hannah, L., Donatti, C. I., Harvey, C. A., Alfaro, E., Rodriguez, D. A., Bouroncle, C., Castellanos, E., Diaz, F., Fung, E., Hidalgo, H. G., Imbach, P., Läderach, P., Landrum, J. P., y Solano, A. L. (2016). Regional modeling of climate change impacts on smallholder agriculture and ecosystems in Central America. *Climatic Change*, 141, 29-45.
- Hernández-Martínez, G., Manson, R. H., Contreras-Hernández, A. (2009). Quantitative classification of coffee agroecosystems spanning a range of production intensities in central Veracruz, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 134, 89-98
- Lashermes, P., Combes, M. C., Robert, J., Trouslot, P., D'Hont, A., Anthony, F., y Charrier, A. (1999). Molecular characterization and origin of the *Coffea arabica* L. genome. *Molecular Genetics and Genomics*, 261, 259-266.
- Liebig, T., Läderach, P., Quiroga, A., Anzueto, F., Matute, N., y Avelino, J. (2015). Spatial decision support for coffee disease management - site-specific shade - environment interaction affecting American leaf spot disease. En *Proceedings of the 25th International Conference on Coffee Science*. ASIC. Paris, Francia.
- Manson, R. H., Hernández-Ortiz, V., Gallina, S., y Mehltreter, K. (eds.). (2008). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. México: Instituto de Ecología / Instituto Nacional de Ecología.
- Ovalle-Rivera, O., Läderach, P., Bunn, C., Obersteiner, M., y Schroth, G. (2015). Projected Shifts in *Coffea arabica* Suitability among Major Global Producing Regions Due to Climate Change. *PLoS ONE*, 10(4), e0124155. doi:10.1371/journal.pone.0124155
- Phytozome. (2017). *Coffea arabica* UCdV0.5 (Coffee bean). Recuperado de https://phytozome.jgi.doe.gov/pz/portal.html#!info?alias=Org_Carabica_er
- Schroth, G., Läderach, P., Dempewolf, J., Philpott, S., Hagggar, J., Eakin, H., Castillejos, T., García Moreno, J., Soto Pinto, L., Hernández, R., Eitzinger, A., y Ramírez-Villegas, J. (2009). Towards a climate change adaptation strategy for coffee communities and ecosystems in the Sierra Madre de Chiapas, Mexico. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 14, 605-625.
- Van der Vossen, H., Bertrand, B., y Charrier, A. (2015). Next generation variety development for sustainable production of Arabica coffee (*Coffea Arabica* L.): a review. *Euphytica*, 204, 243-256.

Figura 1. Características e interacciones con el agroecosistema de un material híbrido F1 adaptado a los SAF



Métodos : Ciencia vegetal, Creación varietal integrada y asistida por marcadores moleculares

Figura 2. Estudio sobre la cinética de adaptación a la sombra

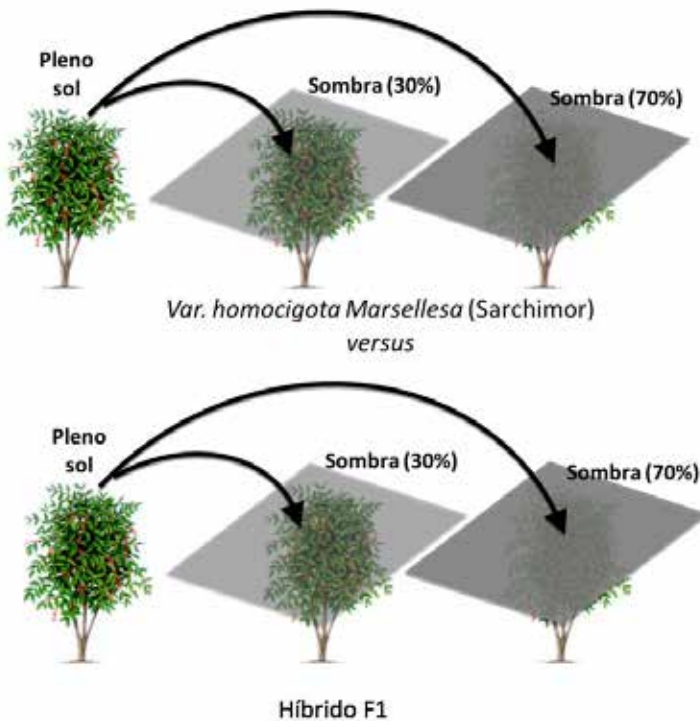


Figura 3. Estudio comparativo de la adaptación de diferentes genotipos de café a la sombra bajo diferentes estreses abióticos y bióticos sobre un gradiente altitudinal mimando el cambio climático

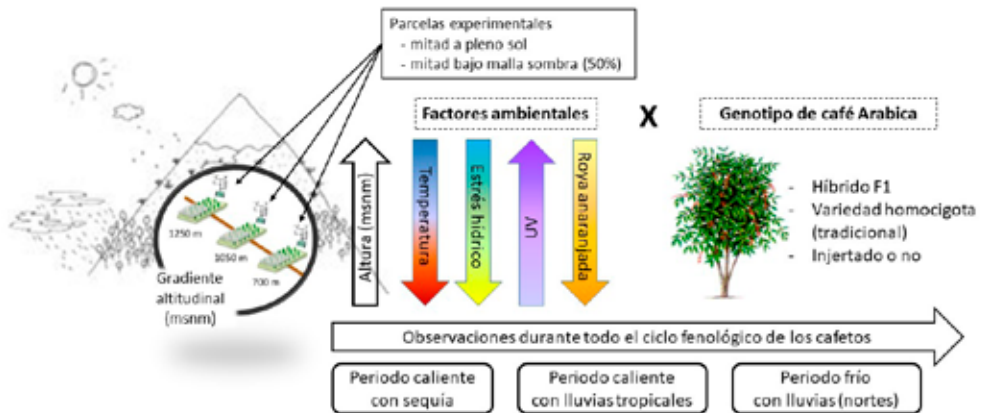


Figura 4. Esquema de elaboración y validación de marcadores para asistir la selección de híbridos F1 a los SAF mexicanos

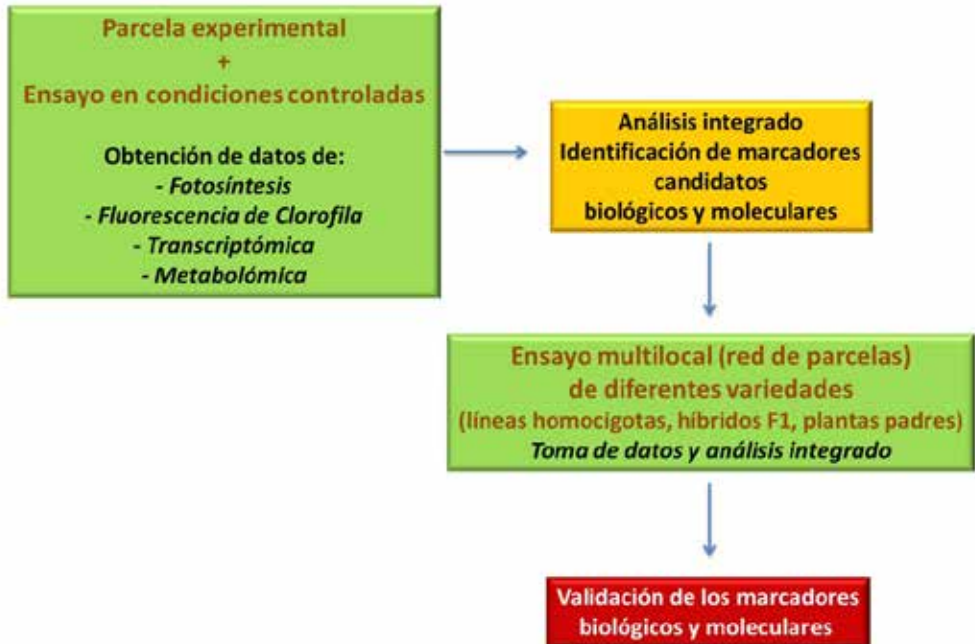
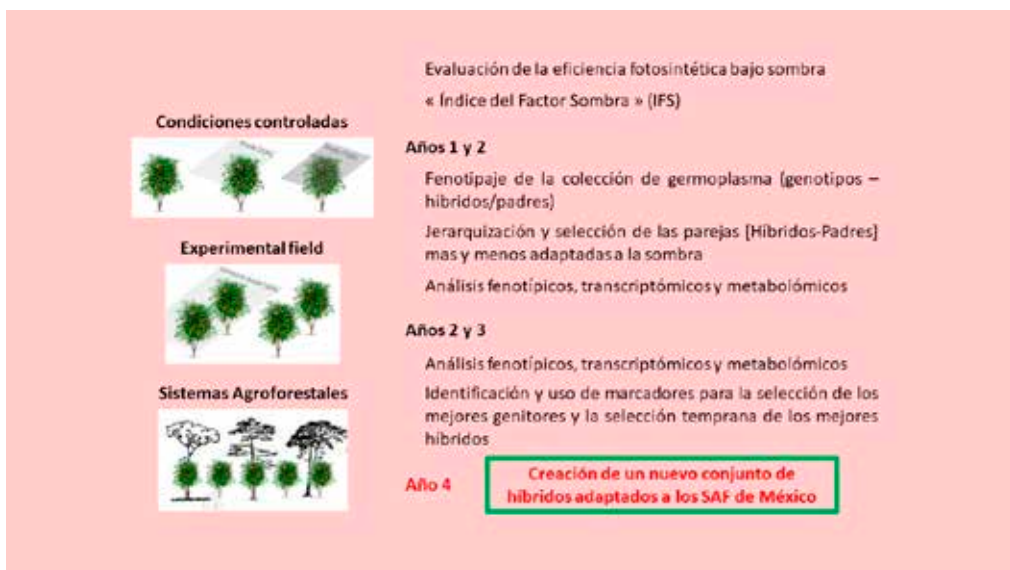


Figura 5. Esquema de propuesta de un programa de mejoramiento varietal de HF1 adaptados a los SAF mexicanos





Vistas de dos parcelas experimentales: Campo experimental del INIFAP, Teocelo, Ver., a 1250 msnm (1, 2, 4, 5, 6) y Campus Córdoba del COLPOS a 650 msnm (3). En cada sitio, son dos sub-parcelas, una a pleno sol y la otra bajo una malla sombra de 50% (sombra homogénea), ambas plantadas según el mismo diseño experimental en aleatorización total con 4 variedades de *Coffea arabica*: cv. Garnica (susceptible a la roya); cv. Marsellesa (Sarchimor resistente a la roya); Híbrido F1 cv. Evaluna (H18) con resistencia parcial a la roya; Híbrido F1 cv. Starmaya. Las cuatro variedades están sembradas en las dos condiciones (a pleno sol y bajo sombra) de pie franco e injertadas sobre la variedad de porta-injerto *C. canephora* cv. Nemaya (resistencia múltiple a nematodos). Se ilustra con actividades de observaciones individuales de los cafetos: fenotipaje de cafetos y colecta de hojas para posterior extracción de RNA (expresión génica) y de metabolitos secundarios (respuesta a los estreses abióticos) (3); medición de la actividad fotosintética bajo sombra y a pleno sol con Li-Cor® LI-6400XT mediante la medición de intercambios de gases (4).

4.5 Silvopastoreo y cambio climático: avances y barreras en mitigación y adaptación en el sureste de México

Guillermo Jiménez-Ferrer¹

Lorena Soto-Pinto¹

Ángel Piñeiro-Vázquez²

Sara Valencia-Salazar¹

Esaú Pérez-Luna³

Armando Alayón-Gamboa⁴

Ángel Jiménez-Santiago¹

Gilberto Villanueva-López⁵

Juan Carlos Kú-Vera J⁶

Correo de correspondencia: gjimenez@ecosur.mx

Resumen

Esta investigación muestra resultados relacionados con la mitigación de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles y las contradicciones socioambientales asociadas con su adopción. En el sureste de México se han realizado numerosas experiencias ganaderas sostenibles que abarcan una amplia gama de propósitos, como la producción de carne y leche, productos forestales/agroforestales, el mantenimiento de las funciones de los ecosistemas, la mitigación del calentamiento global y la contribución al bienestar social. Durante el establecimiento de sistemas silvopastoriles, se ha documentado la importancia de la

1 El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente.

2 Instituto Tecnológico de Conkal.

3 Universidad Autónoma de Chiapas.

4 Ecosur Unidad Campeche.

5 Ecosur Unidad Villahermosa.

6 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán.

incorporación de árboles y las buenas prácticas ganaderas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, se han observado una variedad de barreras y contradicciones socioambientales que podrían limitar su establecimiento. Desde una perspectiva de manejo holístico, se ha considerado que los sistemas silvopastoriles de pequeña y mediana escala son estratégicos, ya que han demostrado sus beneficios para el secuestro de carbono y la mitigación del metano entérico. Además, se han identificado diferentes elementos clave que deben tomarse en consideración para el diseño exitoso de programas de desarrollo silvopastoril y cambio climático. Estos incluyen el diseño adecuado de políticas públicas, el tipo de sistemas, la toma de decisiones, la participación, los beneficios, el tiempo, el trabajo y los requisitos de conocimiento, así como la gestión y las compensaciones de los productores. En la medida en que estos procesos se entiendan mejor, habrá un mayor potencial para obtener beneficios locales y globales, asegurando que la resiliencia de los sistemas silvopastoriles beneficie a los productores locales.

Palabras clave: agroforestería pecuaria, bovinos, carbono, Chiapas, metano entérico

Abstract

This research examines the results related to greenhouse gas mitigation in silvopastoral systems and the socio-environmental trade-offs associated with their adoption. In South East Mexico there have been numerous sustainable livestock experiences encompassing a wide range of purposes such as meat and milk production, forest/agroforestry products, maintaining ecosystem functions, global warming mitigation, and contributing to social welfare. During the establishment of silvopastoral systems, the importance of tree incorporation and good livestock practices to mitigate greenhouse gas emissions has been documented. However, a variety of socio-environmental barriers and trade-offs that could limit the establishment of such agrosystems have been observed. From a holistic management perspective, it has been considered that small and medium scale silvopastoral systems are strategic, since they have shown their benefits for carbon sequestration and mitigation of enteric methane. Furthermore, different key elements have been identified that should be taken into consideration for the successful design of silvopastoral development and climate change programs; these include the appropriate design of public policies, type of systems, decision-making, participation, benefits, time, work and knowledge requirements, as well as producers' management and trade-offs. To the extent at which these processes are better understood, there will be more potential for attaining local and global benefits ensuring that the resilience of silvopastoral systems will benefit local producers.

Keywords: agroforestry and livestock, carbon, cattle, enteric methane, Chiapas

Introducción

El cambio climático (CC), la seguridad alimentaria y las condiciones nutricionales en la población, son de los procesos más importantes y complejos, con efectos ambientales y sociales en diversas regiones de América Latina (FAO, 2018). Se sabe que el CC está afectando con severidad a los grupos sociales más desprotegidos (IPCC, 2014; Thornton et al. 2009). Así, actualmente hay suficientes evidencias a escala mundial que indican que el CC está afectando la producción agrícola y pecuaria por efecto de las sequías, inundaciones, huracanes y otros fenómenos climáticos que impactan los rendimientos, la infraestructura y, en general, las capacidades productivas en las zonas rurales (Kurukula-suriya y Rosenthal, 2003; Conde et al. 2004; Gay et al. 2006; Schroth et al., 2009; Herrero et al. 2015). En este contexto, se estima que la agricultura y la ganadería permiten la subsistencia de aproximadamente 900 millones de pobres en el mundo con un ingreso menor a 1.9 USD/día (World Bank, 2015) sin embargo, estas actividades, son una importante fuente de gases de efecto invernadero (GEI) (IPCC, 2014).

En las últimas décadas ha habido un incremento en la concentración de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄), atribuyéndose en su mayoría al consumo de energía fósil, al cambio de uso de suelo y a la deforestación (IPCC, 2003). A escala mundial se ha demostrado que diversos proyectos ambientales y de desarrollo rural han promovido la adopción de sistemas y prácticas silvopastoriles que permiten la mitigación de GEI y la adaptación al cambio climático, sin embargo, hay barreras y contradicciones socioambientales que limitan e impiden su escalamiento y masificación (Dagang y Nair, 2013; Franzel et al. 2006; Pagiola et al. 2007).

El objetivo de este trabajo es mostrar los avances de investigación en mitigación y cambio climático en sistemas silvopastoriles (SSP) y las contradicciones (*trade-offs*) socioambientales que se presentan para su implementación y adopción en la ganadería bovina en el sureste de México.

Materiales y métodos

Este trabajo está basado en diversas fuentes de información. Por un lado es resultado de las investigaciones de los autores respecto al análisis de sistemas ganaderos y la mitigación de carbono y metano entérico en sistemas silvopastoriles, y por otro como una revisión de literatura relacionada con aspectos de la dinámica social y estrategias de adopción en la ganadería bovina en el sureste de México. Además, se hicieron talleres participativos y entrevistas a productores para conocer la diversidad de árboles y arbustos con potencial silvopastoril en paisajes ganaderos, el manejo y los principales problemas que acusan los sistemas productivos y las principales contradicciones de las prácticas silvopastoriles desarrolladas (Raintree, 1987; Chambers, 1994).

Se hizo una síntesis de trabajos anteriores en donde se llevaron a cabo muestreos en sistemas silvopastoriles con cercos vivos, árboles dispersos en potreros, bancos forrajeros y sistemas de pasturas sin árboles. Respecto a las cuantificaciones de carbono, se hicieron muestreos de la biomasa viva y muerta (IPCC, 2003). Por medio de fórmulas alométricas *ad hoc* a la zona agroclimática (Cairns, Brown, Holmer y Baumgarden, 1997; Chave et al. 2005), se realizaron inventarios ecológicos y estimación de biomasa viva de árboles, juveniles y raíces. Se muestrearon los componentes de la materia orgánica muerta (hojarasca y ramas caídas) y se transformó a carbono (Fassbender, 1993). Se obtuvieron muestreos de suelo a distintas profundidades 0-10, 10.1-20, 20.1-30 cm (FAO, 1979). Respecto a la cuantificación de metano entérico, se realizaron ensayos metabólicos en cámaras de respiración de circuito abierto haciendo uso de un analizador de CH₄, el cual funciona con sensor infrarrojo, y siguiendo la metodología propuesta por Canul-Solís et al. (2017). Igualmente, se realizaron estimaciones de CH₄ por el método estequiométrico (Ørskov et al. 1968), el cual utiliza las proporciones molares de ácidos grasos volátiles del líquido ruminal y el consumo total de materia orgánica digestible.

Resultados y discusión

Biodiversidad y sistemas ganaderos

El potencial de árboles para el diseño de sistemas silvopastoriles (SSP) ha sido mundialmente reconocido, por su importancia productiva y de servicios ambientales (Murgueitio et al. 2011). En el sureste de México existen especies arbóreas nativas que cumplen funciones múltiples como: producción de madera, leña, forraje, alimento, medicinas, además proporcionan servicios como sombra, mejoran el suelo, sirven de corredores biológicos que pueden ser utilizados en sistemas agroforestales, mejoran las prácticas de producción ganadera y mitigan los efectos del CC. En Chiapas, actualmente, se tiene conocimiento de más de cincuenta especies arbóreas con potencial forrajero y de uso múltiple que pueden mejorar los sistemas convencionales (Jiménez-Ferrer et al. 2008c; Jiménez-Ferrer et al. 2008b; Marinidou et al. 2013).

Emisiones de GEI y ganadería bovina

En el sureste de México, el cambio de uso de suelo (CUS) de bosques a potreros ha sumado grandes superficies de tierras dedicadas a la ganadería bovina. Covaleda et al. (2014) reportaron en Chiapas un CUS de tierras forestales a áreas de pastoreo de 43 283 ha/año durante el periodo del 2003 al 2008, de las cuales entre 50 y 70% se encuentran degradadas o en un proceso de degradación. Respecto a la población bovina, el sureste de México contribuye con importantes volúmenes de carne y leche para el mercado nacional y de ex-

portación. Por ejemplo, Chiapas, en cuanto a población bovina es la tercera más grande en el país, superada por los estados de Veracruz y Tabasco. Chiapas reportó en el 2013 que existían alrededor de 2 700 000 cabezas de bovinos (SIACON, 2017). De acuerdo con el Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (PACCCH, 2011), en el año 2005 el estado de Chiapas emitió 27 776.15 Gg de CO₂eq. El principal sector emisor fue el cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUSS) con 57%, que fueron emitidas principalmente por la deforestación y degradación forestal para la transformación en áreas de agricultura para granos básicos, cultivos comerciales y pastizales para ganadería bovina. El segundo sector en el rango de emisiones fue el agrícola (incluyendo al ganadero), emitiendo 19%. Es importante señalar que, de este sector, la ganadería bovina contribuyó con más de 80% de las emisiones de GEI, las cuales fueron debidas a las emisiones de CH₄ provenientes de la fermentación entérica del ganado. Las emisiones de óxido nitroso significaron una baja proporción en el sector agrícola, y provinieron esencialmente de los desechos del estiércol y la fertilización. Cabe destacar que la participación del sector ganadero de Chiapas concuerda con las tendencias mundiales de emisiones provenientes del sector ganadero citadas por O'Mara (2011).

Componentes de carbono en sistemas silvopastoriles

En investigaciones previas en el sureste de México, se ha encontrado que los sistemas agroforestales (SAF), las buenas prácticas ganaderas (BPG) y el uso de sistemas silvopastoriles mediante cercos vivos (SCV) y árboles en potreros (SAP) permiten una captura importante de carbono (C) en la biomasa viva, y en el suelo tienen alto potencial para mitigar los GEI, dependiendo de la complejidad del sistema. Los SAF tienen múltiples beneficios ambientales en la restauración de los ecosistemas, la conectividad entre ellos para la conservación de la biodiversidad y otros beneficios sociales y culturales, aportando a la seguridad alimentaria (Soto-Pinto et al. 2012; Marinidou et al. 2013; Nahed-Toral et al. 2013; Ferguson et al. 2013). Por ejemplo, con respecto a la mitigación del CC, estudios de línea base sobre el potencial de captura de carbono en paisajes ganaderos con trópico húmedo (Selva Lacandona, Chiapas, México) (Tabla 1), indican que el valor más alto se obtuvo en SSP con árboles dispersos en potreros (SSPADP) con 82.88 Mg C ha⁻¹, seguido por SSP con cercos vivos (SSPSV) con 77.08 Mg C ha⁻¹. El valor más bajo correspondió a pasturas en monocultivo (PASTM) con 62.61 Mg C ha⁻¹. La materia orgánica del suelo fue el mayor reservorio de C en sistemas con componente agroforestal y fue menor en las áreas de monocultivo en pasturas (Jiménez-Ferrer et al. 2008a). Morales-Coutiño (2010) en un estudio de cronosecuencias de C en varios sistemas (Acahual, SSPADP y PASTM) en una zona de amortiguamiento en una reserva natural en la Selva Lacandona, Chiapas, encontró que existe un incremento lineal de C en áreas de pasturas con árboles, una ligera tendencia de mantenimiento en acahuales y una tendencia decreciente

en potreros en monocultivo. Por otro lado, en zonas ganaderas de Tabasco, México, se encontró que el total de carbono almacenado en un sistema de pastoreo de bovinos para carne con cercos vivos de “Cocoite” (*Gliricidia sepium*) fue de 119.82 Mg C ha⁻¹, donde el cerco vivo contribuyó con el 7.7% del total de C (6.48 Mg C ha⁻¹), y el resto (113.3 Mg C ha⁻¹) se ubicó en la materia orgánica del suelo. Asimismo, en sistemas ganaderos basados en monocultivos de pasturas sin cercos vivos, el total almacenado en el sistema fue en promedio de 119.0 Mg C ha⁻¹ (Villanueva-López, Martínez-Zurismendi, Casanova-Lugo, Ramírez-Áviles y Martínez-Escalante, 2015). Comparando estos resultados con estimaciones de almacenamiento de carbono en paisajes ganaderos, en Centroamérica (Ibrahim et al. 2007), se evaluaron pasturas degradadas, pasturas naturales y mejoradas con árboles, bancos forrajeros y bosques secundarios, encontrando 72.5, 97.3, 115.13, 130.6 y 162.17 Mg C ha⁻¹, respectivamente. Comparando con otros sistemas agrícolas en Chiapas, Roncal (2007) encontró valores de almacenamiento de C en el sistema taungya, milpa tradicional, acahuals mejorados y barbecho natural de 109.4, 127.9, 150.1 y 177.6 Mg C ha⁻¹, respectivamente.

Mitigación de metano entérico en sistemas silvopastoriles

Se considera que los sistemas ganaderos aportan mundialmente 18% de las emisiones globales de CH₄ y el 39% del sector agrícola (O'Mara, 2011; Gerber et al. 2013), por lo que se deben buscar estrategias de mitigación y adaptación para este gas. En los estados que comprenden la frontera sur de México, se han realizado investigaciones para encontrar alternativas que contribuyan a la mitigación de CH₄ entérico, usando el potencial del follaje de arbóreas forrajeras. En Yucatán (México), se hicieron estudios de emisiones de metano entérico de ganado bovino usando la técnica de cámaras de respiración de circuito abierto. Kú-Vera et al. (2018) concluyeron que la producción de metano entérico en promedio derivada de varios estudios con cámaras de reparación abierta y usando bovinos alimentados con pastos tropicales, fue de 18.07 g CH₄/Kg de materia seca consumida. La Tabla 2 muestra resultados de otras investigaciones. Albores-Moreno et al. (2017) encontraron en un ensayo con ovinos pelibuey alimentados con pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) y la incorporación de la harina de los frutos molidos de la parota (*Enterolobium cyclocarpum*) en la ración, que tienen la capacidad de reducir las emisiones de metano entérico hasta en un 40%. De igual forma, Piñeiro-Vázquez et al. (2017b) demostraron que la inclusión de *Leucaena leucocephala* en la dieta de bovinos reduce la producción de metano en un 25% con un 20% de inclusión en la ración. Algunos autores mencionan que la reducción en la producción de metano en los rumiantes en un 25% podría incrementar la energía metabolizable consumida (Piñeiro-Vázquez et al. 2017a), por consiguiente, se observaría un incremento en la ganancia de peso de 75 g/día y hasta 1 litro de leche por día (Bruinenberg et al. 2002; Beauchemin et al. 2009). Recientemente

en los años 2017 y 2018 se han realizados estudios de medición de metano entérico y óxido nitroso en sistemas silvopastoriles en las unidades de Investigación de Ecosur de Chiapas y Tabasco (México), los cuales usaron por primera vez en condiciones tropicales la técnica de Hexafloruro de azufre (SF₆) (Johnson et al. 2007).

En la Tabla 3 se muestran diferentes estrategias que pueden ser aplicadas para mitigar las emisiones de CH₄ entérico en el trópico mexicano. En el sureste de México (Jiménez-Ferrer et al. 2015), se analizó participativamente la pertinencia técnica y social de implementar diversas estrategias de mitigación de GEI con productores ganaderos (Tabla 4). De acuerdo con la percepción de los productores y consulta de expertos en producción animal, las estrategias viables y accesibles de mitigación para el metano entérico son aquellas que consideran mejorar la calidad de la dieta animal con el uso de recursos locales, buenas prácticas ganaderas y SSP, ya que son accesibles al productor, de fácil implementación y bajo costo. El uso de técnicas más complejas para la mitigación de metano entérico mediante inhibidores, antibióticos o biotecnología genética son una posibilidad ya confirmada en otros países; sin embargo, están fuera del alcance de la mayoría de los productores con ganado en el sureste de México.

Contradicciones socioambientales y sistemas silvopastoriles

Como se ha observado (Tabla 1), en muchos sistemas agroforestales se conserva una cantidad significativa de carbono. No obstante, su función y continuidad depende no solo de cuestiones técnicas y de manejo del sistema, sino también de múltiples factores sociales y culturales de los productores. Por ejemplo, en el estado de Chiapas, productores campesinos e indígenas hacen uso de una amplia diversidad de árboles multipropósito y realizan prácticas basadas en su conocimiento tradicional (Jiménez-Ferrer et al. 2008c). Por ejemplo, mantener ciertos árboles en sus áreas de trabajo, aun cuando carecen de valor económico o utilitario, les permite crear condiciones ecológicas que ayudan a la regulación del microclima, mejoran el reciclaje de nutrientes derivados de la hojarasca, controlan plagas y enfermedades y ofrecen valores culturales y estéticos (Soto-Pinto et al. 2007). Empero, están conscientes de que la sombra en ciertas coberturas puede afectar los rendimientos de cultivos básicos o de pasturas. Ahora bien, las tendencias hacia la intensificación van en detrimento de estas habilidades, del conocimiento y de los recursos naturales.

En general, las comunidades ganaderas campesinas e indígenas (ejidos) del sureste de México no cuentan con más de 20 ha por familia y los pequeños productores ganaderos mestizos pueden tener hasta 50 ha de tierra por familia (Jiménez-Ferrer et al. 2008c), espacio en el que tienen que distribuir áreas para cultivo de cultivos básicos (maíz y frijol), cultivos comerciales y áreas de descanso (acahuales). El mantener estas áreas arbola-

das, cultivar o tolerar árboles en áreas agrícolas o pecuarias que conservan carbono o biodiversidad y otras funciones ecosistémicas tiene costos para los productores y representa externalidades con potencial económico (Marinidou et al. 2013). Sin embargo, los esquemas convencionales de pago por servicios ambientales presentan múltiples barreras sociales y técnicas, por ejemplo la competencia por uso del suelo, el tiempo limitante de los productores para participar en actividades forestales, la disponibilidad de trabajo y la insuficiencia y falta de los estímulos económicos (Hendrickson y Corbera, 2015). Otros factores no necesariamente económicos juegan un papel importante para establecer SSP con fines de servicios ecosistémicos. El largo tiempo para aprovechar los productos forestales y agroforestales, la compatibilidad entre los sistemas propuestos y las prácticas tradicionales, y las relaciones entre personas, especialmente las relaciones familiares, son importantes a considerar (Soto-Pinto y Aguirre-Dávila, 2015; Hendrickson y Corbera, 2015)

Los resultados presentados demostraron que los *stocks* más altos de C en sistemas ganaderos se obtuvieron en los sistemas de pasturas con árboles dispersos, seguido por los potreros con cercas vivas, ambos muy por arriba de las pasturas en monocultivo. La materia orgánica del suelo fue el mayor reservorio. Las áreas de pastoreo con árboles dispersos pueden acumular carbono y los acahuales pueden mantener los *stocks*. Sin embargo, en los potreros bajo monocultivo estos acervos se pierden con el tiempo (Morales-Coutiño, 2010).

La diseminación de estrategias ganaderas sustentables, especialmente aquellas basadas en una combinación de buenas prácticas ganaderas (manejo sanitario, manejo holístico mediante rotación de potreros y cargas animales adecuadas y fertilización orgánica) y prácticas silvopastoriles –como cercos vivos, bancos forrajeros o árboles dispersos en potreros– han mostrado sus bondades en aspectos productivos y ecológicos (Ferguson et al. 2013; Marinidou et al. 2013; Nahed-Toral et al. 2013). Sin embargo, hay evidencias de que la implementación de sistemas silvopastoriles requiere de un aumento en el uso de mano de obra, acciones de planificación y capacitación y financiamiento inicial para lograr rentabilidad en un lapso de tres a cinco años (Ávila-Foucat y Revollo, 2014). A pesar de que los productores pueden tener estrategias que permiten la captura de carbono y la mitigación de GEI mediante prácticas sustentables, en el actual esquema de pago por servicios ambientales en México los costos de las acciones de mitigación en SS a través de buenas prácticas no están considerados adecuadamente en las estrategias de desarrollo o planes gubernamentales.

Una estrategia que ha permitido el desarrollo de áreas agroforestales es la planificación y el reordenamiento territorial a diferentes escalas, especialmente en pequeñas unidades (Soto-Pinto et al. 2012). Al respecto, en áreas ganaderas privadas, estas estrategias se han realizado con facilidad, debido a que la toma de decisiones recae en una sola persona o familia. Sin embargo, en ejidos o comunidades indígenas estos procesos son más lentos y complejos, pero al mismo tiempo son seguros, pues están soportados

por consensos sociales que permiten la toma de decisiones colectivas sobre el manejo de recursos y uso del suelo, lo cual lleva a un empoderamiento de sus organizaciones sociales.

Por otro lado, las áreas de pastoreo con la presencia de árboles pueden ganar carbono al menos en la biomasa aérea; asimismo, el ganado puede tener ventajas en su condición corporal y en sus índices productivos (Jiménez-Ferrer et al. 2008a; Palmer, 2014) debido a las interacciones positivas del árbol sobre el animal y la pastura. Sin embargo, densidades altas de árboles en áreas de pastoreo pueden también reducir la productividad y disponibilidad de forraje si no se manejan las adecuadas interacciones entre tipo de pastura, densidad de árboles y carga animal (Ibrahim et al. 2007). Los productores ganaderos tienen que decidir la adecuada incorporación de tipo y densidad de árboles en sus pasturas, una cuestión compleja de aspecto cultural, pues los ganaderos no acostumbran a hacerlo –a excepción de árboles dispersos y cercos vivos que son comunes en el sur de México, pero estos elementos suelen estar comúnmente desintegrados y no ligados a un esquema de manejo sistemático con enfoque silvopastoril–.

La ganadería, especialmente la bovina, ha sido muy cuestionada por los efectos en el cambio de uso de suelo y por la aceleración de los procesos de degradación (Szott et al. 2000). Sin embargo, hoy se reconoce el importante potencial que tienen las áreas ganaderas del mundo para contribuir en la reconversión a tierras a zonas más sustentables y por su contribución en la reducción de la pobreza. Las buenas prácticas silvopastoriles han mostrado sus bondades para producir alimentos, generar empleo, contribuir en la seguridad alimentaria, y mitigar los efectos del cambio climático (FAO, 2018; Murgueitio et al. 2011).

Múltiples factores complican la transición de una ganadería extensiva a una ganadería sustentable como la propiedad y el manejo de la tierra, el mercado y el financiamiento, así como la toma de decisiones para el manejo y la planificación de agostaderos y el agua, los cuales dependen de consensos sociales (Hernández-Morcillo et al. 2018; Jiménez-Ferrer et al. 2015).

Consideraciones finales

Aunque los SAF tradicionales o innovados contienen, mantienen o incrementan los sumideros de carbono en el tiempo, tienen costos para los productores por las inversiones de trabajo e insumos, la limitación del uso del suelo, los largos periodos de turno para cosechar los beneficios, la necesidad de capacitación y el uso de herramientas especializadas. Los productores tradicionales tienen formas interesantes de diversificar y lograr beneficios intermedios y concebir estos sistemas duraderos, diversos, complejos y con beneficios socioambientales. Sin embargo, los programas de desarrollo no logran cubrir los costos que estas interesantes formas de trabajo implican. Los programas de desarrollo que omiten tomar en cuenta las condiciones, necesidades y forma de participación

locales tienen alta probabilidad de fracasar. El éxito de iniciativas silvopastoriles y de buenas prácticas ganaderas con beneficios locales y globales debe basarse en considerar las necesidades de la población local, y así cubrir las expectativas de los habitantes locales en vez de ser impuestos por programas externos diseñados remotamente. Por ejemplo, los pagos por servicios ambientales (PSA) parecen haber funcionado en cierta medida, al menos en México, a través de fondos voluntarios o públicos, pero hay contradicciones: en tanto que no se armonicen las necesidades sociales con los paradigmas de la economía neoclásica, por sí solos, los PSA serán poco útiles (Costedoat et al. 2015; Hendrickson y Corbera, 2015). Adicionalmente, hace falta fortalecimiento de capacidades locales, organización, capacitación, financiamiento e infraestructura que permitan a los productores ganaderos apropiarse de la transformación y el mercado más allá del proceso de trabajo.

Los SSP son una estrategia importante (Palmer, 2014) como lo son también los mecanismos de adaptación de las comunidades indígenas y campesinas, quienes cuentan con estrategias, conocimientos y tecnologías tradicionales para adaptarse a los distintos cambios, aunque estas han sido vistas como un atraso (Chapela y Ruiz-Noriega, 2015). Asimismo, en un escenario de agricultura o ganadería comunitarios o en contextos de áreas protegidas las acciones colectivas mediadas por reglas claras, sanciones y vigilancia para un buen funcionamiento son necesarias, como lo han mostrado algunas experiencias (Cano-Díaz et al. 2015). Faltan estudios que analicen los arreglos institucionales locales y prácticas culturales que busquen aquellos que han funcionado y que permiten un arreglo entre la producción y la conservación, pues se conoce que organizaciones forestales comunitarias en diversas partes del mundo tienen buenos manejos de sus áreas naturales y menores tasas de deforestación que las áreas protegidas formales en zonas aledañas gracias a sus arreglos institucionales internos (Ostrom, 2005; Porter-Bolland et al. 2011; Cortina-Villar, 2013). Comunidades que generan procesos de gobernanza tienen mejores posibilidades de enfrentarse a los riesgos climáticos y aprovechar las oportunidades de pagos por servicios ecosistémicos o conocer, controlar y monitorear sus acervos naturales (Soto-Pinto et al. 2012; Paz-Pellat et al. 2015). Ante este potencial es necesario diseñar participativamente políticas públicas regionales, nacionales (Rodríguez y Ávila Foucat, 2013; Jiménez-Ferrer et al. 2015) y programas de largo plazo que permitan incentivar una ganadería sustentable con bases sociales diseñadas en consideración de la diversidad de contextos socioambientales, culturales e históricos de las distintas regiones del país.

Los resultados presentados en este trabajo muestran el potencial de los sistemas complejos, como los silvopastoriles, que permiten tener múltiples beneficios socioambientales, entre ellos el mantenimiento e incremento de los *stocks* de carbono, tanto en la biomasa (biomasa viva y muerta) como en el suelo. Asimismo, la incorporación de follaje de árboles es una estrategia viable para la mitigación de metano y cambio en el paradigma de la ganadería extensiva y el cambio climático. Adicionalmente, los sistemas silvopastoriles en las

regiones tropicales funcionan como una fuente de suplementación proteica, lo cual ayuda a un incremento en el comportamiento animal y en el bienestar animal, y consecuentemente mejora la rentabilidad del sistema de producción de pequeña y mediana escala. Las áreas forestales siguen teniendo una fuerte presión por la actividad agropecuaria, en donde la ganadería extensiva prevalece. Ahora bien, las zonas ganaderas serán riesgosas de no incorporarse buenas prácticas ganaderas y estrategias agroforestales que permitan revertir las áreas degradadas, iniciar la restauración de estos paisajes y sistemas y contribuir en la mitigación del CC. La intensificación de sistemas ganaderos con recursos externos (fertilización química, uso de herbicidas, razas no adaptadas a condiciones locales, etc.) vulnera los acervos biológicos, nutrimentales y físicos de la tierra. Sin embargo, el establecimiento, el cuidado y el mantenimiento de estos sistemas tiene costos en tierra, tiempo, trabajo, insumos y conocimientos que no son cubiertos por los programas de servicios ambientales, salvo en muy pocos casos. Los SSP son estratégicos para disminuir el impacto ambiental generado por las actividades antropogénicas, por lo que entender la toma de decisiones, la participación, los distintos beneficios a diferentes niveles, las necesidades socioambientales y técnicas, así como los pros y contras (*trade offs*) de las prácticas agroforestales (Tabla 4) y los programas que los promueven son elementos importantes a ser tomados en cuenta para el diseño de proyectos de servicios ecosistémicos. En la medida que se entiendan estos procesos habrá mayor posibilidad de éxito con beneficios locales y globales.

Agradecimientos

Se agradece el financiamiento al Proyecto “Cuantificación de emisiones de metano entérico y óxido nitroso en ganadería bovina en pastoreo y diseño de estrategias para la mitigación en el sureste de México” financiado por el fondo SEP-CONACYT CB 2014 No. 24254.

Bibliografía

- Albores-Moreno, S., Alayón-Gamboa, J. A., Ayala-Burgos, A. J., Solorio-Sánchez, F. J., Aguilar-Pérez, C. F., Olivera-Castillo, L., y Kú-Vera, J. C. (2017). Effects of feeding ground pods of *Enterolobium cyclocarpum* Jacq. Griseb on dry matter intake, rumen fermentation, and enteric methane production by Pelibuey sheep fed tropical grass. *Tropical Animal Health and Production*, 49(4), 857-866. doi.org/10.1007/s11250-017-1275-y
- Ávila-Foucat V., y Revollo, F. D. (2014). Análisis financiero y percepción de los servicios ambientales de un sistema silvopastoril: un estudio de caso en los Tuxtlas, México. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 21, 17-33.
- Beauchemin, K., McAllister, T. A., y McGinn, S. M. (2009). Dietary mitigation of enteric methane from cattle. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 4(035), 1-18. doi: 10.1079/PAVSNNR20094035
- Bruinenberg, M. H., Van der Honing, Y., Agnew, R. E., Yan, T., Van Vuuren, A. M., y Valk, H. (2002). Energy metabolism of dairy cows fed on grass. *Livestock Production Science*, 75, 117-128. doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00306-2
- Cairns, M. A., Brown, S., Holmer, E. H., y Baumgardner, G. A. (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*, 111(1), 1-11.

- Cano-Díaz V., Cortina-Villar, S., y Soto-Pinto, L. (2015). La construcción de la acción colectiva en una comunidad del Área Natural Protegida: La Frailesca, Chiapas, México. *Argumentos*, 28(77), 79-98.
- Canul-Solís J. R., Piñeiro-Vázquez, A. T., Arceo-Castillo, J. I., Alayón-Gamboa, J. A., Ayala-Burgos, A. J., Aguilar-Pérez, C. F., ... Kú-Vera, J. C. (2017). Design and construction of low-cost respiration chambers for ruminal methane measurements in ruminants. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8(2), 185-191.
- Chambers, R. (1994). The origins and practice of participatory rural appraisal. *World Development*, 22(7), 953-969. doi.org/10.1016/0305-750X(94)90141-4
- Chapela, F., y Ruiz-Noriega, F. (2015). Componentes de un sistema efectivo de adaptación al cambio climático: lecciones de las comunidades forestales de México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 15(30), 71-89.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., ... Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), 87-99.
- Conde, C., Ferrer R. M., Gay C., y Araujo R. (2004). Impactos del cambio climático en la agricultura en México. En J. Martínez y A. Fernández (coords.). *Cambio climático: una visión desde México*, (pp. 227-238). México: Instituto Nacional de Ecología, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Cortina-Villar, S. (2013). El papel del uso comunitario en la conservación de los bosques. En *La biodiversidad en Chiapas* (pp. 478-480). México: Conabio / Gobierno del Estado de Chiapas.
- Costedoat, S., Corbera, E., Ezzine-de-Blas, D., Honey-Rosés, J., Baylis, K., y Castillo-Santiago, M. A. (2015). How effective are biodiversity conservation payments in Mexico? *PLoS ONE*, 10 (3). doi:10.1371/journal.pone.0119881
- Covaleda S., Aguilar, S., Ranero, A., Marín, I., y Paz, F. (2014). *Diagnóstico sobre determinantes de deforestación en Chiapas. Informe Técnico*. México: US-AID-Alianza México REDD+.
- Dagang, A. B. K., y Nair, P. K. R. (2013). Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. *Agroforestry Systems*, (59)2, 149-155.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (1979). *Soil survey investigation for irrigation*. (Soils Bull No 42). Roma, Italia: FAO.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2018). Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe. Santiago: FAO.
- Fassbender, H. W. (1993). *Modelos Edafológicos de Sistemas Agroforestales*. (Segunda edición) Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Ferguson, B. G., Diemont, S. A. W., Alfaro-Arguello, R., Martin, J. F., Nahed-Toral, J., Álvarez-Solís, D., y Pinto-Ruiz, R. (2013). Sustainability of holistic and conventional cattle ranching in the seasonally dry tropics of Chiapas, Mexico. *Agricultural Systems*, (120), 38-48. doi.org/10.1016/j.agsy.2013.05.005
- Franzel, S., Denning, G. L., Lillese-Barneko J. P., y Mercado, R., Jr. (2006). Scaling up the impact of Agroforestry: Lessons from three sites in Africa and Asia. En D. Garrity, M. Okono y S. Parrots (eds.). *World Agroforestry into the future*, (pp. 61-70). Nairobi, Kenya: World Agroforestry Centre .
- Gay, C., Estrada, F., Conde, C., Eakin, H., y Villiers, L. (2006). Potential impacts of climate change on agriculture: a case study of coffee production in Veracruz, Mexico. *Climate Change*, 79, 259-288.
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman J., Falcucci, A., y Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock - A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Roma: FAO.
- Hendrickson, C. Y., y Corbera, E. (2015). Participation dynamics and institutional change in the Scole'te Carbon forestry project, Chiapas, Mexico. *Geoforum*, 59, 63-72. doi.org/10.1016/j.geoforum.2014.11.022
- Hernández, L. (comp.). (2001). *Historia ambiental de la ganadería en México*. Xalapa: Instituto de Ecología.
- Hernández-Morcillo, M., Burgess, P., Mirck, J., Pantera, A., y Plieninger, T. (2018). Scanning agroforestry-based solutions for climate change mitigation and adaptation in Europe. *Environmental Science and Policy*, 80, 44-52. doi.org/10.1016/j.envsci.2017.11.013
- Herrero, M., Wirseniens, S., Henderson, B., Rigolot, C., Thornton, P., Havlík, P., ... Gerber, P. J. (2015). Livestock and the environment: what have we learned in the past decade? *Annual Review of Environment and Resources*, 40, 177-202. doi.org/10.1146/annurev-environ-031113-093503

- Ibrahim, M., Chacón, M., Cuartas, C., Naranjo, J., Ponce, G., Vega, P., ... Rojas, J. (2007). Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa aérea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería de las Américas*, 45, 27-36.
- IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change). (2003). *Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry* (en línea). Recuperado de <http://www.ipcc.ch>
- IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change). (2014). *Summary for policymakers*. En C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, ... L. L. White (eds.). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (pp. 1-32). Cambridge, Reino Unido, Nueva York: Cambridge University Press.
- Johnson, K. A., Westberg, H. H., Michal, J. J., y Cossalman, M. W. (2007). The SF6 tracer technique: methane measurement from ruminants. En H. P. S. Makkar y P. E. Vercoe (eds.). *Measuring methane production from ruminants*, (pp. 33-67). Dordrecht: Springer.
- Jiménez-Ferrer, G., Aguilar, A. V., y Soto-Pinto, L. (2008a). Livestock and carbon sequestration in the Lacandon rainforest, Chiapas, Mexico. En P. Rowlinson, M. Steele and A. Nefzaoui (eds.). *Proceedings of the International Conference Livestock and Global Climate Change*, (pp. 195-197). Hammamet, Túnez: Cambridge University Press.
- Jiménez-Ferrer, G., López-Carmona, M., Nahed-Toral, J., Ochoa-Gaona, S., y De Jong, B. (2008b). Fodder trees and shrubs of the north-totzil region of Chiapas, Mexico. *Veterinaria México*, 39(2), 199-213.
- Jiménez-Ferrer, G., Velazco-Pérez, R., Uribe, G. M., y Soto-Pinto L. (2008c). Ganadería y conocimiento local de árboles y arbustos forrajeros de la selva Lacandona, Chiapas, México. *Zootecnia Tropical*, 26(3), 333-337.
- Jiménez-Ferrer, G., Soto-Pinto, L., Pérez-Luna, E., Kú-Vera, J. C., Ayala, A., Villanueva, G., y Alayón-Gamboa, A. (2015). Ganadería y cambio climático: avances y retos de la mitigación y la adaptación en la frontera sur de México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 15(30), 51-70.
- Kurukulasuriya, P., y Rosenthal, S. (2003). *Climate change and agriculture: a review of impacts and adaptations (English)*. Environment department papers; no. 91. Climate change series. Washington D. C.: World Bank.
- Kú-Vera, J. T., Valencia-Salazar, S. S., Piñeiro-Vázquez, A. T., Molina-Botero, I. C., Arroyave-Jaramillo, J., Montoya-Flores, M. D., ... Solorio-Sánchez, J. (2018). Determination of methane yield in cattle fed tropical grasses as measured in open-circuit respiration chambers. *Agricultural and Forest Meteorology*, 258, 3-7. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.01.008>
- Lazos-Balbuena, F. (2016). *Uso del fruto de Enterolobium cyclocarpum como fuente de saponinas esteroidales para reducir la producción de metano entérico en bovinos*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Marinidou, E., Finegan, B., Jiménez-Ferrer, G., Delgado, D., y Casanoves, F. (2013). Concepts and a methodology for evaluating environmental services from trees of small farms in Chiapas, México. *Journal of Environmental Management*, 114, 115-124. doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.10.046
- Morales-Coutiño T. (2010). *Carbono en sistemas ganaderos en un paisaje de conservación REBIMA Chiapas, México*. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur.
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribea, F., Calle, A., y Solorio, B. (2011). Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1654-1663. doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.027
- Nahed-Toral, J., Sánchez-Muñoz, B., Mena, Y., Ruiz-Rojas, J., Aguilar-Jimenez, R., Castel, J. M., ... Delgadillo-Puga. (2013). Feasibility of converting agrosilvopastoral systems of dairy cattle to the organic production model in southeastern Mexico. *Journal of Cleaner Production* 43, 136-145. doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.019
- Orihuela-Belmonte, D. E., De Jong, B. H. J., Mendoza-Vega, J., Van der Wal, J., Paz-Pellat, F., Soto-Pinto, L., y Flamenco-Sandoval, A. (2013). Carbon stocks and accumulation rates in tropical secondary forest at the scale of community, landscape and forest type. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 171, 72-84.
- O'Mara, F. P. (2011). The significance of livestock as a contributor to global greenhouse gas emissions today and in the near future. *Animal Feed Science and Technology*, 166-167, 7-15. doi.org/10.1016/j.anifeeds.2011.04.074

- Ørskov, E. R., Flatt, W. P., y Moe, P. W. (1968). Fermentation balance approach to estimate extent of fermentation and efficiency of volatile fatty acid formation in ruminants, *Journal Dairy Science*, 51(9), 1429-1435.
- Ostrom, E. (2005). *Understanding Institutional Diversity*. Princeton: Princeton University Press.
- Pagiola, S., Ramírez, E., Gobbi, J., De Haan, C., Ibrahim, M., Murgueitio, E., y Ruiz, J. P. (2007). Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua. *Ecological Economics*, 64, 374-385. doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.04.014
- Palmer, L. (2014). A new climate for grazing livestock, *Nature Climate Change*, 4, 321-323.
- Paz-Pellat, F., De Jong, B., y Castillo, M. A. (2015). Causas de la deforestación en México: acceso y gobernanza. En F. Paz y J. Wong (eds.). *Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México. Síntesis a 2014*, (pp. 507-515). Texcoco: Programa Mexicano del Carbono, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco.
- PACCCCH (Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas). (2011). Gobierno del Estado de Chiapas, México. Informe Técnico, México: Conservación Internacional (México). Recuperado de <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000052979>
- Piñero-Vázquez, A. T., Canul Solís, J. R., Casanova-Lugo, F., Chay-Canul, A. J., Ayala-Burgos, A. J., Solorio-Sánchez, F. J., Aguilar-Pérez, C. F., y Kú-Vera, J. C. (2017a). Emisión de metano en ovinos alimentados con *Pennisetum purpureum* y árboles que contienen taninos condensados. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(2), 111-119.
- Piñero-Vázquez, A. T., Jiménez-Ferrer, G. O., Chay-Canul, A. J., Casanova-Lugo, F., Díaz-Echeverría, V. F., Ayala-Burgos, A. J., Solorio-Sánchez, F. J., Aguilar-Pérez, C. F., y Kú-Vera, J. C. (2017b). Intake, digestibility, nitrogen balance and energy utilization in heifers fed low-quality forage and *Leucaena leucocephala*. *Animal Feed Science and Technology*, 228, 194-201.
- Porter-Bolland, L., Ellis, E. A., Guariguata, M. R., Ruiz-Mallén, I., Negrete-Yankelevich, S., y Reyes-García, V. (2012). Community managed forests and forest protected areas: An assessment of their conservation effectiveness across the tropics. *Forest Ecology and Management*, 268, 6-17. doi.org/10.1016/j.foreco.2011.05.034
- Raintree, J. (1987). The state of the art of agroforestry diagnosis and design. *Agroforestry Systems* 5(3), 219-250.
- Rodríguez, R., K. J., y Ávila Foucat, S. (2013). Instrumentos económicos voluntarios para la conservación: una mirada a su surgimiento y evolución en México. *Sociedad y Economía*, 25, 75-106.
- Roncal, S. (2007). *Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de Chiapas, México*. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur.
- Schroth, G. P., Laderach, J., Dempewolf, S., Philpott, J., Haggard, H., Eakin, T., ... Hernández, R. (2009). Towards a climate change adaptation strategy for coffee communities and ecosystems in the Sierra Madre de Chiapas, Mexico. *Mitigation and Adaptation of Strategies for Global Change*, 14(7), 605-625. doi.org/10.1007/s11027-009-9186-5
- SIACON (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta Nueva Generación). (2017). *Población bovina de carne y leche 2006-2016*. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/276006/Bovino.pdf>
- Soto-Pinto, L., y Aguirre-Dávila, C. M. (2015). Carbon stocks in organic coffee systems in Chiapas, Mexico. *Journal of Agricultural Science*, 7(1), 117-128. doi:10.5539/jas.v7n1p11
- Soto-Pinto, L., Villalvazo-López, V., Jiménez-Ferrer, G., Ramírez-Marcial, N., Montoya, G., y Sinclair, F. L. (2007). The role of local knowledge in determining shade composition of multistrata coffee systems in Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 16(2), 419-436. doi.org/10.1007/s10531-005-5436-3
- Soto-Pinto, L., Castillo-Santiago, M. A., y Jiménez-Ferrer, G. (2012). Agroforestry systems and local institutional development for preventing deforestation in Chiapas, Mexico. En P. Moutinho (ed.). *Deforestation Around the World*, (pp. 333-350). InTech, Recuperado de <http://www.intechopen.com/books/deforestation-around-the-world/agroforestry-systems-and-local-institutional-development-for-preventing-deforestation-in-chiapas-mex>
- Szott, L., Ibrahim, M., y Beer, J. (2000). *The hamburger connection hangover: cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America*. (Serie técnica. Informe técnico No. 313). Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Thornton, P. K., Van de Steeg, J., Notenbaert, A., y Herrero, M. (2009). The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: a review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems*, 101(3), 113-127. doi.org/10.1016/j.agsy.2009.05.002

Valencia-Salazar, S. (2017). *Efecto de la inclusión de diferentes niveles de frutos de Samanea saman (Jacq.) Merr. en la ración sobre la producción de metano entérico en bovinos*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Yucatán.

Villanueva-López, G., Martínez-Zurismendi, P., Casanova-Lugo, F., Ramírez-Avilés, L., y Montañez-Escalante, P. I. (2015). Carbon storage in livestock systems with and without live fences of *Gliricidia sepium* in the humid tropics of Mexico. *Agroforestry Systems*, 89(6), 1083-1096. doi.org/10.1007/s1045

World Bank. (2015). PovcalNet: the one-line tool for poverty measurements developed by the Development Research Group of the World Bank. Recuperado de <http://iresearch.worldbank.org/PovcalNet/povDuplicateWB.aspx>

Tabla 1. Carbono (Mg C ha⁻¹) en distintos sistemas de manejo agroforestal en Chiapas

Sistema	CBV	C MOM	C Suelo (profundidad en cm)			C Total	Fuente
			0-10	10.1-20	20.1-30		
PASTM	1.99	nd	34.57	12.04	14.0	62.61	Jiménez-Ferrer et al. 2008a
SSPCV	10.40	nd	39.12	15.14	12.42	77.08	Jiménez-Ferrer et al. 2008a
SSPADP	5.99	nd	40.04	20.63	16.21	82.88	Jiménez-Ferrer et al. 2008a
MTA	9.2±3.4	9.7±2.5	51.2±8.7	31.8±10.7	25.9±9.6	127.9±23.1	Roncal et al. 2007.
CAFEOS	57.5±18.0	6±2.4	43.9±10.7	45.9±11.1	41.4±11.8	194.7±12.1	Soto-Pinto y Aguirre-Dávila, 2015
CAFCS	53.0±10.7	6.7±4.2	36.4±14.7	23.2±10.7	16.2±5.4	135.5±42.5	Soto-Pinto y Aguirre-Dávila, 2015
AMZCA	42.0±29.7	2.9±1.3	51.7±10.9	51.7±10.9	24.7±9.3	150.1±43.3	Datos propios
BOSNOPB	105.3±14.6	16.7±3.0	74.8±12.2	nd	nd	196.8±16.8	Orihuela-Belmonte et al. 2013

PASTM = Pasturas en monocultivo
 SSPCV = Sistemas silvopastoriles con cercos vivos
 SSPADP = Sistemas silvopastoriles con árboles dispersos en potreros
 MTA = Milpa tradicional con 200 árboles/ha⁻¹
 CAFEOS = Cafetal orgánico con sombra
 CAFCS = Cafetal convencional con sombra
 AMZCA = Acahual mejorado zona cálido-húmeda
 BOSNOP = Bosque no perturbado
 CBV = Carbono en biomasa viva
 C Suelo = Carbono en el suelo
 C MOM = Carbono en materia orgánica;
 nd = No disponible

Tabla 2. Uso de recursos agroforestales para la mitigación de las emisiones de metano entérico en el sureste de México

Especie	Fuente Agroforestal	Método	Dosis	Reducción de metano	Referencia
Bovino	Vaina de <i>Enterolobium cyclocarpum</i>	RC	36% de MS	-23%	Lazos-Balbuena, 2016
Bovino	Vaina de <i>Samanea saman</i>	RC	10% de MS	-26.7	Valencia-Salazar, 2017
Bovino	Hoja de <i>Leucaena leucocephala</i>	RC	20% de MS	-26%	Piñeiro-Vázquez et al. 2017b
Ovino	Hoja de <i>Bursera simaruba</i>	RC	30% de MS	-28%	Piñeiro-Vázquez et al. 2017a
Ovino	Hoja de <i>Enterolobium cyclocarpum</i>	S	30% de MS	-40%	Albores-Moreno et al. 2017

MS = Materia Seca

RC = Cámaras de Respiración

S = Estequiometría

Tabla 3. Perspectivas de mitigación de emisiones de metano entérico en ganadería en el sureste de México

Estrategias/Compuestos		Complejidad de Implementación	Viabilidad en Sistemas ganaderos del Sureste
Mejoramiento animal	Mejoramiento genético	Intermedia	Baja
Manejo del sistema para carne	Enfoque Agroforestal	Intermedia	Baja
Manejo del sistema para leche	Enfoque Agroforestal	Intermedia	Baja
Mejoramiento de ambiente ruminal	Uso de insumos locales	Baja	Baja
Inhibidores directos	Cloroformo, Amicloral, Ácidos	Alta	Baja
Aditivos	Ácidos grasos orgánicos, Fumarato, Malato, Ionóforos	Alta	Intermedia Con restricciones económicas y de manejo
Manipulación de la dieta	Forrajes de buena digestibilidad, Defaunadores naturales, Agroforestería (Silvopastoreo con árboles forrajeros), Leguminosas, ensilados, blocks de melaza, fuentes energéticas (Melaza, banano verde, caña)	Baja	Alta viabilidad para sistemas de leche y carne o doble propósito. Fácil adopción en productores de bajos ingresos
Otros Antibióticos Biotecnología Ing. genética	Vacunas	Alta	Intermedia Restricciones económicas Requiere investigación

Fuente: Jiménez-Ferrer et al. (2015).

Tabla 4. *Trade-offs* en la gestión de sistemas silvopastoriles (SSP) en el sureste de México

Escala o aspecto	Trade-offs
Política pública nacional y regional	El discurso político y de desarrollo reconoce que los SSP son una opción para frenar la ganadería extensiva, sin embargo, no hay estrategias (planes y programas) de pago por la mitigación de GEI y los servicios ambientales en los SSP. El pago por captura de carbono en algunos sistemas agroforestales ya se ha realizado, sin embargo no se ha implementado en aspectos de mitigación de metano en SSP.
Sistema de ganaderos y productores	Complejidad en realizar acciones de reordenamiento territorial comunitario para disminuir áreas de pastoreo extensivo y aumentar zonas de restauración. Los SSP son rentables y sostenibles a mediano y largo plazo; además, tienen la capacidad de incrementar la producción de los sistemas. Sin embargo, requieren de una inversión alta al inicio de su establecimiento, más capital, fuerza de trabajo y tiempo, y se carece de opciones crediticias y/o financiadoras. Existen las ideas de que: (1) la presencia de arbolado en áreas de pastoreo, contribuye a una menor producción y calidad de la pastura; (2) cuando los animales consumen el follaje de estos árboles el olor y sabor de los productos (carne y leche) cambian; (3) la asociación de árboles y pastos permite una mayor presencia de enfermedades y parásitos internos y externos en el ganado, afectando su salud y productividad; (4) los árboles en pasturas atraen fauna nociva para los cultivos y animales. No existe incentivo para producir o manejar sistemas sustentables para la producción de bajo impacto en el medio ambiente.
Unidad familiar	Requieren más capital, fuerza de trabajo y tiempo, y se carece de opciones crediticias y/o financiadoras. Falta de interés intergeneracional para mejorar los sistemas ganaderos. Migración de jóvenes sin interés en la actividad ganadera.
Conservación de recursos y paisaje ganadero	No siempre las zonas más arboladas promueven mayor diversidad de aves; SSP de densidad intermedia promueven la mayor diversidad.
Empoderamiento y manejo de riesgos y vulnerabilidad	Desigualdad social: los ganaderos pobres tienen menor capacidad para tomar riesgos en crisis ambientales (sequía/inundación) en comparación a ganaderos de mayores recursos. Los ganaderos tienden a monocultivos y uso de insumos externos, lo que vulnera su capacidad de resiliencia.
Técnico-productivo	La inexistencia de capacitación para el establecimiento de los SSP provoca la falta o la mala incorporación a los sistemas de producción. Se desconocen las propiedades químicas que se podrían mejorar en los productos (carne y leche) cuando los animales son alimentados con follajes y frutos de árboles, como es el caso del incremento en la concentración de ácido linoleico conjugado. Los productores tienen la idea de que el consumo del follaje de frutos y follajes de árboles podrían afectar la reproducción animal, además de provocar intoxicación por la concentración de metabolitos secundarios.



Sección V

Docencia, capacitación y formación de recursos humanos en sistemas agroforestales

María del Rocío Ruenes-Morales
Universidad Autónoma de Yucatán
Coordinadora

5.1 Agroforestería: docencia, capacitación y formación de recursos humanos en la península de Yucatán

María del Rocío Ruenes-Morales¹
Patricia Irene Montañez-Escalante¹
Miriam Monserrat Ferrer Ortega¹
Andrea Mercedes Flores Flores¹

Correo de correspondencia: rruenes@correo.uady.mx

RESUMEN

La población de la península de Yucatán posee un vasto conocimiento sobre el manejo de los sistemas agroforestales tradicionales, pero el cambio del uso del suelo para grandes extensiones de monocultivos anuales (maíz mejorado, sorgo), perennes (henequén, mango, naranja, plátano, papaya tipo maradol, caoba, cedro, entre otras) y para extensas áreas de pastizales para ganado vacuno han propiciado el deterioro de los recursos naturales, además de la contaminación del agua, el aire y el suelo, además del crecimiento sin planeación y desmedido de nuevos conjuntos habitacionales. Por ello es urgente formar profesionales y capacitar a los productores en el manejo de sistemas agroforestales que

¹ Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias- Universidad Autónoma de Yucatán.

permitan combinar agricultura, ganadería y silvicultura para disminuir el impacto a los sistemas naturales.

Desde hace varios años diversas instituciones educativas como la Universidad Autónoma de Yucatán, los institutos tecnológicos de Conkal, Chiná, Tizimín, el Centro Regional Universitario Península de Yucatán (CRUPY) de la Universidad de Chapingo, la Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo, la Universidad de Quintana Roo, Ecosur, además de organizaciones no gubernamentales y del gobierno como el Centro de Desarrollo Tecnológico "Tantankin", Conafor, Sagarpa, entre otras, han realizado investigación, docencia y capacitación en agroforestería. El presente documento tiene la finalidad de dar a conocer los avances en esta temática para la península de Yucatán. Este trabajo se desarrolló a partir de: 1) revisión sistemática de literatura y construcción de bases de datos en la temática; 2) reuniones de trabajo con cada uno de los participantes de las instituciones y organizaciones; 3) trabajo de campo en diversas regiones de la península. Se identificaron cuarenta programas educativos formales a nivel de licenciatura, diez a nivel de maestría y cuatro a nivel de doctorado, ofertados desde 1974 a la fecha, para la formación de profesionales en agroforestería. La mayoría de los programas vigentes se encuentran asociados al Tecnológico Nacional de México y se imparten tanto en institutos federales (Instituto Tecnológico de Chiná, de Conkal y de Tizimín) como en descentralizados (Instituto Tecnológico Superior de Hopelchén, de Calkiní y del Sur del Estado de Yucatán), lo que conlleva a que la variedad de planes de estudio disminuya, puesto que son creados desde oficinas centrales, y es el mismo para cada instituto. Existe formación de recursos humanos a nivel de licenciatura y posgrado en el manejo de sistemas agroforestales, sin embargo, no existe una caracterización formal que refleje toda la diversidad de sistemas agroforestales que hay a nivel península. La necesidad de formar recursos humanos en esta área, acorde a cada región, permanece latente.

Palabras clave: enseñanza, adiestramiento agroforestal, agroforestería, sureste, México

Abstract

The population of the Yucatan peninsula has vast knowledge on the management of traditional agroforestry systems, but the change in land use for large extensions of annual monocultures (improved maize, sorghum), perennials (henequen, mango, orange, banana, maradol papaya, mahogany, cedar among others) and extensive pasture areas for cattle drive the deterioration of natural resources and the pollution of water, air, soil and human population. It is urgent to train professionals and producers for the management of agroforestry systems that allow the combination of agriculture, livestock and/or forestry to reduce the impact on natural systems. Teaching and training in agroforestry in the Yucatan peninsula, have been done by different educational institutions such as:

Autonomous University of Yucatan; Technological Institutes of Conkal, Chiná, Tizimin; Regional University Center of the Yucatan Peninsula (CRUPY) Chapingo University; Mayan Intercultural University of Quintana Roo; University of Quintana Roo; ECOSUR; as well as non-governmental and governmental organizations such as the Technological Development Center "Tantankin"; CONAFOR, SAGARPA, among others. The goal of this document is to review this information for the Yucatan peninsula. The work comprehend: 1) A systematic survey of literature and construction of databases in the theme; 2) working meetings with professionals belonging to institutions and organizations; 3) field work in various regions of the peninsula. Formal educational programs offered since 1974 to the date for the training of professionals in agroforestry were identified: 40 at the undergraduate level; 10 at the master's level; and 4 at the doctoral level. Most of the current programs were associated with the National Technological of Mexico, and were implemented in both, the Federal Institutes (Chiná Institute of Technology, Conkal and Tizimin), and in the decentralized ones (Institute of Technology Hopelchén, Calkiní and Sur State of Yucatan). For such a reason, the variety of curricula decreases, since they are designed from central offices and each program is the same for all institutes. Though training of human resources at the undergraduate and postgraduate level in the management of agroforestry systems exist, there is no formal characterization that reflects all of the diversity of agroforestry systems that exist at the peninsula level. The need to train human resources in this area, according to each region, remains latent.

Keywords: teaching, agroforestry training, agroforestry, southeast, Mexico

Introducción

En Mesoamérica los aztecas, en la zona centro de América los mayas, y en la andina los incas desarrollaron sociedades urbanas donde la construcción de complejas obras de riego y la aplicación de técnicas agrícolas favorecieron el crecimiento constante de la producción agrícola y de una población con una estructura social fuertemente jerarquizada, puesto que elaboraron lo que hoy se conocerían como sistemas agroforestales tradicionales, que son importantes para la conservación biocultural (Moreno Calles et al. 2013). Estos grupos basaron su producción en el manejo integral de sus recursos naturales, y a través de ensayo y error fueron identificando las mejores opciones para asociar los componentes de sus diversos sistemas productivos. Estos conocimientos fueron transmitidos de generación en generación: en el seno familiar se socializaban los saberes a las hijas y los hijos durante la ejecución de las actividades domésticas y agrícolas. Así se enseñaba a combinar el uso de árboles con otras especies herbáceas de ciclo corto o con animales.

En la actualidad el planeta enfrenta graves problemas de deforestación, contaminación y cambio climático, lo que ha llevado a que diversas agencias internacionales de diferentes países, participen y firmen acuerdos para mitigar, revertir o resolver estas

problemáticas (UNCED, 1992). Se ha señalado la necesidad de capacitar a mujeres y hombres para la caracterización, la evaluación de recursos para la agricultura y la alimentación con la inclusión de especies subvaloradas, así como la conservación de especies de cultivos menores promisorios y de uso alimentario subutilizado, promoviendo su cultivo y manejo en sistemas agroforestales.

La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO, 2004) destaca que uno de los enfoques en el estudio de los sistemas agroforestales es incidir en detener la pérdida de la diversidad genética, agrícola y cultural, preocupación mayúscula en la actualidad, ya que muchas especies se están extinguiendo y otras están en situación de vulnerabilidad.

Por sistema agroforestal entendemos el método de aprovechamiento de la tierra que combina los árboles con cultivos agrícolas y animales (Nair, 1998), cuyo objetivo es obtener producciones similares a las que tendríamos si fuese un monocultivo, aprovechando los efectos benéficos de las interacciones ecológicas, económicas y sociales significativas entre los componentes leñosos y no leñosos (Lundgren, 1979). Por su parte, Somarriba, define la agroforestería como una forma de cultivo múltiple donde se considera que: “a) existen por lo menos dos especies vegetales que interactúan biológicamente; b) por lo menos hay una especie leñosa; c) por lo menos una de las especies es para producir forraje, cultivo anual, o perenne” (Somarriba, 1992, 233). Además de cumplir con un aumento en la producción y disminución de insumos, en la eficiencia laboral, un aumento de salidas del sistema, y la conservación de la producción manteniendo los recursos y fertilidad. A largo plazo, se promueve el aumento de la equidad ambiental, la aceptación, adopción y adaptación por las familias campesinas y en las políticas públicas adecuadas a cada región.

En América Latina, las primeras experiencias en el estudio de sistemas agroforestales se generan en Costa Rica, en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), donde desde hace casi 70 años se realiza docencia, investigación y capacitación técnica en fincas y parcelas experimentales. En esos tiempos se generan numerosos documentos clásicos donde se presentan definiciones, conceptos y resultados de las investigaciones cuyo objetivo es entender, en términos ecológicos, económicos y sociales, las interacciones entre los diferentes componentes de los sistemas agroforestales (Combe y Budowski, 1979; Lundgren y Raintree, 1982; Nair, 1995; Montagnini, 1992; Virginio, 2016). Estas experiencias promueven que en varios países de América Latina, África y Asia se empiece a replantear la investigación y considerar la importancia de las prácticas en agroforestería, describiendo y haciendo propuestas sobre la caracterización de especies y prácticas de manejo, especies arbóreas fijadoras de nitrógeno, producción de biomasa y productividad del sistema. Desde hace dos décadas los estudios en América Latina han considerado temas de tipo ecológico, adaptación, manejo de interacciones agroecológicas, productividad de los sistemas, como sistemas para la conservación y corredores biológicos, así como amortiguadores ante los efectos del cambio climático (Virginio, 2016).

La investigación en agroforestería debería generar a la par la formación de recursos humanos a nivel de licenciatura, maestría y doctorado; sin embargo, los planes y programas de estudio tienen un rezago en la práctica docente en América Latina y en el mundo.

Para México la situación es alarmante, señalan Grande-Cano et al. (2008), ya que la agroforestería tiene una baja presencia en los programas educativos en licenciaturas agropecuarias. En Nicaragua hay experiencias en la implementación docente e investigación en agroforestería, las que han generado un libro de texto donde presentan información de ochenta sitios web de la práctica de la agroforestería, así como de cincuenta definiciones del término *agroforestería* (Mendieta-López y Rocha-Molina, 2007). En México el Centro de Agroforestería para el desarrollo sostenible de la Universidad Autónoma Chapingo desde hace 25 años ha ofertado cursos internacionales a nivel posgrado y generado diversas obras sobre agroforestería básica (Krishnamurthy y Ávila, 1999; Krishnamurthy, Nair y Latt, 1993). En términos generales, la investigación en sistemas agroforestales en la península de Yucatán se considera como escasa, ya que las experiencias, por lo general, son de otros países y pocos son de prácticas de producción local o poco de ella ha sido publicado. Sin embargo, cabe destacar las investigaciones que realizaron: i) en etnobotánica el Dr. Narciso Souza-Novelo en 1950; ii) sobre “Los recursos naturales del sureste de México”, bajo el liderazgo de Enrique Beltrán quien a partir de 1958, con el aporte de Ramiro Robles Ramos en la descripción geológica e hidrológica de la península de Yucatán, Alfonso Contreras Arias en la descripción climática, Faustino Miranda en la descripción de la vegetación, Nicolás Aguilera en la descripción edáfica y Efraim Hernández Xolocotzi en la descripción de la milpa; iii) sistemas de milpa rotacionales por el INIFAP desde 1961; iv) sobre los recursos naturales empleados por los mayas en el INIREB bajo el liderazgo del Dr. Arturo Gómez Pompa de la península de Yucatán de 1975 a 1981; v) el manejo forestal en Quintana Roo a partir de 1983, con la implementación del Plan Forestal de Quintana Roo; y vi) en las parcelas demostrativas establecidas por el ICRAF entre 1994 y 1999. Para los interesados en conocer más sobre la historia de la investigación en agroecología y sistemas agroforestales se sugiere leer a Schmitter-Soto, Mariaca-Méndez y Soto-Pinto, 2016; y a Astier et al. 2016.

La importancia de la formación de recursos humanos en esta área radica en la necesidad de formar profesionales sensibles a las problemáticas ambientales actuales, así como en la necesidad de potenciar la producción sustentable de los agroecosistemas. Para esto es necesario promover el desarrollo, la implementación, la evaluación y el diseño de sistemas agroforestales para asesorar y capacitar a las unidades campesinas rurales en la península de Yucatán.

La formación de recursos humanos es primordial para a) capacitar a profesionistas comprometidos, profesionistas locales y miembros de organizaciones campesinas, gubernamentales y no gubernamentales, que impulsen proyectos en sitios de alta diversidad biocultural y donde exista el interés de la permanencia de tales sistemas; b) fortalecer las instituciones; y c) poner en las discusiones académicas y políticas el tema del manejo de

estos sistemas en particular y de los recursos forestales en general para influir en el desarrollo de políticas más coherentes con el contexto y la riqueza biocultural nacional. El presente capítulo tiene la finalidad de analizar lo que se ha realizado respecto a este tema para la península de Yucatán y su posible impacto en esta región.

Métodos

Este trabajo se desarrolló a partir de la consulta de bases de datos en línea, páginas oficiales de organizaciones no gubernamentales y gubernamentales (Conabio-Conafor, 2016; CRUPY-UACH, 2014; Escuela de Agricultura Ecológica U Yits Ka'an, 2017), y en las bibliotecas de las diversas instituciones, donde se realizó: 1) revisión sistemática de literatura y construcción de bases de datos en la temática; 2) reuniones de trabajo con cada uno de los participantes de diversas instituciones gubernamentales y organizaciones civiles; 3) trabajo de campo en diversas regiones de la península (Figura 1).

Para realizar el análisis histórico de los programas educativos donde se ofertan asignaturas con tópicos de agroforestería o donde los estudiantes pudieran realizar trabajos de titulación en sistemas agroforestales, se consultaron los documentos de las instituciones de educación superior de los tres estados. Se incluye su historia, así como los informes que se encuentran en sus portales de transparencia. Se registraron los años en que los programas se ofertaron por primera vez y, en su caso, el año en que concluyeron. En el caso de los planes de estudio que se modificaron, aun cuando el nombre del programa no hubiera cambiado, se consideró que el programa era nuevo, por lo que las licenciaturas en Biología y Agroecología; y las ingenierías forestales, en Agronomía y en Desarrollo Comunitario fueron consideradas como más de un programa ofertado a lo largo del periodo analizado (1974 a la fecha). Los programas vigentes fueron graficados con término al año 2018. Se calcularon los porcentajes por estado (Campeche, Quintana Roo y Yucatán) y por nivel de estudio (licenciatura/ingeniería, maestría y doctorado) de los programas que concluyeron para compararlos con los que están vigentes y poder inferir cambios en las ofertas de programas educativos.

El análisis de las competencias y asignaturas ofertadas en los programas vigentes se hizo revisando los planes de estudio que se presentan en los portales de las diferentes instituciones. Se identificaron como competencias que se relacionan con el trabajo potencial en sistemas agroforestales a las que incluían la habilidad para diagnosticar problemas, proponer soluciones, desarrollar proyectos, diseñar sistemas productivos y que, además, contenían conceptos clave sobre los sistemas productivos (agroecosistemas, sistemas agroforestales, sistemas productivos agrícolas, pecuarios o forestales,) y desarrollo sostenible o sustentable. Se obtuvieron los porcentajes de las competencias que se relacionan con el trabajo potencial en sistemas agroforestales con respecto al total de las competencias declaradas en el perfil de egreso de los planes de estudio.

La revisión de los contenidos incluidos en las asignaturas de los programas de estudio vigentes se hizo en los programas de las asignaturas que se obtuvieron en los portales de las siguientes instituciones: el Tecnológico Nacional de México, la Universidad Autónoma de Yucatán, la Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo y la Universidad Autónoma Chapingo. Se identificaron como asignaturas relacionadas con tópicos de sistemas agroforestales aquellas en que al menos se revisa la definición de sistema agroforestal o se analizan algún tipo de sistema agroforestal, ya sea para incrementar la productividad de los sistemas productivos o con fines de restauración ecológica. Se obtuvieron los porcentajes de las asignaturas que se relacionan con tópicos de sistemas agroforestales con respecto al total de las asignaturas presentadas en los planes de estudio.

La formación de recursos humanos en el área de sistemas agroforestales se valoró con el número de documentos de tesis y prácticas profesionales que se resguardan en las bibliotecas de las instituciones. Se identificaron como trabajos relacionados con sistemas productivos los que incluían una o varias de las siguientes prácticas agroforestales: huertos familiares, sistemas agroforestales (diseño, establecimiento y evaluación), sistemas silvopastoriles y silvicultura.

Resultados y discusión

Las instituciones educativas, cuyo objetivo es la *docencia, capacitación y formación de recursos humanos*, que han trabajado a diferentes escalas algunas temáticas sobre sistemas agroforestales en la región son la Universidad Autónoma de Yucatán, el Instituto Tecnológico de Conkal, el Centro Regional Universitario Península de Yucatán (CRUPY)-Universidad Chapingo, la Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo, la Universidad de Quintana Roo, Ecosur Campeche y Chetumal, además de organizaciones no gubernamentales y gubernamentales como el Centro de Desarrollo Tecnológico “Tantankin” (Cuadro 1).

Docencia

Como ya se comentó en el apartado de métodos, se procede a analizar los programas de estudio en los que, potencialmente, se declararon perfiles profesionales para trabajar en sistemas agroforestales o en los que se revisan tópicos de agroforestería dentro de las asignaturas que conformaron o conforman sus planes de estudio.

La primera oferta educativa en sistemas agroforestales aparece en la década de los setenta en Yucatán con la carrera en Agronomía del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2 e imparte los primeros tres programas educativos con un perfil de Ingeniería en Agronomía. En la década de los ochenta se crearon la licenciatura en Biología en la Universidad Autónoma de Yucatán y la de Ingeniería en Agronomía en el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 5 de Chiná, en Campeche.

Se observa que el número de programas a nivel de licenciatura se incrementó a partir de 1990, junto con la aparición de los dos primeros planes de posgrado en la Universidad Autónoma de Yucatán. A partir del año 2000 los programas de estudios con un enfoque agroecológico y de manejo de recursos se incorporan a la oferta educativa en la Península, incluyendo ahora los que se ofertan en Quintana Roo. En este mismo año, los planes de estudio de las instituciones cambian como respuesta a la reforma en educación a nivel superior y las reestructuraciones de los estudios técnicos de nivel superior. Las acreditaciones de varias de las carreras como programas de calidad conllevan un nuevo diseño curricular de los planes de estudio en los que la inclusión de planes flexibles, permiten que muchas asignaturas optativas sobre tópicos agroforestales puedan ser cursadas por estudiantes de otras carreras afines a través de la homologación.

En el año 2010 los programas vigentes de todas las instituciones de educación técnica rediseñaron sus planes de estudio a competencias, las universidades les siguieron al poco tiempo, por lo que los planes de estudio vigentes fueron adecuados en todas las instituciones, excepto en la Universidad Autónoma de Campeche donde la licenciatura en Agronegocios no continúa después de ofertarse por dos ciclos escolares.

Los estudios de posgrado se comienzan a ofertar en 1996 en la Universidad Autónoma de Yucatán con una maestría, seguida de un programa de doctorado en 1998. En esta institución aparece una maestría en producción ovina tropical que desaparece cuando se consolida el Posgrado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Manejo de Recursos Naturales Tropicales. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur) tiene presencia en la península de Yucatán a partir del año 1994 con diversas investigaciones y programas de formación de recursos humanos a nivel de posgrado que incluyen proyectos y cursos específicos sobre agroforestería. Después de la reestructuración de los institutos tecnológicos, se comienzan a ofertar programas de posgrado, primero en el Instituto Tecnológico de Conkal y en 2017 en los institutos tecnológicos de Chiná y Tizimín; en Campeche, se oferta un posgrado para la formación de recursos humanos en sistemas productivos sustentables (Figura 2).

El estado donde más se han ofertado programas relacionados con la formación de recursos humanos para el trabajo en sistemas agroforestales desde 1974 a la fecha fue Yucatán, seguido de Campeche y por último Quintana Roo (Cuadro 2). Los programas de licenciatura/ingeniería fueron los más frecuentes, seguidos por los de maestría y luego los de doctorado.

Un análisis del cambio en la oferta educativa vigente y no vigente de programas para la formación de recursos humanos capacitados para trabajar en sistemas agroforestales en la península de Yucatán nos sugiere: 1) la reducción de la oferta educativa en Yucatán y Campeche, estados en los que se ofertaban el 68% y 32% de los programas educativos no vigentes a la fecha y en los que ahora se ofertan solo el 58% y 31%, respectivamente; y de la oferta de programas concluidos a nivel licenciatura de un 81% en comparación con el 70% que permanecen vigentes (Figura 3).

El incremento de los programas ofertados en Quintana Roo representa ahora el 15%, mientras que antes del año 2000 no había ningún programa; y de los programas a nivel de maestría y doctorado ahora representan el 20% y 10% de los programas educativos vigentes en comparación con el 16% y 3% de los programas no vigentes.

El incremento de los programas ofertados en Quintana Roo y en Campeche, que representan ahora el 15% y 35%, respectivamente, de los programas educativos vigentes en comparación con el 0% y el 20.8% de los programas no vigentes; y de los programas a nivel de maestría y doctorado que representan ahora el 20% y 10% de los programas educativos vigentes en comparación con el 8.3% y 4.2% de los programas no vigentes.

Los programas educativos vigentes describen el perfil de egreso en sus planes de estudio con base en competencias relacionadas con el manejo sustentable de recursos naturales tanto en ecosistemas como en sistemas manejados, esto para las licenciaturas en Biología y en Manejo de Recursos Naturales; mientras que las competencias relacionadas con el diagnóstico, la evaluación y la solución de problemas en sistemas productivos agrícolas, pecuarios y forestales para incrementar la productividad de manera sustentable tomando en cuenta las condiciones culturales y sociales de la región son aquellas de la licenciatura en Agroecología, ingenierías forestales en Agronomía, Desarrollo Agroforestal, Desarrollo Comunitario, Innovación Agrícola Sustentable y Sistemas de Producción Agroecológicos.

Todos los programas de posgrado vigentes declaran como competencias de sus egresados la investigación de problemas en el manejo de recursos naturales en sistemas productivos para asegurar su manejo sustentable. Las competencias declaradas en los programas de licenciatura y posgrado pueden permitir que los egresados trabajen en sistemas agroforestales; sin embargo, esto solo está declarado en el perfil de egreso del ingeniero en Desarrollo Agroforestal. La proporción de competencias que permiten a los egresados el trabajo en sistemas agroforestales variaron entre el 12.5% de las competencias declaradas en el perfil de egreso del plan de estudio del ingeniero en Sistemas de Producción Agroecológicos de la Universidad Intercultural Maya, Quintana Roo, hasta el 100% de las declaradas para el licenciado en Manejo de Recursos Naturales de la Universidad de Quintana Roo y de la maestría en Agroecosistemas Sostenibles del Instituto Tecnológico de Chiná (Figura 4).

Además, en la mayoría de los planes de estudio las competencias que se declaran para el perfil de egreso asociadas con potencial de trabajo en sistemas agroforestales varió entre el 20% y 25% (8 de los 14 planes de las diferentes ingenierías y el del posgrado institucional de la Universidad Autónoma de Yucatán); mientras que en los planes de estudio de a) la licenciatura en Biología ofertada por la Universidad Autónoma de Yucatán fue del 40%, y por los institutos tecnológicos de Chiná y de Conkal fue del 50%; b) la Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Chiná fue del 57%, y en la maestría de Producción Pecuaria Tropical del Instituto Tecnológico de Conkal fue del 67% (Figura 4).

Cabe señalar que para el doctorado no se imparte ninguna asignatura obligatoria de ningún tema (solo los seminarios de investigación) en el Posgrado Institucional del Doctorado en Ciencias Agropecuarias y para la maestría tal vez no haya obligatorias en el tema, pero sí hay optativas, para Manejo de Recursos Naturales de la Universidad Autónoma de Yucatán y el 20% para la Maestría en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles: Agroecosistemas y Conservación de la Diversidad.

En la mayoría de los planes de estudio el número de asignaturas relacionadas con tópicos sobre sistemas agroforestales varió entre el 2% y el 6.7%. 12 de los 14 planes de las diferentes licenciaturas e ingenierías y el de la maestría en Producción Pecuaria Tropical del Instituto Tecnológico de Conkal; mientras que en los planes de estudio de a) Ingeniería en Sistemas de Producción Agroecológicos de la Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo fue del 8.9%; b) maestría en Ciencias Agropecuarias y Manejo de Recursos Naturales del Posgrado Institucional de la Universidad Autónoma de Yucatán fue del 9.7%; c) maestría en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles: Sistemas de Producción Agrícola Orgánica y Sistemas de Producción Pecuaria Orgánica fue de 13.3%; d) Ingeniería en Desarrollo Agroforestal del Centro Regional Universitario de la Península de Yucatán fue del 13.8%; y e) licenciatura en Agroecología de la Universidad Autónoma de Yucatán fue del 14.5% (Figura 5).

Capacitación y formación de recursos humanos

La capacitación dirigida a campesinas y campesinos en Yucatán se da a partir del proyecto educativo liberador en el centro de formación campesina, en 1992, con la Escuela de Agricultura Ecológica U Yits Ka'an ("rocío que cae del cielo") en Maní, Yucatán, en la que de 1996 a 2007 se impartieron diversas temáticas de agroforestería (Cuadro 3). Hoy en día se imparten "talleres agroecológicos" en seis subsedes del interior del estado de Yucatán: Yokdzonot, Peto, Valladolid, San Simón, Hunucmá y Maní.

La organización de los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) otorga créditos, garantías y capacitación y asistencia técnica en los sectores agropecuarios, rurales y pesqueros de México. En Yucatán está el Centro Tantakin en Tzucacab, Yucatán. Cuenta con 381 ha de terreno entre pastizales y agostadero natural, ganado bovino, ciervos y borregos, para la actividad ganadera y silvopastoril (Cuadro 3). Otras organizaciones gubernamentales como la Sagarpa, Conafor y Conabio han promovido la capacitación sobre sistemas agroforestales, así como el establecimiento de módulos agroforestales en los tres estados de la península de Yucatán, derivado del convenio Conabio-Conafor (Cuadro 3).

La formación de recursos humanos se presenta por instituciones de enseñanza, como son las universidades Autónoma de Yucatán, de Campeche, de Quintana Roo, Intercultural Maya, Quintana Roo, así como los institutos tecnológicos y las instituciones de investigación (Ecosur-Campeche y Ecosur-Quintana Roo). Son estas las que por su carácter en la enseñanza e investigación de manejo de los recursos naturales y, en especial de enseñanza

forestal, han realizado investigación en agroforestería con enfoques diversos y que se han reportado en forma de artículos científicos, tesis de licenciatura y posgrado y folletos técnicos.

En cuanto a la formación académica a nivel de licenciatura (26) y posgrado (28), domina el nivel de licenciatura, le sigue maestría (21) y doctorado (7) (Figura 6). Con respecto a las temáticas abordadas, destacan los sistemas agroforestales tradicionales como son los huertos familiares (35), sistemas silvopastoriles (20), sistemas agroforestales (diseño, establecimiento y evaluación) (17) y silvicultura (13) (Figura 7).

Conclusiones

La península de Yucatán es una región aproximadamente de 125 000 km². Existen dos tipos de educación para satisfacer las necesidades de sus habitantes, para mejorar su nivel de vida a través del desarrollo de capacidades, conocimientos y actitudes en pro de su bienestar: podemos decir que son la educación formal e informal, donde la oferta educativa pública a nivel universitario y de posgrado está reducida a cinco universidades y alrededor de seis institutos tecnológicos para la formación de recursos sobre sistemas agroforestales. La educación informal, por su parte, oferta algunos talleres y cursos de capacitación, como en el caso del Centro de Desarrollo Tecnológico Tantakin-FIRA y la Escuela de Agricultura Ecológica “U Yits Ka’an”, dirigido a mujeres y hombres de las comunidades rurales para la implementación y diversificación de cultivos en sus sistemas de producción.

Una gran mayoría son propuestas de las organizaciones civiles y gubernamentales, por lo que existe una necesidad de formar profesionales y expertos en esta área, acorde a cada región y necesidad.

Existe formación de recursos humanos a nivel de licenciatura y posgrado en sistemas agroforestales de manera informal para la adopción y apropiación de nuevas maneras de manejo de los recursos naturales dirigido a productores que ha promovido el Centro de Desarrollo Tecnológico Tantakin-FIRA y la Escuela de Agricultura Ecológica “U Yits Ka’an”, la Conafor y la Sagarpa. Es recomendable promover más acciones de este tipo.

Agradecimientos

Agradecemos las facilidades otorgadas a los académicos que nos proporcionaron sus programas y planes de estudio y el acceso al acervo bibliográfico de las instituciones: Instituto Tecnológico de Chiná, Ecosur Campeche, Universidad Intercultural de Morelos, Universidad de Quintana Roo, Ecosur y Universidad de Quintana Roo Chetumal, Universidad Autónoma de Yucatán, Centro Regional Universitario Península de Yucatán (CRUPY)-Universidad Chapingo, Instituto Tecnológico de Conkal y Universidad de Oriente. Agradecemos el apoyo técnico en trabajo de campo a Alfonso Castillo y Dzul, y por la elaboración de los mapas al Dr. José Antonio González Iturbe Ahumada.

Bibliografía

- Astier, M., Quetzal Argueta, J., Orozco-Ramírez, Q., González, M. V., Morales, J., Gerritsen, P. R. W., Escalona, M. A., Rosado-May, F. J., Sánchez Escudero, J., Martínez Saldaña, T., Sánchez-Sánchez, C., Arzuffi Barrera, R., Castrejón, F., Morales, H., Soto, L., Mariaca, R., Ferguson, B., Rosset, P., Ramírez, H., Jarquín, R., García-Moya, F., Ambrosion, M., y González-Esquivel, C. (2016). *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41, 329-348. <http://dx.doi.org/10.1080/21683565.2017.1287809>
- Combe, J., y Budowski, G. (1979). Classification of agroforestry techniques. En G. de las Salas (ed.). *Proceedings of the Workshop on Agroforestry Systems in Latin America*, (pp. 17-47). Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Conabio-Conafor. (2016). Relatoría taller. *Taller "intercambio de experiencias y evaluación de la inversión gubernamental en parcelas agroforestales península de Yucatán"*. Llevado a cabo en Chetumal, Quintana Roo, 5 y 6 de mayo de 2016. Recuperado de <http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/pdf/proforco/43-minuta-evento-parcelas-agroforestales.pdf>
- CRUPY-UACH. (2014). *Ingeniero en Desarrollo Agroforestal*. (Documentos universitarios Grupo coordinador del proyecto IDAf). Recuperado de <http://www.crupy-uach.org.mx/biblioteca/190>.
- Escuela de Agricultura Ecológica U Yits Ka'an (Rocío que cae del cielo). (2017). Historia. Consultado en octubre 2017. Recuperado de http://www.uyitskaan.org/?page_id=154
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2004). *Drought impact mitigation and prevention in the Limpopo River Basin: A situation analysis. Land and Water Discussion Paper 4. Food and Agriculture*. Roma: FAO.
- Grande-Cano, J. D., Torres-Rivera, J. A., Losada-Custardoy, H., Rivera Martínez, J. G., Maldonado-García, N. M., Nahed-Toral, J., y Pérez-Gil, F. (2008). La enseñanza de la agroforestería en los programas de estudio de las carreras agropecuarias en México. *Zootecnia Trop.*, 26(3), 407-409.
- Krishnamurthy, L., y Ávila, M. (1999). *Agroforestería Básica*. Serie textos básicos para la formación Ambiental 3. México: PNUMA.
- Krishnamurthy, L., Nair, P. K. R., y Latt, C. R. (eds.). (1993). *Directions in Agroforestry: A Quick Appraisal*. Dordrecht: Kluwer Acad. Publishers.
- Krishnamurthy, L., y Uribe Gómez, M. (eds.). (2002). *Tecnologías Agroforestales para el Desarrollo Rural Sostenible*. México: PNUMA/Semarnat.
- Lundgren, B. (1979). Research strategy for soils in agroforestry. En H. O. Mongi y P. A. Huxley (eds.). *Soils research in agroforestry*. Nairobi: ICRAF.
- Lundgren, B. O., y Raintree, J. B. (1982). Sustained agroforestry. En B. Nestel (ed.). *Agricultural Research for Development: Potentials and Challenges in Asia*, (pp. 37-49). La Haya: ISNAR.
- Macossay Vallado, M., Aguilar Cordero, W., Castillo Caamal, J. B., Ceballos Loeza, A., y Zapata Cauich, R. A. (2005). La Escuela de Agricultura Ecológica U Yits Ka'an de Maní, Yucatán. Diez años de trabajo. *Revista de Geografía Agrícola* (julio-diciembre). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75703505>
- Mendieta L., M., y Rocha M., L. (2009). *Sistemas Agroforestales*. Managua, Nicaragua: Universidad Agraria.
- Montagnini, F. (1992). *Sistemas Agroforestales. Principios y Aplicaciones en los Trópicos*. (Segunda edición). San José, Costa Rica: OTS. Recuperado de <http://www.ots.ac.cr/images/downloads/informationresources/library/sistemasagroforestales.pdf>
- Moreno Calles, A. I., Toledo, V. M., y Casas, A. (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4), 375-398.
- Nair, P. K. R. (1983). Multiple land-use and agroforestry. En J. Nugent y M. O'Connor (eds.). *Better Crops for Food*, (pp. 101-115). Londres, Reino Unido: CIBA Foundation Symposium 97, Pitman Books.
- Nair, P. K. R. (1995) Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 3, 97-128
- Nair, P. K. R. (1998). Directions in tropical agroforestry research: past, present, and future. *Agroforestry Systems*, 38, 223-245.
- Ospina Ante, A. (2006). *Agroforestería: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para estudio agroforestal*. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia: Asociación de colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano.
- Schmitter-Soto, J. J., Mariaca-Méndez, R., y Soto-Pinto, M. L. (2016). Una breve historia del conocimiento y uso de la biodiversidad en la frontera sur de México. *Sociedad y Ambiente*, 4(11), 160-173.

- Somarriba, E. (1992). Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agroforestry Systems*, 19, 233-240.
- Steppler, S. A., y Nair, P. K. R. (eds.). (1987). *Agroforestry a decade of development*. International Council for Research in Agroforestry. Nairobi: ICRAF House, International Council for Research in Agroforestry.
- Torquebiau, E. (1993). *Conceptos de agroforestería: una introducción*. Chapingo, México: Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo.
- UADY (2015). *Plan de estudios Licenciatura en agroecología*. Recuperado de <http://www.ccba.uady.mx/licenciaturas.php>.
- UNCED (United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brasil). (1992). *Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development; Rio Declaration On Environment And Development; Statement of Forest Principles*. Rio de Janeiro, Nueva York: United Nations Department of Public Information.
- Virginio Filho, E. M. (2016). *Antecedentes y perspectivas en el estudio y promoción de sistemas agroforestales*. Turrialba, Costa Rica: CATIE. Consultado el 12 octubre 2017. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/309591918_Antecedentes_y_perspectivas_en_el_estudio_y_promocion_de_sistemas_agroforestale

Figura 1. Localización de los centros de enseñanza e investigación visitados en la península de Yucatán

1. Instituto Tecnológico de Chiná
2. Ecosur Campeche
3. Universidad Intercultural Maya
4. Universidad de Quintana Roo
5. Ecosur y Universidad de Quintana Roo, Chetumal
6. Sagarpa
7. Conafor
8. Universidad Autónoma de Yucatán
9. Centro Regional Universitario Península de Yucatán (CRUPY)-Universidad Chapingo
10. Instituto Tecnológico de Conkal
11. Centro de Desarrollo Tecnológico "Tantankin"
12. Escuela de Agricultura Ecológica "U Yíts Ka'an"
13. Instituto Tecnológico de Tizimín

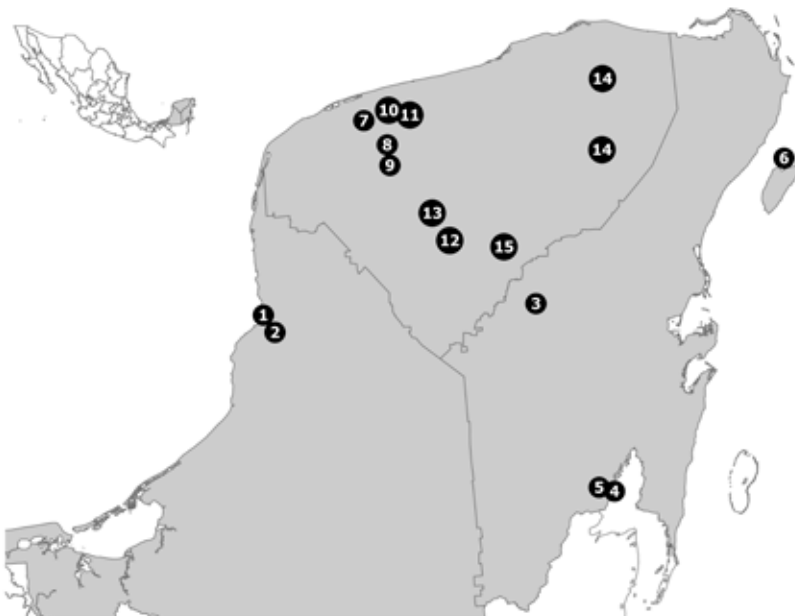
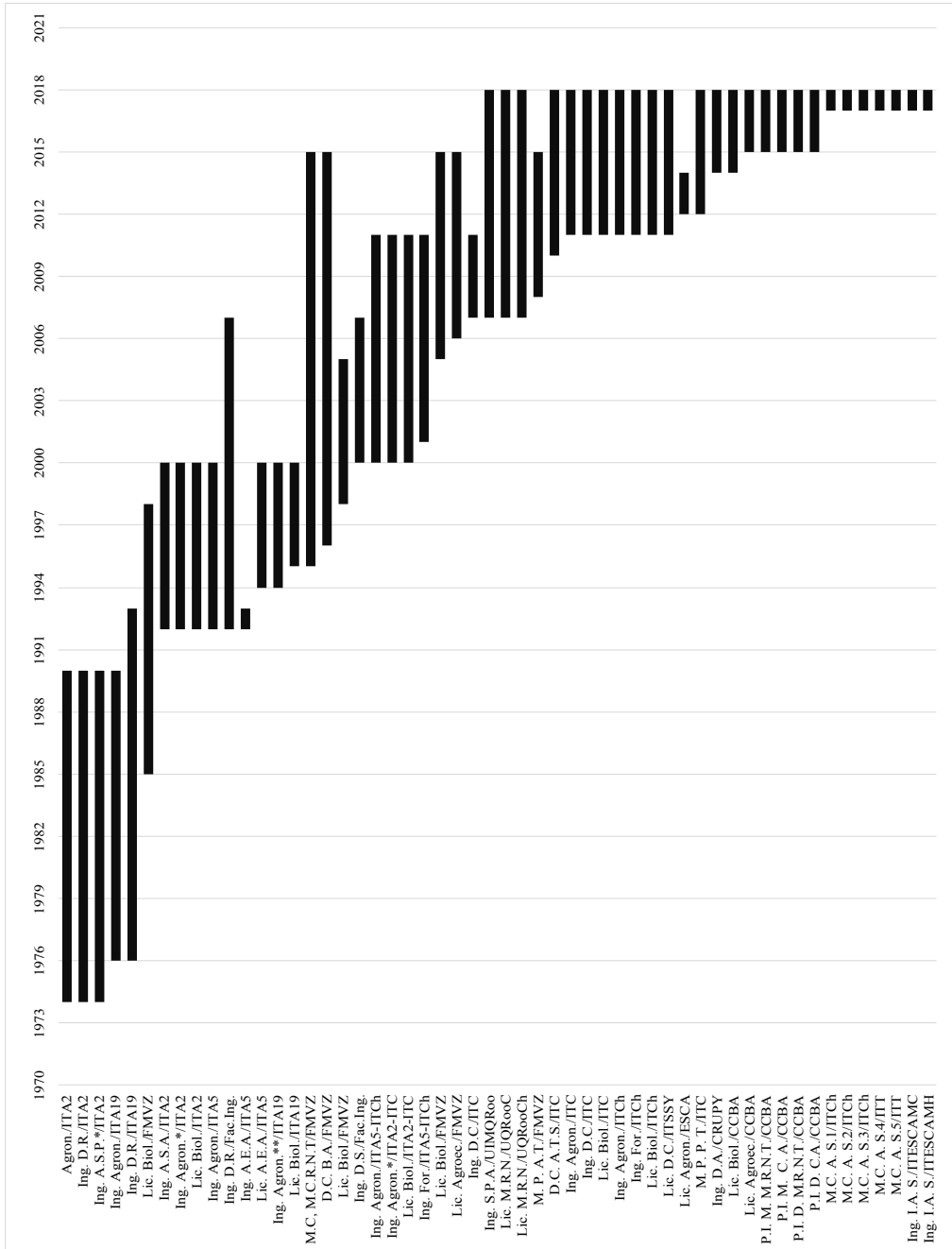


Figura 2. Línea del tiempo de la aparición y término de los programas de estudio de Instituciones de Educación Superior en la Península de Yucatán que incorporan asignaturas con tópicos sobre definiciones o manejo de sistemas agroforestales



Abreviaturas para los programas educativos y dependencias agrupadas por instituciones:

Agron.: Agronomía	P.I. M. M.R.N.T.: P.I. Maestría en Manejo de Recursos Naturales Tropicales
Ing. D. R.: Ingeniería en Desarrollo Rural	P.I. M. C. A.: P.I. Maestría en Ciencias Agropecuarias
Ing. A.S.P*.: Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola y Sistemas de Producción Pecuaria	P.I. D. M.R.N.T.: P.I. Doctorado en Manejo de Recursos Naturales Tropicales
Ing. Agron.: Ingeniería en Agronomía	P.I. D. C.A.: P.I. Doctorado en Ciencias Agropecuarias
Ing. D.R.: Ingeniería en Desarrollo Rural	M.C. A. S.1: M. en C. en Agroecosistemas Sostenibles (Sistemas de Producción Agrícola Orgánica Sustentable)
Lic. Biol.: Licenciatura en Biología	M.C. A. S.2: M. en C. en Agroecosistemas Sostenibles (Sistemas de Producción Pecuaria Orgánica Sustentable)
Ing. A.S.A.: Ingeniería en Administración de Sistemas Agropecuarios	M.C. A. S.3: M. en C. en Agroecosistemas Sostenibles (Agroecosistemas y Conservación de la Diversidad)
Ing. Agron.*: Ingeniería en Agronomía con orientaciones en Producción Animal Tropical, Horticultura Tropical, Sanidad Vegetal e Irrigación	M.C. A. S.4: M. en C. en Agroecosistemas Sostenibles (Sistemas de Producción Agroforestal)
Lic. Biol.: Licenciatura en Biología	M.C. A. S.5: M. en C. en Agroecosistemas Sostenibles (Sistemas de Producción Agrícola)
Ing. Agron.: Ingeniería en Agronomía	Ing. I. A. S.: Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable
Ing. D.R.: Ingeniería en Desarrollo Rural	Ing. I. A. S.: Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable
Ing. A.E.A.: Ingeniería en Administración de Sistemas Agropecuarios	DGETA: Dirección General de Estudios Tecnológicos Agropecuarios
Lic. A.E.A.: Licenciatura en Administración con orientación específica a Empresas Agropecuarias.	ITA19: Instituto Tecnológico Agropecuario No. 19 de Tizimin, Yucatán
Ing. Agron.*: Ingeniería en Agronomía con orientaciones en Desarrollo Rural, Sistemas de Producción Agrícola y Sistemas de Producción Pecuaria.	ITA2: Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2 de Conkal, Yucatán
Lic. Biol.: Licenciatura en Biología	ITA5: Instituto Tecnológico Agropecuario No. 5 de Chiná, Campeche: Tecnológico Nacional de México.
M.C, M.C.R.N.T.: Maestría en Ciencias sobre Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales	DGETA/DGEST: Dirección General de Estudios Tecnológicos Agropecuarios/Dirección General de Educación Superior Tecnológica
D.C. B.A.: Doctorado en Ciencias Biológicas y Agropecuarias	ITA2/ITC: Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2 de Conkal, Yucatán/Instituto Tecnológico de Conkal
Lic. Biol.: Licenciatura en Biología	ITA5/ITCh: Instituto Tecnológico Agropecuario No. 5 de Chiná, Campeche
Ing. D.S.: Ingeniería en Desarrollo Sustentable	Instituto Tecnológico de Chiná. TNM: Tecnológico Nacional de México
Ing. Agron.: Ingeniería en Agronomía	ITCh: Instituto Tecnológico de Chiná
Ing. Agron.*: Ingeniería en Agronomía con orientaciones en Producción Animal Tropical, Horticultura Tropical, Sanidad Vegetal e Irrigación	ITC: Instituto Tecnológico de Conkal
Lic. Biol.: Licenciatura en Biología	ITT: Instituto Tecnológico de Tizimin
Ing. For.: Ingeniería Forestal	ITESCAMC: Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Lic. Biol.: Licenciatura Biología	ITESCAMH: Instituto Tecnológico Superior de Holpechen
Lic. Agroec.: Licenciatura en Agroecología	ITSSY: Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán
Ing. D.C.: Ingeniería en Desarrollo Comunitario	UACam: Universidad Autónoma de Campeche
Ing. S.P.A.: Ingeniería en Sistemas de Producción Agroecológicos	ESCA: Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias, Campus IV
Lic. M.R.N.: Licenciatura en Manejo de Recursos Naturales	Fac.Ing. UACH: Universidad Autónoma de Chapingo
Lic. M.R.N.: Licenciatura en Manejo de Recursos Naturales	CRUPY: Centro Regional Universitario de la Península de Yucatán
M. P. A.T.: Maestría producción animal (ovina) tropical	UADY: Universidad Autónoma de Yucatán
D.C. A.T.S.: Doctorado en Ciencias en Agricultura Tropical Sustentable	CCBA: Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Ing. Agron.: Ingeniería en Agronomía	FMVZ: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Ing. D.C.: Ingeniería en Desarrollo Comunitario	UQRoo: Universidad de Quintana Roo
Lic. Biol.: Licenciatura en Biología	UQRooCh: Campus Chetumal
Ing. Agron.: Ingeniería en Agronomía	UQRooC: Campus Cozumel
Ing. For.: Ingeniería Forestal	UIMQRoo: Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo
Lic. Biol.: Licenciatura en Biología	
Lic. D.C.: Ingeniería en Desarrollo Comunitario	
Lic. Agron.: Licenciatura en Agronegocios	
M. P. P. T.: Maestría en Producción Pecuaria Tropical	
Ing. D.A.: Ingeniero en Desarrollo Agroforestal	
Lic. Biol.: Licenciatura Biología	
Lic. Agroec.: Licenciatura en Agroecología	

Figura 3. Porcentajes de programas no vigentes (paneles superiores) y vigentes (paneles inferiores) para formación de recursos humanos capacitados para trabajar en sistemas agroforestales ofertados por estado (paneles izquierdos) y niveles de estudio (paneles derechos)

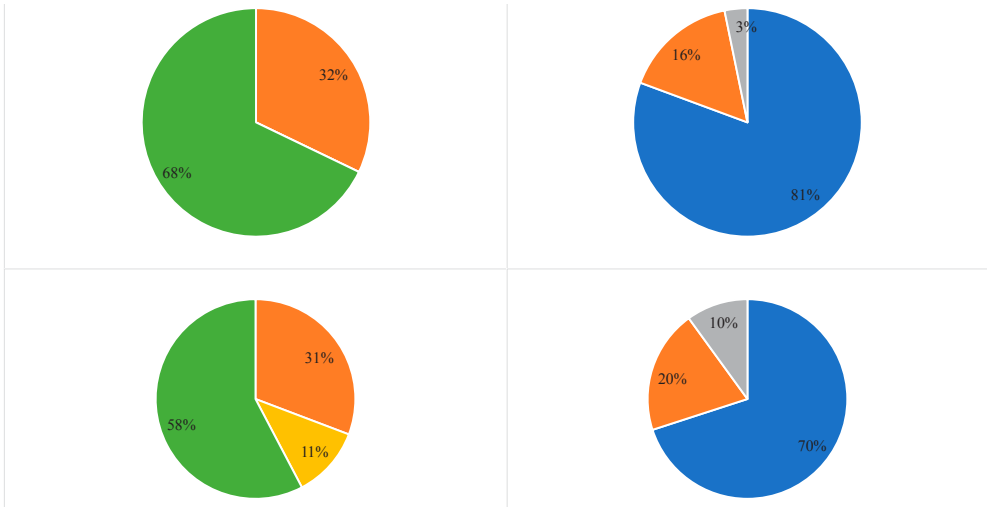


Figura 4. Porcentaje de competencias relacionadas con el trabajo en sistemas agroforestales en programas ofertados en a) Campeche b) Yucatán y c) Quintana Roo. (Los nombres de los programas y las dependencias y sus abreviaturas se presentan en el pie de la Figura 2)

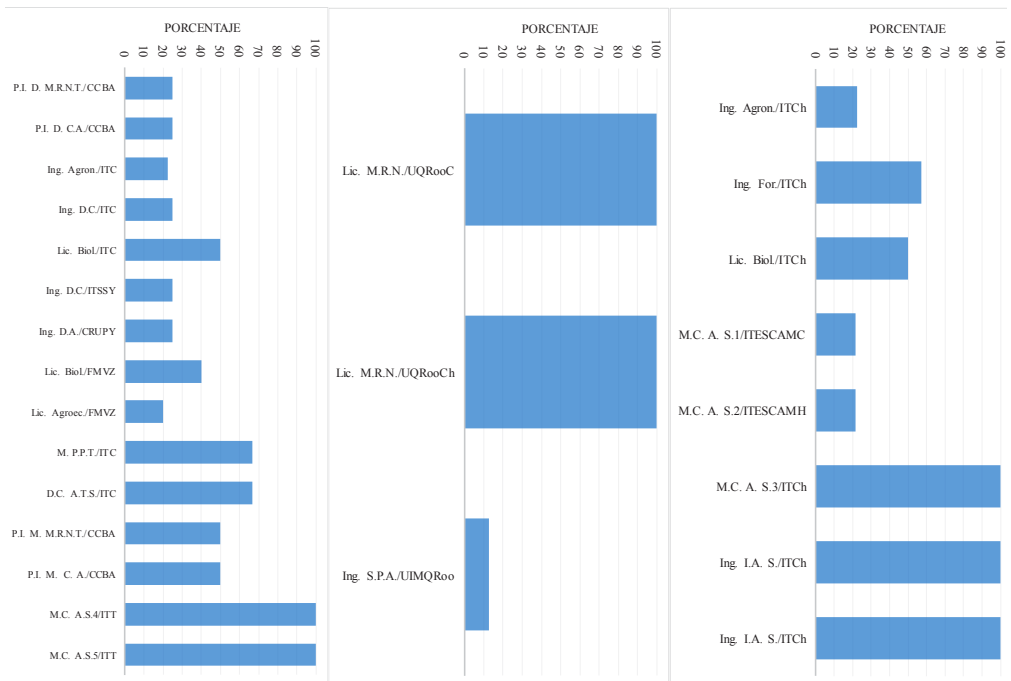


Figura 5. Porcentaje de asignaturas relacionadas con tópicos de sistemas agroforestales en programas ofertados en a) Campeche b) Yucatán y c) Quintana Roo. (Los nombres de los programas y las dependencias y sus abreviaturas se presentan después de la Figura 2)

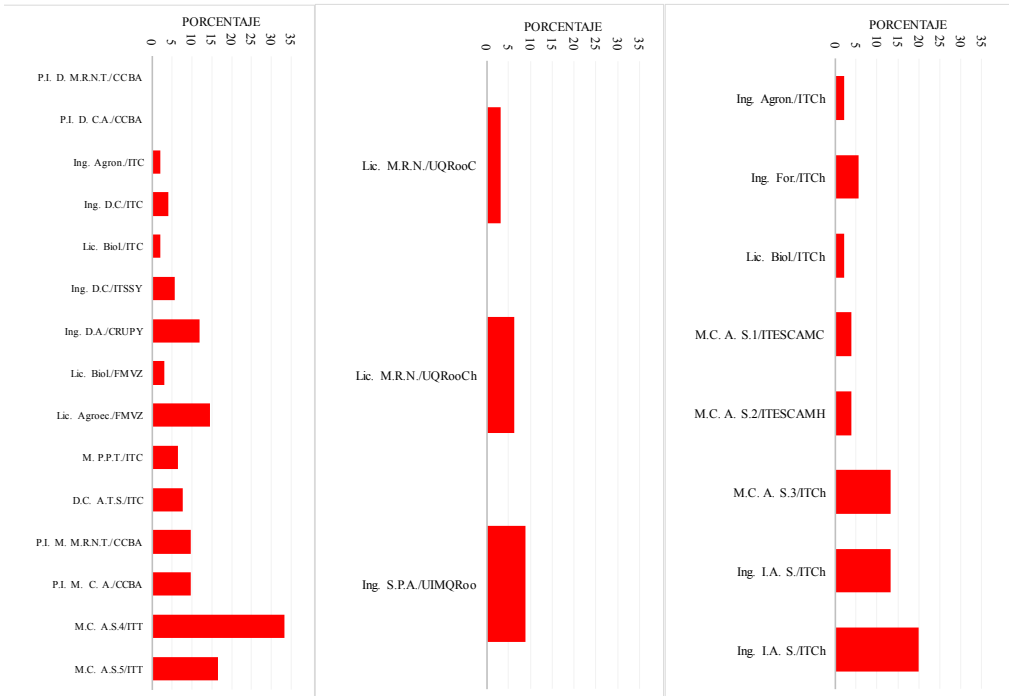


Figura 6. Distribución de las tesis de licenciatura y posgrado en cada estado de la Península de Yucatán

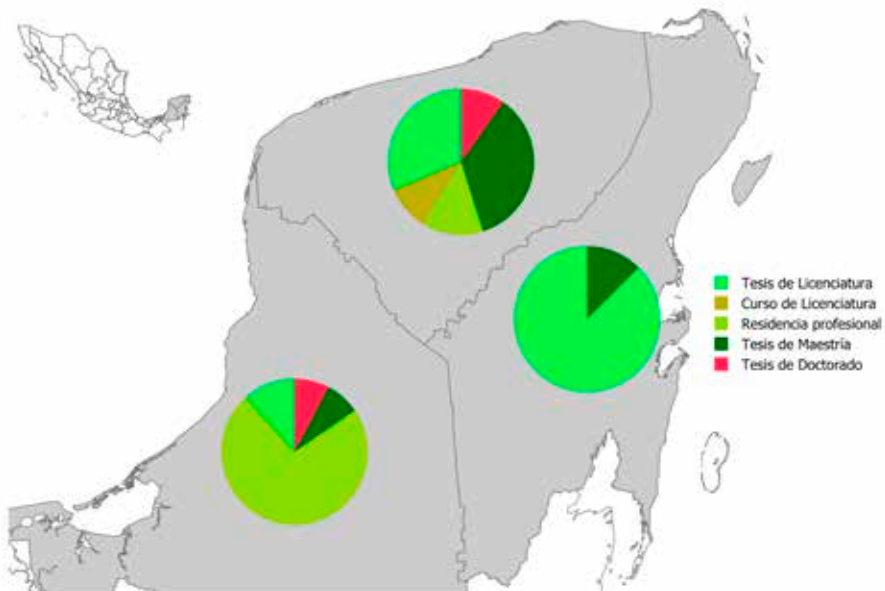


Figura 7. Distribución de las temáticas desarrolladas en las diferentes instituciones de la península de Yucatán

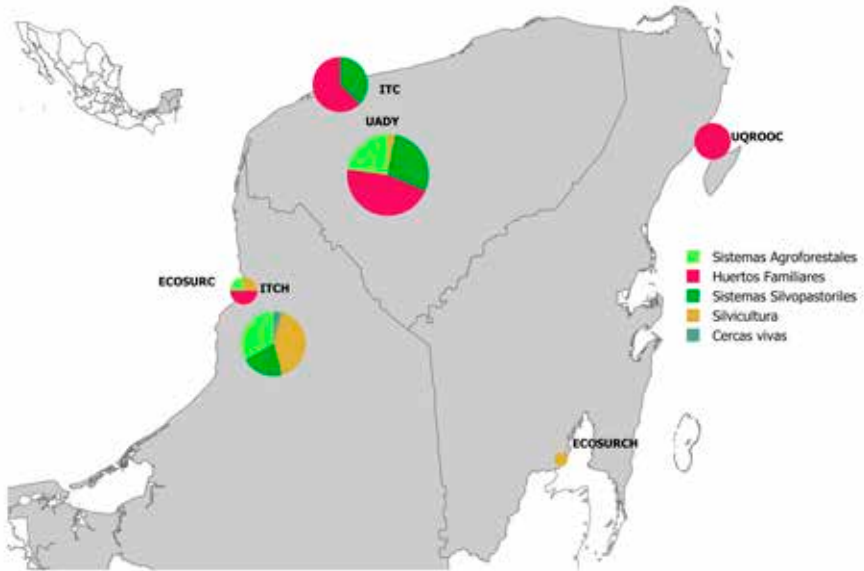
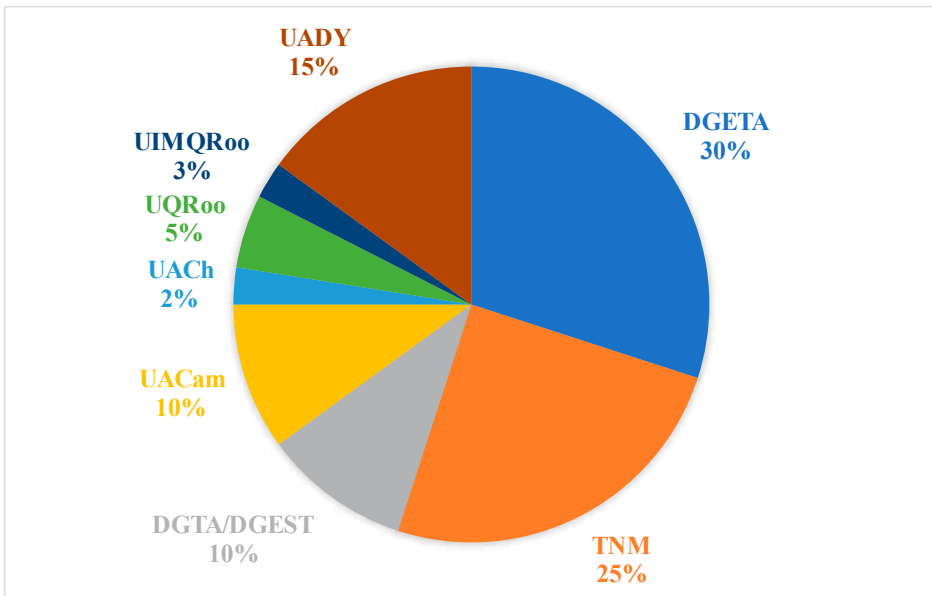


Figura 8. Porcentaje de programas educativos ofertados por las diferentes Instituciones educativas en la península de Yucatán. (Los nombres de las dependencias y sus abreviaturas se presentan en el pie de la Figura 1)



Cuadro 1. Universidades, institutos tecnológicos, centros de investigación, organizaciones no gubernamentales y gubernamentales de la península de Yucatán que forman recursos humanos en sistemas agroforestales

	Institución	Localidad
1	Instituto Tecnológico de Chiná	Chiná, Campeche
2	Ecosur Campeche	Campeche
3	Universidad Intercultural Maya	Morelos, Quintana Roo
4	Universidad de Quintana Roo	Cozumel
5	Universidad de Quintana Roo	Chetumal
6	Sagarpa	Mérida
7	Conafor	Mérida
8	Universidad Autónoma de Yucatán	Xmatkuil, Yucatán
9	Centro Regional Universitario Península de Yucatán (CRUPY) Universidad Chapingo	Temozon Norte, Yucatán
10	Instituto Tecnológico de Conkal	Conkal, Yucatán
11	Instituto Tecnológico de Tizimín	Tizimín, Yucatán
12	Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán	Peto, Yucatán
13	Centro de Desarrollo Tecnológico "Tantankin"	Tzucacab, Yucatán
14	Escuela de Agricultura Ecológica "U Yits Ka'an"	Maní, Yucatán

Cuadro 2. Oferta de programas de 1970 a la fecha para la formación de recursos humanos capacitados en sistemas agroforestales, por estado y niveles de estudio

Estado	Nivel de estudios			Total
	Licenciatura/Ingeniería	Maestría	Doctorado	
Campeche	13	4	-	17
Quintana Roo	3	-	-	3
Yucatán	24	6	4	34
Total	40	10	4	54

Cuadro 3. Talleres de capacitación por las diversas organizaciones civiles y gubernamentales en la península de Yucatán

Organizador	Año	Nombre curso-taller	Lugar
FIRA, Banco de México	1995	Plantaciones forestales comerciales para Campeche Sistemas agroforestales	Campeche, Camp. Tantankín, Tzucacab, Yuc.
Escuela de Agricultura Ecológica U Yits Ka'an	1992	Agroforestal: Milpa, Hortalizas, Ecología, Suelos, Abonos, Propagación de plantas, Manejo del solar y Sistemas agroforestales; 2) Agropecuario: Cerdos, Aves, Meliponicultura, Apicultura, Bovinos, Ovinos y Cabras	Maní, Yucatán
Conafor	2012	Silvicultura del ecosistema de manglar (Aprovecha- miento y uso múltiple de los bosques de mangles) Estrategia para su conservación	Telchac Puerto, Yucatán
Fundación Produce Yucatán	2013	Producción caprina en sistema silvopastoril Producción de carne bovina en sistemas silvopas- toriles Producción de leche en sistemas silvopastoriles en el trópico Sistemas agroforestales	Xmatkuil, Mérida, Yucatán
Alianza México REDD+	2014	Buenas prácticas en el manejo forestal para la península de Yucatán	Sin dato
Conafor-Semarnat	2015	Áreas de intervención IRE Yucatán	Región Puc, Yucatán
Alianza México REDD+	2016	Sistemas agroforestales	Campeche, Campeche
DCAF-Sagarpa	2016	Capacitación en manejo de huertos y granjas familiares Usos y aprovechamiento de las plantas medicinales	Mérida, Yucatán
Conabio	2016	Intercambio de experiencias en el manejo de aca- huales, práctica silvícola en la península de Yucatán	Ejido Valentín Gómez Farías, Calakmul, Campeche
Conabio-Conafor	2016	Intercambio de experiencias y evaluación de la inversión gubernamental en parcelas agroforestales, península de Yucatán	Chetumal, Quintana Roo
Conafor-Semarnat	2017	Silvicultura	En línea

5.2 La importancia de la agroforestería en los planes de estudio de las carreras agropecuarias de las instituciones de educación superior en México

Jesús Daniel Grande Cano¹

José Nahed-Toral²

José Manuel Palma-García³

Correo de correspondencia: ifig@xanum.uam.mx

Resumen

En México la agroforestería es importante y se practica en diversas regiones del país, sin embargo, la inclusión de asignaturas agroforestales en las carreras agropecuarias a nivel de licenciatura, además de reciente, es limitada, de manera similar a muchas escuelas y universidades latinoamericanas. El objetivo del presente trabajo fue conocer la situación

1 Área de Sistemas de Producción Agropecuarios. División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.

2 Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente, El Colegio de la Frontera Sur.

3 Centro de Investigación y Desarrollo Agropecuario. Universidad de Colima.

actual de la agroforestería en los planes de estudio de las carreras agropecuarias de nivel licenciatura impartidas en universidades y otras instituciones de educación superior públicas y privadas en México. El análisis de la información consideró el número y los porcentajes de las universidades, carreras, planes de estudio y materias agroforestales ofrecidas en las cinco carreras agropecuarias seleccionadas (Agronomía, Forestal, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Agroecología y Agroforestal). Se encontraron un total de 56 materias agroforestales ofrecidas en 25 carreras y 30 planes de estudio de 16 universidades públicas localizadas en 14 entidades federativas que representan menos de la mitad del total en el país. Del total de 56 materias agroforestales 25 (44.6%) se ofrecen en la carrera de Agronomía, 17 (30.3%) en Agroforestal, 7 (12.5%) en Forestal, 6 (10.7%) en Agroecología y 1 (1.8%) en Medicina Veterinaria y Zootecnia. La mayoría de las materias agroforestales son obligatorias (71.4%), y las restantes (28.6%) optativas. De las 56 materias agroforestales solo 17 (30.4%) se relacionan con la Agroforestería Pecuaria, 28 (50.0%) son materias agroforestales introductorias o generales y otras 28 tratan temas agroforestales específicos o particulares. De acuerdo al número de universidades, carreras, planes de estudio, materias agroforestales y estados del país en los que se imparten, se concluye que la agroforestería tiene una baja oferta en los planes de estudio de las carreras agropecuarias a nivel de licenciatura ofrecidas en México, por lo que la incorporación de materias agroforestales en las carreras agropecuarias del país es incipiente.

Palabras clave: agroforestal, educación, enseñanza, *curricula*, universidades

Abstract

In Mexico, agroforestry is an important activity in several regions of the country, however, the inclusion of agroforestry courses in agricultural careers for undergraduates is limited and recent, as in many Latin American schools and universities. The objective of the present study was to know the current situation of agroforestry in the study plans of agricultural careers at undergraduate level taught at public and private universities and other higher education institutions in Mexico. For the analysis of the information were considered the number and percentages of the universities, careers, study plans and agroforestry courses offered in five selected agricultural careers —Agronomy, Forestry, Veterinary Medicine and Zootechnics, Agroecology and Agroforestry. A total of 56 agroforestry courses were offered in 25 careers and 30 study plans of 16 public universities located in 14 states that represent less than half of the total in the country. Of the total of 56 agroforestry courses, 25 (44.6%) are offered in the Agronomy career, 17 (30.3%) in the Agroforestry career, 7 (12.5%) in the Forestry career, 6 (10.7%) in Agroecology and 1 (1.8%) in the Veterinary Medicine and Zootechnics career. Most agroforestry courses are compulsory (71.4%) and the remaining (28.6%) are optional. Of the 56 agroforestry courses only 17 (30.4%) are related to livestock Agroforestry, 28 (50.0%) are introductory or general agroforestry courses, and

another 28 deal with specific or particular agroforestry issues. According to the number of universities, careers, study plans, agroforestry courses and states of the country in which they are taught, it is concluded that agroforestry currently has a low offer in the study plans of agricultural careers at undergraduate level currently offered in Mexico, so that the incorporation of agroforestry courses in the agricultural careers of the country is incipient.

Keywords: agroforestry systems, education, teaching, study plans, universities

Introducción

La agroforestería, nombre colectivo para los sistemas y las tecnologías del uso de la tierra donde las especies perennes leñosas (árboles, arbustos, palmas, bambúes, etc.) se utilizan en forma deliberada en las mismas unidades de manejo de la tierra junto con cultivos agrícolas o animales, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal (Lundgren y Raintree, 1983), es una práctica milenaria en algunos países del mundo a la que se da importancia en los tiempos actuales. En México la agroforestería se practica en estos momentos en diversas regiones del país con diferentes grados de desarrollo.

En México y otros países de Latinoamérica la investigación en agroforestería empezó hace unos cuarenta años, aunque la inclusión de los temas agroforestales en la enseñanza de las carreras agropecuarias de las universidades latinoamericanas es más reciente. A partir de la creación del International Council for Research in Agroforestry (ICRAF) en Nairobi, Kenia, en 1978, el estudio de la agroforestería se ha promovido y desarrollado sobre todo en diversos centros de investigación de América Latina y del mundo, en los que en tiempos recientes se muestran notables avances. Sin embargo, en muchos países de la región latinoamericana se ha dado poca importancia a la incorporación de los temas agroforestales en los planes de estudio de las carreras agropecuarias, por lo que existe un desfase entre la investigación desarrollada y la enseñanza de la agroforestería en sus diferentes niveles, pues se priorizan los programas de estudio y líneas de investigación de los estudios de posgrado ante una reducida inclusión de los conceptos, temas y asignaturas agroforestales en los planes de estudio a nivel de licenciatura.

La situación descrita es preocupante, sobre todo si se reconoce que la promoción, el desarrollo y la aplicación de las prácticas y sistemas agroforestales, junto con las actividades de educación, capacitación, extensión y asistencia técnica son estratégicas, y que en las carreras agropecuarias de varios países latinoamericanos es común la existencia de grandes deficiencias y vacíos en la enseñanza de la agroforestería (Ortiz, 2008), lo cual además de restringir su conocimiento, puede limitar el avance de los programas de adopción y establecimiento de tales sistemas de uso del suelo por parte de los productores. Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue conocer la situación actual de la agroforestería en los planes de estudio de las carreras agropecuarias, a nivel de licenciatura, impartidas en universidades y otras instituciones de educación superior (IES) públicas y privadas en México.

Materiales y métodos

Para conocer la situación de la enseñanza de la agroforestería en las IES en el país, se analizaron los planes de estudio de cinco carreras agropecuarias presenciales (Agronomía, Forestal, Medicina Veterinaria y Zootecnia –MVZ–, Agroecología y Agroforestal) a nivel de licenciatura, ofrecidas en 187 universidades, institutos tecnológicos de educación superior y otras IES públicas y privadas afiliadas a la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES, 2017). La metodología para definir y reconocer las materias y temas agroforestales, considera el concepto general de agroforestería y la clasificación de sistemas agroforestales propuestos por diferentes autores (Nair, 1985; Montagnini, 1986; Pezo e Ibrahim, 1999).

Para seleccionar las carreras y planes de estudio analizados, se priorizaron las carreras generales de ingeniero agrónomo o agrícola y otras vinculadas al sector agropecuario, en particular las relacionadas a la agroecología, la agroforestería, los recursos naturales y otros temas similares. Se excluyeron del análisis las carreras relacionadas con la administración, los negocios y la Medicina Veterinaria (MV), aunque sí se incluyó la carrera de MVZ.

Con los antecedentes y criterios señalados al final se seleccionaron y analizaron un total de 119 planes de estudio de las cinco carreras seleccionadas ofrecidas en 40 universidades. El análisis de la información se basó en el número y porcentajes de las universidades, carreras, planes de estudio y materias agroforestales ofrecidas.

Resultados y discusión

De las 187 IES públicas y privadas afiliadas a la ANUIES, solo 40 universidades (21.4%) ofrecen una o más de las cinco carreras seleccionadas en 119 planes de estudio. De dichas instituciones, solo 16 universidades públicas ofrecen carreras y planes de estudio que incluyen materias agroforestales. Las 16 universidades ofrecen 56 materias agroforestales en 25 carreras y 30 planes de estudio (Cuadro 1). Dichas universidades se localizan en 14 estados de la República (de manera principal en las zonas tropicales y subtropicales), los cuales representan menos de la mitad del total de estados del país.

De las cinco carreras seleccionadas, las más ofrecidas en las 40 universidades incluidas en el análisis son las carreras de Agronomía y MVZ, cada una de las cuales se imparten en 31 universidades del país (16.5%); les siguen en importancia la carrera Forestal, ofrecida en 9 universidades (4.8%), la de Agroecología, impartida en 5 universidades (2.7%) y por último la carrera Agroforestal, ofrecida en solo 3 (1.6%) universidades públicas (la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, la Universidad Autónoma Chapingo –UACH– y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla –BUAP–) (Cuadro 1).

Las materias agroforestales se ofrecen en 12 carreras de Agronomía, 5 de Forestal, 4 de Agroecología, 3 de Agroforestal y 1 de MVZ. Las universidades que ofrecen el mayor número de carreras con materias agroforestales son la UACH (4 carreras), la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH, 3 carreras), mientras que las Universidades Autónoma de Guerrero, Autónoma del Estado de Hidalgo, la Autónoma de Nuevo León y la Universidad Autónoma de San Luis Potosí ofrecen 2 carreras cada una de ellas; las restantes 10 universidades solo ofrecen 1 carrera con materias agroforestales (Cuadro 1).

En las principales carreras agropecuarias del país se ofrecen planes de estudio de las 5 carreras seleccionadas. Del total de 119 planes de estudio analizados 67 (56.3%) fueron de la carrera de Agronomía, 33 (27.7%) de MVZ, 11 (9.2%) de Forestal, 5 (4.2%) de Agroecología y 3 (2.5%) de Agroforestal (Cuadro 1).

Por su parte, de los 119 planes de estudio analizados solo 30 (25.2%) incluyeron materias agroforestales, todos ofrecidos en 16 universidades públicas. De estos, se ofrecen en 16 planes de estudio de la carrera de Agronomía, 6 de la carrera Agroforestal, 4 de la carrera de Agroecología, 3 de la carrera Agroforestal y 1 de la de MVZ (Cuadro 1).

El mayor número de planes de estudio que incluyen materias agroforestales se ofrecen en 7 universidades: la UACH (6 planes de estudio), la UNACH (4 planes de estudio), la Universidad Autónoma de Guerrero (3 planes de estudio), además de las Universidades Autónoma del Estado de Hidalgo, la Autónoma de Nuevo León, la Autónoma de San Luis Potosí y la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), que ofrecen 2 planes de estudio cada una de ellas. Las 23 universidades restantes solo ofrecen 1 plan de estudio con materias agroforestales.

De los 30 planes de estudio que incluyen materias agroforestales, 23 ofrecen solo 1 materia en sus planes de estudio, mientras que los 7 restantes incluyen 2 o más materias agroforestales; estos últimos corresponden a las carreras de Ingeniería Agroforestal (BUAP, 9 materias), las de ingeniero agroforestal (UACH) e ingeniero agrónomo zootecnista (UAEM, 7 materias cada una), los de ingeniero agrónomo en sistemas ambientales (UNACH) y licenciado en Agroecología (Universidad Autónoma de Yucatán, 3 materias cada una), y los de Ingeniero Forestal (UNACH) e Ingeniero Agrónomo (Universidad Autónoma de Nayarit, 2 materias cada una) (Cuadro 2).

Es muy significativo que aunque la mayor cantidad y porcentaje de materias agroforestales (25 materias, 44.6%) se ofrecen en 16 planes de estudio de la carrera de Agronomía, una cantidad y porcentaje menores (23 materias, 41%) se imparten en solo 7 planes de estudio de las carreras de Agroecología y Agroforestal, lo que demuestra la importancia de las materias agroforestales en esas carreras.

Es importante mencionar que de todos los planes de estudio analizados tan solo uno, de MVZ, incluyó una materia agroforestal optativa, lo que muestra el enorme rezago en la incorporación de los temas agroforestales en dicha carrera. Sin embargo, en tiempos recientes, en algunas escuelas y facultades de MVZ del país ya se han mostrado avan-

ces al respecto, como lo demuestran los temas abordados en el Seminario Internacional de Ganadería Bovina Tropical organizado por la Facultad de MVZ de la Universidad Nacional Autónoma de México en 2015 (UNAM, 2017), o el Seminario Internacional Ganadería Tropical: Oaxaca, organizado por la Facultad de MVZ de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca en 2016 (Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, 2017), en los que se discutieron los temas agroforestales ganaderos. El siguiente paso sería que en los planes de estudio de las carreras de MVZ del país se incluyeran al menos como materias optativas temas agroforestales generales sobre sistemas agroforestales pecuarios o ganaderos (Sistemas Silvopastoriles y Sistemas Agrosilvopastoriles) e incluso temas específicos como bancos de proteína o Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi).

Por otra parte se debe destacar que además de las materias agroforestales, la gran mayoría de los planes de estudio (115, es decir el 96.6%) de las universidades públicas y privadas analizados (del total de 119), incluyen materias del llamado proceso de *ambientalización* curricular (al que también pertenecen las materias agroforestales), a excepción de 4 planes de estudio de MVZ (3.4%) ofrecidos en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y Universidad Autónoma Metropolitana. La inclusión de materias ambientales en los planes de estudio respeta el consenso de las IES del país de transformar la educación superior con el fin de formar cuadros profesionales con las competencias necesarias para enfrentar el desafío que implica la construcción de sociedades con justicia social y en equilibrio con la naturaleza. Como parte de dicho proceso las IES se han comprometido a participar de forma activa en los procesos de *ambientalización* curricular mediante diversos mecanismos, como la participación en el diseño y rediseño de los planes y programas de estudio, la transformación de la práctica educativa, la formación ambiental de los docentes, el diseño de materiales innovadores, así como el seguimiento y la evaluación permanente (Universidad Iberoamericana, 2017).

En los planes de estudio de las principales carreras agropecuarias del país se ofrece todavía un reducido número de materias agroforestales, las cuales se ofrecen en 25 carreras (12 carreras de Agronomía, 5 carreras de Forestal, 4 carreras de Agroecología, 3 carreras de Agroforestal y 1 carrera de MVZ) y 30 planes de estudio de dichas carreras, todos en universidades públicas. Del total de 56 materias agroforestales 25 (44.6%) se imparten en la carrera de Agronomía, 17 (30.3%) en la Agroforestal, 7 (12.5%) en la Forestal, 6 (10.7%) en la de Agroecología y 1 (1.8%) en la de MVZ (Cuadro 2). Es muy significativo que aunque la mayor cantidad y porcentaje de materias agroforestales (25 materias, 44.6%) se ofrecen en la carrera de Agronomía, una cantidad y porcentaje algo inferiores (23 materias, 41%) se imparten en las carreras de Agroecología y Agroforestal, lo que demuestra la importancia de las materias agroforestales en estas carreras.

En los planes de estudio de las universidades públicas, la mayoría de las materias agroforestales son obligatorias: de las 56 materias encontradas 40 (71.4%) son obligatorias y

16 (28.6%) son optativas (Cuadro 2). Por otra parte, del total de materias agroforestales, la gran mayoría (39 materias, 69.6%) se dirigen a los sistemas agroforestales agrícolas y solo 17 (30.4%) abordan los sistemas agroforestales pecuarios o ganaderos. La mitad de los cursos en los planes de estudio ofrecidos (28, 50.0%) son introductorios o generales sobre agroforestería, mientras que los 28 restantes incluyen diversos temas agroforestales específicos o particulares, entre los que destacan los sistemas agroforestales pecuarios o ganaderos, el marco legal silvoagropecuario, el manejo de plantas, viveros y plantas, diseños, maquinaria y equipo, desarrollo y prácticas agroforestales, así como la productividad de los sistemas agroforestales (Cuadro 2). Aunque el estudio no profundizó en los aspectos prácticos de los cursos sobre agroforestería ofrecidos en las universidades del país, los planes de estudio analizados indican que la gran mayoría de los cursos sobre agroforestería impartidos en las universidades mexicanas son teóricos (53 cursos, 94.6%), mientras un porcentaje muy bajo (3 cursos, 5.4%) son prácticos.

Si se toma en cuenta que la creación del ICRAF en Nairobi, Kenia, en 1978 promovió el interés y la importancia de la agroforestería a nivel mundial, se puede afirmar que la incorporación de los cursos agroforestales en los planes de estudio de las IES en los diferentes países ha tenido rezagos.

Existen varios ejemplos en el ámbito latinoamericano del retraso en la inclusión de cursos agroforestales en la enseñanza de la agroforestería en las IES. Uno de ellos es Argentina, en donde en los currículos de las 5 escuelas de formación forestal superior, con una vida de algo más de tres décadas, hasta 1997 en solo una de ellas se contemplaba la incorporación de sistemas agroforestales como un curso optativo para obtener el título de ingeniero forestal, mientras que los aspectos generales y las técnicas agroforestales se incluían en uno o dos capítulos de los cursos de Silvicultura (Kozarik, 1997).

Ecuador es otro ejemplo, donde el descuido en la inclusión de la agroforestería en los planes curriculares de las facultades agrícolas y forestales de las universidades, al igual que en los institutos y centros de educación media, se vio reflejado en la falta de personal capacitado para asumir y desempeñar con eficiencia las funciones de capacitadores y promotores de los cambios indispensables para el mejor uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables. Ante el panorama descrito, y por la importancia de la agroforestería como medio de conservación y recuperación del recurso forestal en dicho país, la Universidad Técnica Equinoccial inició en octubre de 1994 la carrera técnica en agroforestería a nivel medio superior (Ortiz, 2008).

México no fue ajeno a esta problemática descrita: en la mayoría de las escuelas de Agronomía del país, las materias agroforestales y otros temas relacionados con la agroecología comenzaron a incluirse en los planes de estudio a partir de la década de los ochenta. Como un ejemplo, en el plan de estudios de la carrera de Agronomía del Colegio Superior de Agricultura Tropical de Cárdenas, Tabasco, institución pionera en la investigación en agroecología en la que participó y se formó un grupo importante de agroecólogos,

hasta mediados de los ochenta no ofrecía ninguna materia relacionada con la agroforestería ni con la agroecología; por su parte, en la licenciatura de Producción Animal impartida en la UAM-I, la materia de Agroforestería se incluyó en el nuevo plan de estudios que dicha carrera inició a partir de 2013. En el mismo sentido, la incorporación de la carrera agroforestal en los planes curriculares de las escuelas y facultades agrícolas y forestales de las IES públicas del país es muy reciente. Dicho proceso inició en 2006 con la creación de la carrera de ingeniero Agroforestal en el Campus Regional de Tetela de Ocampo de la BUAP, y continuó en 2014 con el inicio de actividades de las carreras de ingeniero agroforestal en las subsedes de Motozintla y Villacorzo de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (Unicach) y la de ingeniero en Desarrollo Agroforestal en el Centro Regional Universitario Península de Yucatán (CRUPY) de la UACH. Hasta el momento estas tres universidades son las únicas que ofrecen la carrera Agroforestal en México.

Los resultados de este estudio se obtuvieron a partir del análisis de los planes de estudio de carreras e IES seleccionadas. Estos resultados preliminares reflejan, de manera general, la situación existente en el país en esta temática. Al respecto, existen otras universidades y escuelas de educación superior del país que pueden ofrecer materias agroforestales y que no se incluyeron en el análisis. Un ejemplo son varios planes de estudio de las universidades interculturales, en las que se pretende revalorar los conocimientos de los pueblos indígenas, pues que muchos de aquellos se relacionan con los temas agroforestales y el manejo sustentable de los recursos naturales. En ellas se imparten las carreras de ingeniero en Sistemas de Producción Agroecológicos (Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo), ingeniero Forestal (Universidad Intercultural del Estado de Guerrero), ingeniero Forestal Comunitario (Universidad Intercultural del Estado de Puebla), la licenciatura en Producción Agropecuaria Sustentable (Universidad Intercultural del Estado de Hidalgo), en Desarrollo Rural Sustentable (Universidad Intercultural del Estado de Tabasco), la licenciatura en Desarrollo Sustentable (ofrecida en la Universidad Intercultural de Chiapas, Universidad Intercultural del Estado de Guerrero, Universidad Intercultural del Estado de México, Universidad Intercultural del Estado de Puebla, la Universidad Intercultural Indígena de Michoacán y la Universidad Intercultural del Estado de Hidalgo), además de la licenciatura en Desarrollo Económico Regional (Universidad Intercultural de San Luis Potosí) y la licenciatura en Gestión Intercultural para el Desarrollo (Universidad Veracruzana Intercultural) (Universidades Interculturales, 2017).

Recomendaciones

Hasta el momento, la inclusión de temas y materias agroforestales en las IES no es acorde con la diversidad y riqueza de sistemas agroforestales que se practican en México. Aunque la temática agroforestal no está ausente en las principales carreras agropecuarias del país, existen grandes vacíos en la enseñanza agroforestal; un ejemplo son los sistemas agrofo-

restales agrícolas y ganaderos tradicionales, de los que existe una gran diversidad en México pero su inclusión en los planes de estudio es casi nula o inexistente. Otro ejemplo son los SSPi y otros sistemas modernos o tecnificados, que en los hechos también están ausentes.

En virtud de que las materias agroforestales se ofrecen en universidades de solo 14 estados de la República, sería ideal que en al menos una IES de cada uno de los estados de la República se ofrecieran dichas materias.

Los planes de estudio de las carreras de Agronomía, Agroecología y Agroforestal ofrecen un número importante de materias agroforestales pero es urgente que en dichas carreras se incorporen materias sobre sistemas agroforestales tradicionales agrícolas o ganaderos, de los que existe en México una gran riqueza y diversidad. Es muy significativo que en los 23 planes de estudio con materias agroforestales que ofrecen dichas carreras (los cuales representan una cantidad importante de los cursos sobre agroforestería ofrecidos en el país) no se incluyan materias sobre los sistemas agroforestales tradicionales señalados. De acuerdo a lo anterior, las carreras agropecuarias podrían incluir temas o materias sobre etnoagroforestería. Esta se enfoca en el estudio de los sistemas agroforestales tradicionales, indígenas, familiares o de pequeña escala (Moreno-Calles et al. 2016) y es una forma de manejo que integra a la diversidad agrícola, forestal y cultural. La entoagroforestería toma en cuenta diversos aspectos como: la conservación selectiva de biodiversidad forestal, en particular la de animales y plantas silvestres, o bajo manejo incipiente; el manejo de biodiversidad agrícola, sobre todo de plantas y animales domesticados o con niveles avanzados de domesticación; la articulación e integración de los componentes abióticos del sistema, como el clima, el agua y el suelo en relación con el manejo de los componentes agrícolas y forestales; y los seres humanos, organizados en unidades sociales, quienes tienen un papel protagónico en dirigir las interacciones de los componentes en el sistema (Moreno-Calles et al. 2014).

Debido a que en la situación actual del país se practican diversos sistemas agroforestales bajo diferentes condiciones medioambientales, es recomendable que las IES en las diferentes regiones ecológicas del país ofrezcan materias sobre dicha temática. Respecto a la baja oferta de materias agroforestales, sería deseable que además de la inclusión de materias obligatorias u optativas en los planes de estudio, se contemple la impartición de otros cursos con valor curricular relacionados a dicha temática.

Ya que la gran mayoría de los cursos sobre agroforestería son teóricos (53 cursos, 94.6%) y un muy bajo porcentaje (3 cursos, 5.4%) son prácticos –y ofrecidos en una sola Universidad (BUAP)– se deben hacer esfuerzos para que un mayor número de IES incluyan más cursos prácticos de agroforestería, como se ha reconocido en otros países (Cordero, 1999).

Es fundamental que las carreras agropecuarias contemplen la impartición de más materias sobre sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles, los cuales se orientan a reducir el uso de insumos externos, favorecen el trabajo todo el año, diversifican la producción y, por lo tanto, reducen el peligro de pérdidas al tener un monocultivo y favorecen la protec-

ción de los recursos naturales al incrementan los ingresos por unidad de área (Cordero, 1999). En México existen muchos ejemplos representativos de estos sistemas.

Aunque el interés en los sistemas silvopastoriles inició en Latinoamérica hace unas tres décadas, aún no se ha logrado su aceptación y difusión en las diferentes áreas y regiones agroecológicas, lo cual se debe a diversos factores que han provocado que su utilización no sea la esperada a pesar de los múltiples bienes y servicios que ofrecen. Entre las principales causas que han limitado el desarrollo de las tecnologías en esta área se tienen diversos factores técnicos como germoplasma, problemas de plagas y enfermedades, información técnica relativa a producción y calidad, investigaciones no orientadas, periodos de espera para el establecimiento de los árboles en los potreros y la falta de educación agroforestal; mientras que en el aspecto socioeconómico destacan la falta de extensión, financiamiento para las inversiones, semillas de calidad y mano de obra calificada (Clavero y Suárez, 2006).

De acuerdo con lo anterior, y al bajo porcentaje de materias agroforestales sobre sistemas agroforestales pecuarios o ganaderos (30.4%), sería deseable que los planes de estudio de las carreras relacionadas con la ganadería (por ejemplo las de ingeniero agrónomo zootecnista, ingeniero zootecnista y de manera particular la de MVZ) incluyeran materias sobre agroforestería pecuaria, en particular sobre sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles tradicionales y sobre otros sistemas ganaderos agroforestales modernos o tecnificados, como es el caso de los SSPi.

Por último, es importante reconocer que además de las iniciativas que se emprendan en las universidades públicas y privadas del país para incorporar los temas o materias agroforestales en los planes de estudio de las carreras agropecuarias, otras acciones podrían coadyuvar a dicho objetivo. Tal es el caso de las Reuniones Nacionales sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles, en las que se tiene una activa participación de académicos y estudiantes de las universidades del país; además de estimular el interés por el estudio e investigación en diversos temas agroforestales, durante las sesiones de dichas reuniones y en sus actividades paralelas se pueden promover acciones concretas a favor de la incorporación de la agroforestería en los planes de estudio de las universidades. En la última Reunión Nacional celebrada en 2016 en Chapingo, por ejemplo, se incluyeron 19 temáticas, con énfasis en el reconocimiento de la importancia de los sistemas agroforestales tradicionales que acumulan el conocimiento y experiencia de nueve mil años en nuestro país, con ejemplos en todas las condiciones ambientales y para las necesidades de todos los productores, además que constituyen un recurso invaluable para la generación de nuevos sistemas agrosilvopastoriles para resolver problemas de productividad, ambientales y del desarrollo sustentable como opción para el sector agroalimentario nacional (Universidad Autónoma Chapingo, 2016).

La formación o capacitación agroforestal de los docentes de las IES en temas agroforestales es otra acción que puede ayudar a avanzar en el tema; al respecto, existen

algunas opciones en el país, como el Curso Internacional Agroforestería para el Desarrollo Sostenible a nivel posgrado ofrecido por el Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible de la UACH, cuya edición XXV se ofreció durante el otoño de 2016.

No menos importantes son las acciones que las asociaciones, colegios, organizaciones, asociaciones civiles y redes relacionadas con la agroforestería puedan emprender para la promoción de dicha temática. Por ejemplo, la Red Temática de Sistemas Agroforestales de México creada en 2017, además de promover reuniones, discusiones, intercambios y publicaciones entre sus miembros y en sectores más amplios, también podría favorecer el conocimiento y promoción de la agroforestería mediante la organización de cursos e, incluso, contribuir a la incorporación de materias agroforestales en los planes de estudio de las universidades mediante propuestas concretas.

Conclusiones

De acuerdo al número de universidades (16), carreras (25), planes de estudio (30), materias agroforestales (56) y estados del país en los que se imparten (14), se concluye que la agroforestería tiene una baja oferta en los planes de estudio de las carreras agropecuarias del país. La incorporación de materias agroforestales en las carreras agropecuarias de México es incipiente. La carrera de Médico Veterinario Zootecnista muestra un enorme rezago en la incorporación de los temas agroforestales en sus planes de estudio.

Agradecimientos

El primer autor agradece a la Universidad Autónoma Metropolitana las facilidades para la realización de este trabajo. Los autores agradecen a la Red Temática de Sistemas Agroforestales de México (Red SAM) la invitación para la preparación del documento y a los revisores anónimos que contribuyeron a mejorar el manuscrito.

Bibliografía

- ANUIES (2017). Instituciones de Educación Superior. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (Web). Recuperado de <http://www.anui.es.mx/anui/es/instituciones-de-educacion-superior/>
- Clavero, T., y Suárez, J. (2006). Limitaciones en la adopción de los sistemas silvopastoriles en Latinoamérica. *Pastos y Forrajes*, 29(3), 307-313.
- Cordero, R. (1999). Análisis curricular de la agroforestería a nivel superior. En *Memoria del XI Congreso Nacional Agronómico Nacional y de Recursos Naturales. Vol. I. I Congreso Nacional de Extensión Agrícola y Forestal*, (pp. 211-213). San José, Costa Rica: Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica.
- Kozarik, J. M. (1997). *La agroforestería en Argentina*. Santiago, Chile: Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe.
- Lundgren, B. O., y Raintree, J. B. (1983). Sustained agroforestry. En B. Nestel (ed.). *Agricultural Research for Development Potentials and Challenges in Asia*, (pp. 37-49). La Haya: International Service for National Agricultural Research.

- Montagnini, F. (1986). *Sistemas Agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos*. San José, Costa Rica: Organización para Estudios Tropicales.
- Moreno-Calles, A. I., Galicia-Luna, V. J., Casas, A., Toledo, V., Vallejo-Ramos, M., Santos-Fita, D., y Camou-Guerrero, A. (2014). La Etnoagroforestería: el estudio de los sistemas agroforestales tradicionales de México. *Etnobiología*, 12(3), 1-16.
- Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Toledo, V. M., y Vallejo-Ramos, M. (comps.). (2016). *Etnoagroforestería en México*. Morelia: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Nair, P. K. R. (1985). Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 3(2), 97-128.
- Ortiz, G. (2008). *La agroforestería en Ecuador*. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago, Chile. Recuperado de www.fao.org/regional/lamerica/redes/sisag/informes/ecu/prolo.html
- Pezo, D., e Ibrahim, M. (1999). *Sistemas silvopastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 2*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. (2017). Programa del Seminario Internacional “Ganadería Bovina Tropical: Oaxaca”. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Oaxaca, Oaxaca, México. 28 octubre. (Web). Recuperado de <http://www.redgatro.org.mx/assets/programaooaxaca.pdf>
- Universidad Autónoma Chapingo. (2016). VIII Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles Chapingo 2016. (Web). Recuperado de <http://posgrado.chapingo.mx/agroysilvopastoril/>
- Universidad Iberoamericana. (2017). Programa y Pronunciamento del Encuentro Nacional de Ambientalización Curricular en la Educación Superior. Universidad Iberoamericana. Ciudad de México. 27-29 de marzo. (Web). Recuperado de <http://ibero.mx/prensa/educacion-ambiental-clave-para-enfrentar-los-desafios-del-presente>
- Universidades Interculturales. (2017). *Universidades Interculturales de México*. México: Secretaría de Educación Pública, Gobierno de México. (Web). Recuperado de <http://www.ses.sep.gob.mx/interculturales.html>
- UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). (2017). Programa del Seminario Internacional de Ganadería Bovina Tropical. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional 2015. (Web). Recuperado de <http://educacioncontinua.fmvz.unam.mx/archivos/Seminario%20REDGATRO-2.pdf>

Cuadro 1. Universidades públicas y privadas de México que ofrecen las cinco carreras seleccionadas y número de planes de estudio (entre paréntesis los que incluyen materias agroforestales)¹

Universidades	Carreras y número de planes de estudio					
	Agronomía	Forestal	MVZ	Agroecólogo	Agroforestal	Total de planes de estudio con materias AF
Universidad Autónoma de Aguascalientes	1		1		2	2
Universidad Autónoma de Baja California	2		1		2	3
Universidad Autónoma de Baja California Sur	2		1		2	3
Universidad Autónoma de Campeche			1		1	1
Universidad Autónoma de Chiapas	6(2)	2(1)	2(1)		3	10 (4)
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas				1(1)	1	1 (1)
Universidad Autónoma de Chihuahua	2	1			2	3

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez			1		1	1	
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	8(1)	1	1	1	4	11	(1)
Universidad de Colima	1		1		2	2	
Universidad Autónoma Metropolitana	2(1)		1		2	3	(1)
Universidad Nacional Autónoma de México	2		2		2	4	
Universidad Juárez del Estado de Durango	3	1	1		3	5	
Universidad de Guanajuato	1		1		2	2	
Universidad Autónoma de Guerrero	2(2)		1	1(1)	3	4	(3)
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	1(1)	1(1)			2	2	(2)
Universidad de Guadalajara	2(1)		1		2	3	(1)
Universidad Autónoma Chapingo	9(2)	2(2)		1(1)	1(1)	4	13
Universidad Autónoma del Estado de México	3(2)		1		2	4	(2)
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	1				1	1	
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	3(1)				1	3	(1)
Universidad Autónoma de Nayarit	1(1)		1		2	2	(1)
Universidad Autónoma de Nuevo León	1(1)	1(1)	1		3	3	(2)
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca			1		1	1	
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	1		1		1(1)	3	3
Inst. Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla		1			1	1	
Universidad Autónoma de Querétaro	1(1)		1		2	2	(1)
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	2	1(1)	1	1(1)	4	5	(2)
Universidad Autónoma de Sinaloa	1		1		2	2	
Instituto Tecnológico de Sonora			1		1	1	
Universidad de Sonora	1		1		2	2	
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	1		1		2	2	
Universidad Autónoma de Tamaulipas	1				1	1	
Universidad Autónoma de Tlaxcala			1		1	1	
Universidad Veracruzana	2		1		2	3	
Universidad Autónoma de Yucatán			1	1(1)	2	2	(1)
Universidad Autónoma de Zacatecas	1		1		2	2	
Centro de Estudios Universitarios Monterrey*			1		1	1	
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey*	2				1	2	
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla*	1		1		2	2	
Total de planes de estudio	67	16	11	6	33	1	5
	(4)	3	(3)			119	(30)
Total de carreras con materias agroforestales	12	5	1	4	3		
Total de Universidades que ofrecen las carreras	31	9	31	5	3		

¹ En negritas las universidades con materias agroforestales en sus planes de estudio.

* Instituciones privadas.

Cuadro 2. Planes de estudio, materias y tipos de materias agroforestales ofrecidas en las Universidades públicas de México

Universidades	Planes de estudio	Materias Agroforestales	Tipo de materias	
Universidad Autónoma de Chiapas	Ing. Agrónomo Ing. Agrónomo en Ganadería Ambiental	Sistemas Silvopastoriles	Obligatoria	
		Sistemas Agroforestales	Obligatoria	
		Diseño y Planificación Silvopastoril	Obligatoria	
	Apiforestería	Obligatoria		
	Ing. Forestal	Sistemas Agroforestales I	Obligatoria	
		Sistemas Agroforestales II	Obligatoria	
	MVZ	Sistemas agrosilvopastoriles y producción orgánica	Optativa	
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas	Ing. Agroforestal	Sistemas Agroforestales	Obligatoria	
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Ing. en Ciencias Agrarias	Marco Legal Silvoagropecuario	Obligatoria	
Universidad Autónoma Metropolitana	Lic. en Producción Animal	Agroforestería	Obligatoria	
Universidad Autónoma de Guerrero	Ing. Agrónomo Ing. en Producción Sustentable	Sistemas de Producción Agroforestal	Obligatoria	
		Ing. en Agroecología	Sistemas Agrosilvopastoriles	Optativa
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	Ing. Agrónomo para la Producción Sustentable	Agroforestería	Obligatoria	
		Ing. Forestal	Sistemas Agroforestales	Obligatoria
Universidad de Guadalajara	Ing. Agrónomo	Agroforestería	Optativa	
Universidad Autónoma Chapingo	Ing. en Sistemas Pecuarios Ing. en Sistemas Agrícolas	Sistemas de Producción Silvoagropecuaria	Optativa	
		Ing. Forestal	Sistemas Agroforestales	Obligatoria
	Ing. en Restauración Forestal Ing. Agroecólogo			
	Ing. Agroforestal	Agroforestería	Obligatoria	
		Manejo de Plantas Agroforestales	Obligatoria	
		Sistemas Agroforestales	Obligatoria	
	Diseños Agroforestales	Obligatoria		
	Sistemas Silvopastoriles	Obligatoria		
	Productos Agroforestales	Obligatoria		
	Desarrollo Agroforestal	Obligatoria		

Universidad Autónoma del Estado de México	Ing. Agrónomo Fitotecnista Ing. Agrónomo Zootecnista	Agroforestería	Optativa
		Bancos de Proteína	Optativa
		Recursos Forrajeros Alternativos (árboles forrajeros, vainas y frutos de arbustivas y árboles)	Optativa
		Métodos para estimar la composición botánica, rendimiento y calidad del agostadero	Optativa
		Sistemas Agrosilvopastoriles	Optativa
		Producción de carne y leche bajo bosque	Optativa
		Índice de agostadero, rotación de potreros y sistemas de suplementación	Optativa
		Prácticas culturales en la recuperación de agostaderos	Optativa
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	Ing. en Desarrollo Rural	Agroforestería	Obligatoria
Universidad Autónoma de Nayarit	Ing. Agrónomo	Sistemas Silvopastoriles	Obligatoria
		Sistemas Agroforestales	Obligatoria
Universidad Autónoma de Nuevo León	Ing. en Manejo de Recursos Naturales	Agroforestería	Optativa
	Ing. Forestal	Manejo Agroforestal	Obligatoria
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Ing. Agroforestal	Introducción a la Agroforestería	Obligatoria
		Fundamentos de Agroforestería	Obligatoria
		Maquinaria y Equipo Agroforestal	Obligatoria
		Viveros y Plantaciones Agroforestales	Obligatoria
		Productividad de los Sistemas Agroforestales	Obligatoria
		Diseño de Sistemas Agroforestales	Obligatoria
		Agroforestería (Práctica Silvícola)	Obligatoria
Agroforestería (Práctica Agrícola)	Obligatoria		
		Agroforestería (Práctica Pecuaria)	Obligatoria
Universidad Autónoma de Querétaro	Lic. en Producción Agropecuaria Sustentable	Manejo de Agostaderos, Áreas de Pastoreo y Silvopastoriles	Obligatoria
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Ing. Agrónomo en Recursos Forestales	Sistemas Agroforestales	Optativa
	Ing. Agroecólogo	Sistemas de Producción Agroforestales	Obligatoria
Universidad Autónoma de Yucatán	Lic. en Agroecología	Sistemas Diversificados de Producción Forestal	Obligatoria
		Sistemas Agroforestales Tropicales	Obligatoria
		Integración de la Producción Animal en los Agroecosistemas Tropicales	Optativa

5.3 Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria en México. Origen, avances, retos y perspectivas

José Antonio Torres-Rivera¹

José Manuel Palma-García²

Correo de correspondencia: jtorres@chapingo.mx

Resumen

La organización de sociedades del conocimiento a través de la agroforestería como estrategia de producción sostenible es una necesidad y un reto en México. Por ello, desde 1999, a iniciativa del CRUO-UACH, se realizó la primera Reunión Nacional en Sistemas Agro y Silvopastoriles (RNSAySP) con enfoque incluyente para identificar, compartir e impulsar los Sistemas Agro y Silvo-Pastoriles (SAySP), en la segunda reunión se planteó una red (2001) y fue hasta 2010 que dio como fruto al Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria en México (CMAP). Este trabajo tiene por objetivo describir los alcances de las RNSAySP y la labor realizada por el CMAP para mostrar sus orígenes, avances, retos y perspectivas. Se realizó un análisis infométrico de 451 artículos presentados en las RNSAySP de 1999 a 2018, de las actividades complementarias y de las aportaciones del CMAP. En el periodo

¹ Centro Regional Universitario de Oriente (CRUO), Universidad Autónoma Chapingo.

² Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario (CUIDA), Universidad de Colima.

descrito se realizaron nueve RNSAySP, ocho organizadas por universidades y una por un instituto, siete en trópico y dos en zona templada, agrupadas en diez actividades: conferencias magistrales (49), ponencias orales (328), carteles (103), ponencias de productores (15), recorridos de campo (10), exposición y venta de libros (7), curso-taller (5), videoconferencias (4) y reunión de expertos (2); con participación de estudiantes de licenciatura y posgrado, colaboración en un documento de política pública y edición de dos libros. Dominan los trabajos en Sistemas Silvopastoriles (55-65%) y en Sistemas Agrosilvopastoriles (5-15%). El estado con mayor participación es Veracruz (22.3%) y se registraron 15 tecnologías agrosilvopastoriles. Un reto es la integración de trabajos de zonas áridas y dar un marco legal al CMAP. La perspectiva es el fomento, la divulgación y el fortalecimiento de los SASP a través de la investigación y la política pública. El análisis de los indicadores ofrece una visión global del desempeño de las RNSAySP y del CMAP.

Palabras clave: agroforestería, investigación, silvopastoril, sistemas, vinculación

Abstract

The organization of knowledge societies through agroforestry as a sustainable production strategy is a necessity and a challenge in Mexico. For this reason, since 1999 an initiative of the CRUO-UACH allowed for it to held the first national meeting in Agro and Silvopastoral systems (RNSAySP) with an inclusive approach to identify, share and impulse the SAySP; in the second meeting a network was planned (2001) and it was not until 2010 that it gave as a result the Mexican College of Agroforestry Livestock (CMAP). The objective of this work is to describe the scope of the (RNSAySP) and the work done by CMAP showing their origin, advances, challenges, and perspectives. An infometric analysis was performed on 451 articles of the complementary activities and the contributions of the CONAPM presented in the RNSAySP from 1999 to 2018. In the described period, nine RNSAySP were carried out by eight universities and one by an institute, seven in the tropics, six in the tropics and two in a temperate zone, grouped into ten activities: lectures (49), oral presentations (328), posters (103), presentations by producers (15), field trips (10), exhibition and sale of books (7), course workshops (5), videoconferences (4) and expert meeting (2); with the participation of undergraduate and graduate students, a collaboration was done on a document of public policy and the edition of two books. In the meetings the work in Silvo-pastoral systems dominates (55%-65%) and Agrosilvopastoral systems (5-15%). The state with the most participation is Veracruz (22.3%) and 15 agro-silvopastoral technologies were registered. A challenge is the integration of work in arid zones and to give a legal framework to the CMAP. The perspective is the promotion, dissemination and strengthening of SASP through research and public policy. The analysis of the indicators offers a global vision of the performance of the RNSAySP and of CMAP.

Keywords: agroforestry, investigation, links, silvopastoral, systems

Introducción

La agroforestería es una práctica antigua en el mundo y también en México, sin embargo, en el país, ha despertado un interés entre los académicos, estudiantes, funcionarios y otros actores por su estudio e implementación en las últimas décadas. Por ello aparecen cada vez más publicaciones científicas y tecnológicas sobre el tema, con la participación de más instituciones y profesionistas que las producen, con diversos niveles de consolidación de sus grupos de trabajo e infraestructura. La necesidad de difundir y compartir los productos generados es consecuencia de dicho proceso. En este contexto se ubica el presente trabajo que surge como un encuentro y que ha ido consolidándose en reuniones y asociaciones agroforestales.

Para guiar dicho proceso, se analiza el contenido de las memorias de las Reuniones Nacionales sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles (RNSAySP) con el que se plantea dar respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿Cuánto, dónde y quiénes contribuyen a la producción científica-tecnológica de las RNSAySP?
- ¿Cómo y desde qué perspectiva epistemológica, teórica y metodológica se producen los trabajos que se presentan en las RNSAySP?
- ¿Se aprecia cierta evolución en las respuestas a estas preguntas?

Por lo tanto, los objetivos del presente estudio son analizar el contenido de los trabajos incluidos en las memorias de las RNSAySP mediante estadística descriptiva a las variables que dan respuesta a las preguntas planteadas, además de reseñar la creación y evolución del Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria en México.

Contexto

Un poco de historia de la Agroforestería (AF) en México

En los lugares de asentamiento de culturas antiguas, es probable que los grupos indígenas practicaran cierto tipo de ganadería asociada al uso de árboles o arbustos de uso múltiple, lo cual remontaría los antecedentes de la práctica agroforestal pecuaria hasta antes del siglo XVI. Pero es entre 1521 y 1525 que se introdujeron los primeros herbívoros domésticos a los estados del Golfo de México que, dada la riqueza de recursos naturales para el pastoreo, con rapidez ocuparon buena parte de las llanuras costeras y algo de las sierras; a partir de entonces se empezaron a conformar algunos de los sistemas agroforestales pecuarios actuales (Melgarejo-Vivanco, 1980; Soto et al. 1988; Díaz del Castillo, 2001).

Entre 1525 y 1528 se estableció uno de los primeros pies de cría de ganado bovino en el trópico húmedo de la Nueva España, en las cercanías de la recién fundada ciudad

de Santiago Tuxtla (González-Sierra, 1991). Se trata, sin duda, de uno de los primeros intentos agropecuarios en toda América continental. El ganado se diferenciaba entonces en tres grandes tipos, de acuerdo a sus características, comportamiento y sobre todo a su facilidad o dificultad de manejo y crianza: ganado tipo “chichihua” o lechero en terrenos de pantano y humedales, el ganado “rodeano en potreros o espacios abiertos, y el ganado “montaraz” que vagaba libre en la selva (Aguirre-Beltrán, 1992).

Desde la época colonial hasta la contemporánea, los sistemas de producción no han cambiado en esencia en el estado; es decir, los elementos básicos y las técnicas modeladas en los siglos XVI-XVIII han permanecido casi igual hasta la actualidad. Las especies animales introducidas por los colonizadores para practicar la ganadería son las mismas que se crían ahora, solo han cambiado las razas y las orientaciones productivas. La alimentación de los animales mediante pastoreo, al principio en pastizales naturales y después en praderas inducidas o cultivadas, ha sido el sistema pecuario predominante. La alimentación del ganado estabulado con forrajes de corte también tiene sus antecedentes en el sistema estante español. Asimismo el pastoreo en plantaciones de frutales y el uso de follaje arbóreo en sistemas silvopastoriles también tiene características de la dehesa europea. Es hasta después de concluida la Revolución mexicana, con la reconstrucción y modernización del país que se incorporaron nuevos elementos a los sistemas de producción existentes: el ganado cebú, tal vez el ganado pelibuey y muchos de los pastos mejorados son ejemplo de ello.

Producción científica sobre Agroforestería Pecuaria (AFP) en México

Para buscar los orígenes y tendencias de la investigación AFP en México, cuyos productos alimentan a las reuniones científicas e impulsan la organización de sociedades de conocimiento, fueron revisados los acervos bibliográficos de las principales universidades con carreras afines, las revistas científicas más antiguas sobre el tema (entre ellas *Técnica Pecuaria*, ahora *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*) y las memorias de reuniones con más periodicidad (entre ellas la Reunión Nacional Pecuaria y la Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria de Veracruz). De este análisis se distinguen tres épocas en el México contemporáneo:

Primera época (hasta 1985)

De muy escasa producción AFP, siendo apenas posible referenciar un trabajo cada tres a cuatro años. Uno de los primeros es la tesis monográfica de Solórzano (1942) sobre “frutos silvestres tropicales para alimentar el ganado”. En zonas áridas se produce casi el doble de trabajos respecto de las zonas tropicales. Chihuahua, Sonora y Zacatecas son los estados donde se llevan a cabo las investigaciones de zonas áridas; mientras que en la búsqueda de investigaciones en el trópico, se

encontró un único trabajo de Veracruz. En zonas áridas la especie de interés es *Prosopis* y en zonas tropicales *Leucaena leucocephala* y *Brosimum alicastrum*. Los sistemas AFP con los que se trabajaba en tal época eran sobre todo praderas con árboles forrajeros introducidos y agostaderos. El lugar de trabajo era casi de manera exclusiva en parcela y laboratorio de campo experimental, con el objetivo de evaluar la productividad de especies arbóreas y la respuesta animal en corral.

Segunda época (1985-2000)

Aumenta la producción de artículos (≈ 1.5 trabajos/año/revista). Se iguala la cantidad de trabajos en zonas áridas y tropicales, también se amplía el área geográfica de interés al pasar de 4 a 14 estados; continúa Chihuahua como la entidad de más trabajo publicado sobre AFP, seguido de Nayarit y Quintana Roo; se suman algunos estados del centro del país. Aumenta la diversidad de especies estudiadas, sin embargo acapara la atención *Leucaena*, seguida de *Prosopis*. En el caso de *Leucaena leucocephala* sobresale como la especie más estudiada, sobre todo en Nayarit y Quintana Roo; pero además dicha especie es estudiada en zonas semiáridas (Tamaulipas) y templadas (Jalisco). Mientras que *Prosopis* sigue siendo la especie preferida en zonas áridas. En esta época la mayoría de estudios se llevaron a cabo en campos experimentales y los demás en ranchos particulares. Menos de la mitad de los estudios AF tratan sobre sistemas silvopastoriles (SP) o agrosilvopastoriles (ASP). Predominan los trabajos cuyo objetivo fue evaluar la productividad de alguna especie con potencial forrajero, destacan los realizados con *Leucaena*. En segundo lugar están los trabajos enfocados a la siembra o establecimiento de arbóreas y los de nutrición de rumiantes, y en tercer lugar los que se proponen evaluar el mejoramiento de las áreas de pastoreo mediante el uso de árboles.

Tercera época (2000-2017)

Sigue en aumento la producción (>3 trabajos/año/revista). La producción en el trópico es un poco mayor a la de zonas áridas. También aumenta un poco el área geográfica de interés, al pasar de 14 a 19 estados. En esta época Yucatán es la entidad con más trabajos publicados en revistas y reuniones científicas. Chihuahua deja su lugar a Zacatecas como productor de información AF de zonas áridas. Aumenta la diversidad de especies estudiadas y cambian las preferencias. Las acacias son ahora las especies que acaparan la atención, en particular *A. farnesiana* y *A. pennatula* (hoy *Vachelia pennatula*), tanto en zonas áridas como en zonas tropicales. *Leucaena* ocupa el segundo lugar, pero ahora se estudia más en Yucatán y Chiapas. Las especies de *Prosopis* van perdiendo importancia relativa; cambian también las entidades donde se estudia al respecto, dejan de aparecer publicaciones de Chihuahua para ser ahora de Baja California, Durango y Sonora. Otras especies como *Guazuma ulmifolia* y *Piscidia piscipula* llaman la atención. En esta tercera época aún es considerable el número de estudios realizados en campos ex-

perimentales, pero lo rebasa el trabajo fuera en ranchos o terrenos de particulares. Aumenta un poco la cantidad de estudios que son agroforestales pero no tratan en directo con algún sistema o tecnología SP o ASP porque se realizan en parcelas experimentales o en laboratorio. Los que estudian sistemas SP o ASP utilizan una diversidad de tecnologías, y se mantiene el predominio de trabajos realizados en agostaderos. Destacan los trabajos cuyo objetivo fue evaluar la productividad de alguna especie con potencial forrajero; en segundo lugar, los trabajos que analizaron la composición química-nutricional de especies arbóreas promisorias y aquellos enfocados a evaluar aspectos de nutrición animal.

Las sociedades científicas sobre Agroforestería Pecuaria en México

De la primera época de producción científica agroforestal en México no se encontraron antecedentes de reuniones, seminarios u otro evento similar específico sobre el tema; el único y más cercano al concepto es un curso corto sobre Técnicas Agroforestales Tradicionales, organizado por CATIE/UNU en Tabasco, Campeche y Quintana Roo en 1981.

En la segunda época, diversas actividades pueden ser las causas que motivaron el creciente aumento de la producción científica y tecnológica sobre temas agroforestales en México, que arranca a finales de la década de los setenta y se acelera a partir de 1985. Se pueden mencionar como factores, la preocupación en círculos universitarios por los efectos negativos de la deforestación y las noticias llegadas, sobre todo de Centroamérica, del Sureste de Asia y de África, de prodigiosos sistemas o tecnologías de producción basados en la presencia de árboles multipropósito.

En esta, se realizó el primer evento específico sobre la materia, titulado: “Simposio Agroforestal en México. Sistemas y Métodos de Uso Múltiple del Suelo”, por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en 1989. Uno de los objetivos era facilitar el contacto y el conocimiento entre profesionales, que se desempeñan en actividades de investigación de los ecosistemas y de los recursos bióticos que estos contienen, para la integración de estudios multidisciplinarios. Se presentaron alrededor de sesenta trabajos y se reunieron unos cincuenta ponentes, pero no se le dio continuidad al simposio ni se sabe que se haya hecho promoción para la creación de alguna sociedad científica agroforestal.

Diez años después, casi para empezar la tercera época de producción científica agroforestal en México, fue organizada la I Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles (RNSAySP), siendo uno de sus frutos el Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria en México (CMAP). Dichos eventos han continuado por el esfuerzo de sus promotores e integrantes, pero también por coincidir con el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, que han dado nuevas formas a la investigación, a la

difusión de resultados y a la vinculación entre académicos. Esto en un interés colectivo por el cuidado del medio ambiente y la salud humana.

I Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles

A finales de 1998 y después de varios años de participar con ponencias en eventos científicos-tecnológicos los M. en C. José Antonio Torres Rivera y M. en C. Ranulfo Castro Flores (†), ambos del CRUO, plantean la preocupación por no encontrar eco suficiente en los eventos a los que acudían a presentar sus trabajos sobre sistemas agro y silvopastoriles. Era época en que la ganadería con ovinos en plantaciones de frutales (v.gr.: café, cítricos, otros) y de forestales (v.gr.: hule) se veía como una opción viable a la crisis de precios que enfrentaban sus propietarios. Comparten el deseo de convocar a una reunión a otros colegas interesados en la integración de la ganadería con las demás ramas de la agricultura para plantear nuevas respuestas a los problemas agropecuarios desde el área de influencia de sus instituciones; se acordó empezar por elaborar un directorio de investigadores en el tema.

La expectativa era organizar una reunión regional con la participación de aproximadamente una docena de investigadores, con duración de unas ocho horas, en donde cada quien expusiera sus experiencias y planteara sus expectativas, para lo cual no era indispensable conseguir financiamiento: dada la relativa cercanía de unos con otros, los gastos serían mínimos y podrían ser cubiertos por los participantes o sus instituciones. La propuesta creció como bola de nieve y muchos participantes contactarían a sus conocidos. Así, el directorio fue creciendo y con ello las expectativas de la reunión. Entonces, se solicitó a colegas de instituciones hermanas ubicadas en el estado de Veracruz que se sumaran a la organización de una “reunión nacional”. Esto obtuvo una respuesta afirmativa por parte de participantes del Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz (M. en C. Silvia López), de las Facultades de Ciencias Agrícolas-UV (M. en C. Ramón Zulueta), del Instituto Tecnológico Agropecuario-18 (Dr. Salvador Paredes), del INIFAP-CE Xalapa (MC. Rosalío López) y de la Unidad de Capacitación para el Desarrollo Rural de la DGTA (MVZ Abel Rivas). Se acordó que el nombre del evento fuera I Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles (RNSAySP), que tuviera como sede el CRUO y un hotel de Huatusco, fungiendo como coordinadores el M. en C. José Antonio Torres Rivera y M. en C. Ranulfo Castro Flores. Se convinieron los objetivos de la reunión y los temas a convocar; fue diseñado un programa para tres días; se dispuso que la mejor fecha para su realización sería a finales del primer semestre de 1999 y se establecieron compromisos de promoción. Se enviaron cartas de invitación a todas las universidades, institutos, centros y departamentos que pudieran estar trabajando en temas relacionados a los objetivos de la Reunión. Se publicó la convocatoria en el periódico *La Jornada* y en la revista de la Fundación Produce, ambos de circulación nacional.

La planeación se realizó sin contar con financiamiento para un evento estimado en casi cincuenta mil pesos. Ya cerca de la fecha de realización el único financiamiento que se consiguió fue de la UACH por ocho mil pesos que sirvió para dar el adelanto en la renta del hotel sede. Gracias a la respuesta que se tuvo por cerca de 250 asistentes que pagaron la cuota de recuperación de 150 a 300 MXN, y a que los ponentes magistrales contribuyeron con sus propios gastos, se lograron cubrir todas las deudas y cumplir con creces los objetivos planteados.

Entre los acuerdos tomados por los asistentes al finalizar la reunión se encuentran continuar con esta iniciativa con periodicidad de cada dos años. Se otorgó la sede al CRUSE-UACH para una segunda reunión y se recomendó trabajar en la creación de algún tipo de figura asociativa para mantener la vinculación.

Formato y aportaciones de las RNSAySP

Hasta el momento se han llevado a cabo nueve reuniones, con periodicidad de dos años, excepto entre la Segunda y Tercera, que se interrumpió por cinco años. Todas fueron convocadas por algún centro o departamento de las universidades, a excepción de la Novena que fue organizada por un Instituto, siendo acompañadas en la organización, desde la Segunda Reunión, por el Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria en México (CMAP). Solo la Séptima fue realizada en paralelo con otra reunión. Las sedes han sido, en orden: Veracruz, Tabasco, Ciudad de México, Colima, Nayarit, Veracruz, Yucatán, Estado de México y Tamaulipas. La duración del evento ha variado de tres a seis días.

Se han programado actividades de interés para un público en su mayoría de investigadores, profesores y estudiantes; pero también para productores, funcionarios y asesores, según las circunstancias. Todas incluyen conferencias magistrales (rango=2 a 11) y ponencias orales (rango=15 a 53). A excepción de la Tercera, Cuarta, Quinta y Novena, en las demás hubo sección de carteles de resultados de investigación (rango=12 a 42) y también recorridos técnicos (rango=1 a 3). A partir de la Cuarta, y con excepción de la Quinta y la Novena, se han dictado de uno a cinco cursos/talleres pre-reunión, con duración de cuatro a catorce horas, la mayoría sobre metodologías. En algunas reuniones se han organizado además simposio, mesa de trabajo de productores, exposición y venta de libros, entre otras. Como complemento al trabajo realizado, la mayoría de las veces se han programado también actividades artísticas y culturales. A partir de la Cuarta Reunión, se empezó a utilizar un lema como subtítulo del nombre de la reunión. Los temas convocados han sido diversos a criterio del comité organizador en turno, enfatizando más en el campo de la agroforestería que en lo agropastoril, de ahí que también los objetivos, actividades programadas y alcances de cada una de las reuniones sean algo diferentes.

Primera Reunión

Se llevó a cabo del 9 al 11 de junio de 1999 en el hotel Los Cocuyos de Huatusco, Veracruz, (Torres y Castro, 1999).

Los objetivos fueron: a) reunir a técnicos, estudiantes y productores del país interesados en este tipo de trabajos; b) conocer y analizar las diferentes experiencias de integración de los sistemas de producción ganaderos con los agrícolas y forestales; y c) discutir la problemática actual y futura de la investigación, enseñanza, servicio y difusión de este tipo de trabajos.

Para esto se diseñó un programa de tres días. Los dos primeros para la presentación de conferencias magistrales (n=4), ponencias orales (n=35) y carteles (n=12); dos de las ponencias orales fueron de productores. El tercer día se destinó a recorridos técnicos (n=2).

Los temas a convocar fueron un tanto genéricos: 1) Ecología, 2) Sistemas de producción, 3) Fauna silvestre, 4) Educación, 5) Herramientas para análisis, 6) Transferencia de tecnología y 7) Economía, política y organización.

Además se instaló una exposición y venta de libros de las instituciones organizadoras, y se ofrecieron al final de cada día eventos culturales.

Segunda Reunión

Se realizó del 20 al 22 de junio de 2001 en la ciudad de Villahermosa, Tabasco, teniendo como sede el auditorio principal de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Fue convocada por el Centro Regional Universitario Sureste de la Universidad Autónoma Chapingo (CRUSE-UACH) con la colaboración de una docena de instituciones, entre ellas la UJAT, Ecosur, CP-Campus Tabasco y la Universidad Tecnológica de Tabasco (UTTAB). Con más tiempo de planeación se logró el patrocinio de la UACH, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco (COCyTET) y FIRA (Reyes y Ruiz, 2001).

Los objetivos planteados fueron los siguientes: a) contribuir mediante la agroforestería a la construcción de sistemas de producción animal más sólidos que permitan la conservación y utilización de los recursos naturales, la producción sostenida de alimento y el mejoramiento de la sociedad rural de México; b) reunir a técnicos, estudiantes, productores e instituciones del país interesados en este tipo de trabajos; c) conocer y analizar diferentes experiencias de integración de los sistemas de producción ganaderos con los agrícolas y/o frutales; d) promover la red de agroforestería pecuaria en México.

El programa consistió de conferencias magistrales (n=7), ponencias orales (n=15), carteles (n=42) y recorridos técnicos (n=2).

En esta ocasión se amplió el número de temas de la convocatoria y se acotaron a lo agroforestal: 1) Sistemas Agrosilvopastoriles, 2) Establecimiento de árboles y arbustos forrajeros, 3) Valor nutricional de árboles y arbustos forrajeros, 4) Interacciones en Sistemas Agrosilvopastoriles, 5) Metodología de investigación y desarrollo en Sistemas Agrosilvopastoriles, 6) Diseño, gestión y manejo de Sistemas Agrosilvopastoriles, 7) Silvopastoreo y servicios ambientales, 8) Educación y extensión, 9) Transferencia de tecnología y experiencias prácticas, y 10) Promover la Red de Agroforestería Pecuaria en México.

Hubo exposición y venta de libros de las instituciones organizadoras. Además se contó con un programa cultural a cargo del ballet folklórico y rondalla de la UJAT.

En total asistieron 290 personas entre investigadores, estudiantes de nivel superior y productores provenientes de 17 estados del país y 6 del extranjero.

Asumieron la Coordinación General el M. en C. Francisco Reyes Montes y el Ing. José Manuel Ruíz Rodríguez.

Al final del evento los asistentes se pronunciaron a favor de reconocer la necesidad de la reconversión ambiental y social de la ganadería y las ventajas que ofrecen los sistemas de producción pecuaria basados en asociaciones de pastos, árboles y arbustos. La importancia de los árboles, en especial los leguminosos, en los sistemas de producción ganadera y los resultados positivos logrados con la introducción de este sistema en áreas productivas. La urgencia de transitar de la experimentación a la producción y de la sensibilización de los productores ganaderos hacia estos sistemas. Realizar contribuciones para fortalecer la red de agroforestería pecuaria. Se acordó aceptar la solicitud de la FMVZ-UADY para organizar la siguiente reunión en Mérida, Yucatán, junto con el III Congreso Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles a realizarse en esa ciudad, sin que la propuesta de dicho evento se concretara.

Tercera Reunión

Después de un receso de cinco años, la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa con la colaboración de Ecosur y el CRUO-UACH lidera la reactivación de las RNSAySP, realizándola del 10 al 12 de junio de 2006 en el auditorio de la Rectoría General de la UAM (Grande y Losada, 2006).

Los objetivos fueron: a) reunir a investigadores, técnicos, estudiantes, productores y funcionarios del país interesados en la agroforestería, en particular los Sistemas Agrosilvopastoriles (SASP), los Sistemas Silvopastoriles (SSP) y los Sistemas Agrosilvopastoriles (SASP), así como en otros temas relacionados; b) conocer y analizar las diferentes experiencias de integración de los sistemas de producción ganaderos (animales y vegetales) con los agrícolas o forestales; y c) discutir la problemática actual y futura de la investigación, enseñanza, servicio y difusión de este tipo de actividades.

El programa consistió de conferencias magistrales (n=3) y ponencias orales (n=53).

No hubo sección de carteles y se organizó un recorrido técnico a la zona de Milpa Alta.

Los temas aumentaron en cantidad y en especificaciones: 1) Sistemas Agropastoriles (SAP), Silvopastoriles (SSP) y Agrosilvopastoriles (SASP) en México: tipos, diseño, manejo, producción y productividad; 2) sustentabilidad de los SAP, SSP y SASP: indicadores; 3) plantas con uso actual o potencial en los SAP, SSP y SASP de México; 4) composición y valor nutritivo de recursos forrajeros: respuesta animal en este tipo de sistemas; 5) casos exitosos de establecimiento, manejo o adopción de SAP, SSP y SASP en México; 6) beneficios ecológicos, económicos, sociales, culturales y políticos; 7) interacciones en SAP, SSP y SASP: tipos e implicaciones ecológicas; 8) modelaje, simulación y otras herramientas para el análisis de SAP, SSP y SASP; 9) educación y extensión relacionada con estos sistemas; 10) perspectivas de los SAP, SSP y SASP en un contexto global; y 11) otros temas: evaluación socioeconómica de SAP, SSP y SASP; riesgos y amenazas para los SAP, SSP y SASP; organización de los productores para el desarrollo de SAP, SSP y SASP.

Se instaló una exposición y venta de libros de las instituciones organizadoras, como novedad también de editoriales comerciales.

Contó con financiamiento de la Red PROMEP-SEP.

La cuota de recuperación estuvo en el rango de 350.00 a 1 200.00 MXN.

La Coordinación General fue del Ing. Jesús Daniel Grande Cano y Dr. Hermenegildo Losada Custardoy.

Cuarta Reunión

Efectuada del 12 al 16 de mayo de 2008, fue convocada por el Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario (CUIDA), la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Colima y el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (Palma y Sanginés, 2008). Se llevó a cabo en el auditorio Miguel de la Madrid Hurtado de la Universidad de Colima y para su realización contó con financiamiento de la Comisión Nacional Forestal (Conafor), la Universidad de Guadalajara (UDG), DANISCO Mexicana S. A. de C. V., CECAF A. C., Tecmán y la SEP a través del proyecto PIFI3.3-2007.

Se empezó a utilizar un lema para enfatizar los propósitos particulares de la reunión, en esta ocasión fue: "Estrategias ambientales amigables".

La reunión buscó hacer concurrir a productores, estudiantes, técnicos, académicos y funcionarios con el objetivo de establecer una comunicación que permitiera fortalecer la producción primaria compatible con estrategias amigables con el ambiente y de producción rentable.

Con un programa de cinco días, esta ha sido una de las reuniones de mayor duración. Inició con un taller pre-reunión sobre investigación en sistemas agrosilvopastoriles o agroforestería pecuaria. Continuó con la presentación de conferencias magistrales (n=4), todas fueron ponencias orales (n=48), con una sección especial presentada por productores y concluyó con recorridos técnicos (n=2).

Además, se diseñó un logo para identificar a esta RNSAySP.

Los temas tratados fueron: 1) Sistemas Agropastoriles (SAP), Silvopastoriles (SSP) y Agrosilvopastoriles (SASP) en México: tipos, diseños, manejo, protección y productividad; 2) sustentabilidad de los SAP, SSP y SASP: indicadores; 3) plantas con uso actual y potencial en los SAP, SSP y SASP de México; 4) composición y valor nutritivo de recursos forrajeros; respuesta animal en este tipo de sistemas; 5) beneficios ecológicos, económicos, sociales, culturales y políticos; 6) modelaje, simulación y otras herramientas para el análisis de SAP, SSP y SASP; y 7) educación y extensión relacionados con SAP, SSP y SASP.

Se tuvieron las memorias en formato electrónico e impreso de la reunión y del curso taller con registro ISBN.

Cabe mencionar que como parte de la organización previo a la IV reunión, se realizó un taller de expertos y diferentes videoconferencias.

Los participantes provenían de 14 estados mexicanos y 2 de países del extranjero.

Los coordinadores generales fueron el Dr. José Manuel Palma García y la Dra. Leonor Sanginés García.

Quinta Reunión

Se realizó del 17 al 20 de mayo del 2010 en el hotel Allegro de la Riviera Nayarit, fue convocada por la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) (Aguirre, 2010). El evento se enmarcó en la celebración del bicentenario del estado y los 40 años de la UAN, por lo cual contó con el respaldo de las Unidades Académicas de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de Agricultura y el Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, entre otras instancias universitarias; además del importante patrocinio del Consejo de Ciencia y Tecnología del propio estado de Nayarit (COCyTEN).

Se utilizó como lema: “Bienestar animal en Sistemas Silvopastoriles”.

Los objetivos (que se infieren de la presentación de las memorias) fueron: a) enlazar a productores, estudiantes, técnicos, académicos y funcionarios para robustecer la producción primaria, donde en el tema principal se manifieste el bienestar animal en sistemas silvopastoriles con una estrategia productiva sustentable; b) promover la integración de enfoques y disciplinas en la investigación, enseñanza y asistencia técnica agrícola, pecuaria y forestal; c) buscar y ser un espacio abierto al intercambio incluyente y creativo en la solución de problemas para que los diferentes

actores involucrados maximicen sus recursos; intercambio de experiencias para encontrar nuevas orientaciones.

El programa consistió de conferencias magistrales (n=2) y ponencias orales (n=31). Dos de las ponencias orales fueron de productores. No hubo curso pre reunión, sección de carteles ni recorridos técnicos.

Los temas fueron: 1) Sistemas Agropastoriles (SAP), Silvopastoriles (SSP) y Agrosilvopastoriles (SASP) en México. Tipos, diseños, manejo, protección y productividad; 2) sustentabilidad de los SAP, SSP y SASP. Indicadores; 3) especies forrajeras destacadas de uso actual y potencial en los SAP, SSP y SASP de México; 4) composición química y valor nutritivo de los recursos forrajeros en los sistemas agro y silvopastoriles; 5) manejo etológico y respuesta animal (comportamiento productivo y reproductivo, etc.) en los sistemas SASP; 6) beneficios ecológicos, económicos, sociales y culturales en este tipo de sistemas; 7) trabajos propuestos por los productores.

Memoria electrónica con registro ISBN y acreditación de CONEVET.

La cuota de recuperación estuvo en el rango de 500.00 a 1 000.00 MXN.

El coordinador general fue el Dr. Jorge Aguirre Ortega (†).

Al final de las actividades del segundo día se realizó la asamblea de socios e interesados para, entre otros asuntos, nombrar al Comité Nacional de Agroforestería Pecuaria y elegir la sede de la próxima reunión.

Sexta Reunión

Se llevó a cabo del 11 al 14 de julio del 2012 en el Campus Veracruz del Colegio de Postgraduados (López, 2012) institución organizadora con la colaboración de otras once: CRUO-Universidad Autónoma Chapingo, FMVZ y Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Veracruzana, CEIEGT-FMVZ-Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Politécnica de Huatusco, Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Instituto Tecnológico Superior de Chicontepec, Comisión Nacional Forestal, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesca, el Colegio de Médicos Veterinarios de Veracruz y la Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce.

Bajo el lema "Hacia una ganadería sustentable", el objetivo (extraído de la convocatoria de la reunión) fue compartir los aportes científicos y tecnológicos generados y las experiencias obtenidas en la implementación de estos sistemas en México entre productores, técnicos, funcionarios, estudiantes e investigadores.

Se programaron actividades de interés para diferentes asistentes: por primera vez un simposio sobre etnoveterinaria, cinco talleres pre-reunión sobre aspectos teóricos y metodológicos y una mesa de trabajo con productores a los que se les ofrecieron tres pláticas; además de las conferencias magistrales (n=7), ponencias orales

(n=36), carteles (n=19) y recorridos técnicos (n=1). Y para complementar el trabajo realizado, se programaron actividades artísticas y culturales.

Los temas convocados fueron: 1) composición químico-nutricional, compuestos secundarios y respuesta animal; 2) biodiversidad en los sistemas agro y silvopastoriles (SASP); 3) funciones medicinales y antiparasitarias de los árboles; 4) evaluación de la sustentabilidad en SASP; 5) economía y servicios ambientales de los SASP; 6) educación e innovación tecnológica en SASP; y 7) experiencias de productores.

Recibió recursos financieros de la Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce (COFUPRO) y de la Fundación Produce Veracruz.

La cuota de recuperación estuvo en el rango de 250.00 a 1 000.00 MXN.

La audiencia estimada fue de 180 personas entre investigadores, estudiantes de nivel superior y productores provenientes de 17 estados del país y 6 del extranjero.

La Coordinación General estuvo a cargo de la Dra. Silvia López Ortiz.

El logo utilizado durante la Reunión, elaborado por el Dr. J. Cruz Alvarado del Campus Córdoba del Colegio de Postgraduados, se propuso y fue aceptado para utilizarse en las siguientes Reuniones, y también se adoptó como el logo oficial del Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria.

Séptima Reunión

Se celebró del 2 al 4 de julio del 2014 en la ciudad de Mérida, Yucatán, junto con la XLI Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria (AMPA); eventos convocados por AMPA, el Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria y la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Tuvo como sede el edificio central de la UADY (Centurión, 2014).

El lema fue: “Por una producción animal sustentable para el logro de la soberanía alimentaria y el combate de la pobreza”.

Hubo un solo objetivo para ambos eventos, más de bandera política que de trabajo académico como venía siendo: propiciar un foro de discusión científico-tecnológico, acerca de los factores políticos, sociales, económicos y ambientales que influyen en la sustentabilidad de los sistemas de producción animal y su repercusión en el logro de la soberanía alimentaria y el combate a la pobreza en el país.

El programa consistió de conferencias magistrales (n=4), ponencias orales y carteles. El número de ponencias y carteles es impreciso, pues entre una docena de temas para ambos eventos se incluyó el de sistemas agro y silvopastoriles, mesa en la cual se expusieron solo 14 trabajos, pero al rescatar los que se presentaron en otras y que de alguna manera tratan lo agro y silvopastoril el número podría llegar a 43 trabajos. Además se impartieron dos cursos-talleres en temas agroforestales de un total de seis ofertados.

La cuota de recuperación estuvo en el rango de 400.00 a 1 200.00 MXN. El presidente del Comité Organizador fue el Dr. Fernando Centurión Castro (UADY).

Octava Reunión

Se efectuó del 22 al 27 de agosto de 2016 en el campus central de la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. Fue convocada por el Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo y el Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria (Lara et al. 2016).

El lema fue: “Hacia una producción sustentable de alimentos”. Los objetivos no se encontraron en el cartel promocional, ni en el programa y tampoco en las memorias.

Los dos primeros días se dedicaron a un taller pre-reunión con el tema “Diseño de estrategias de intervención en sistemas agroforestales”. En los siguientes tres días se presentaron conferencias magistrales (n=11) incluidas las de tres simposios sobre: etnoagroforestería, servicios ambientales y sistemas silvopastoriles intensivos; intercalándose con ponencias orales libres (n=60) y carteles (n=30). Sin embargo, en la memoria del evento aparecen solo 59 escritos, de los cuales 6 corresponden a magistrales y los restantes 53 no distinguen entre oral y cartel. El programa también incluyó una mesa de productores para intercambio de experiencias, y eventos culturales. El último día fue para un recorrido técnico a la zona forestal de Zoquiapan.

Las mesas temáticas fueron: 1) la etnoagroforestería: estudios de caso y experiencias productivas; 2) sistemas agro y silvopastoriles; 3) servicios ambientales en los sistemas agro y silvopastoriles; 4) sustentabilidad de los sistemas agro y silvopastoriles; y 5) educación, capacitación y redes agro y silvopastoriles.

La audiencia estimada fue de 200 asistentes de diferentes estados del país. La cuota de recuperación estuvo en el rango de 150.00 a 600.00 MXN. El curso pre-reunión fue gratuito. Fungieron como organizadores principales el Dr. Alejandro Lara Bueno, el Dr. Artemio Cruz León, el Dr. Miguel Uribe Gómez y el Dr. Rodolfo Ramírez Valverde.

Novena Reunión

Se llevó a cabo del 17 al 20 de octubre de 2018 en el Instituto Tecnológico de Altamira, convocada por el Tecnológico Nacional de México (TecNM), el Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria y la Red Temática en Sistemas Agroforestales de México (REDSAM).

Se utilizaron dos lemas: “Por un equilibrio natural y de conservación de los recursos” y “Por la productividad sustentable de los campos de América”.

El objetivo fue crear un espacio fértil para el intercambio de conocimientos, experiencias y proyecciones, entre productores, técnicos, investigadores, académicos, es-

tudiantes y funcionarios interesados en temas relacionados con los sistemas agro y silvopastoriles que se desarrollan en México.

Se programaron actividades de interés para diferentes asistentes, iniciando el día previo con una Mesa de Expertos en Agroforestería Pecuaria, en la que se analizaron estrategias para el fomento de este tipo de sistemas; posteriormente, una Mesa de Productores y una Mesa de Estudiantes, para el intercambio de experiencias; además de las conferencias magistrales (n=6), ponencias orales (n=36) y recorridos técnicos (n=1). Como complemento hubo exposición de artesanos, presentación de libros y videos. Para el ultimo día fue organizada una cabalgata y rodeo.

La convocatoria de temas fue amplia: 1) etnoagroforestería, estudios de caso y regionales; 2) los sistemas agroforestales tradicionales; 3) biodiversidad en sistemas agro y silvopastoriles; 4) evaluación de la sustentabilidad en sistemas agro y silvopastoriles; 5) los servicios ambientales de los sistemas agro y silvopastoriles; 6) diagnóstico y diseño de sistemas agro y silvopastoriles; 7) sistemas silvopastoriles intensivos; 8) sistemas agrosilvícolas; 9) sistemas agrosilvopastoriles; 10) educación y capacitación en sistemas agro y silvopastoriles; 11) experiencias productivas en sistemas agro y silvopastoriles (productores, estudiantes y académicos); 12) socioeconomía de los sistemas agro y silvopastoriles; 13) los sistemas silvopastoriles para el empleo y la generación de ingresos; 14) Los sistemas silvopastoriles en las zonas áridas, semiáridas y tropicales; 15) sistemas silvopastoriles para la mitigación y adaptación al cambio climático; 16) proyectos silvopastoriles en redes; y 17) la producción agrícola pecuaria y forestal en sistemas silvopastoriles.

Recibió recursos financieros de CONACYT y de TecNM.

La cuota de recuperación estuvo en el rango de 150.00 a 600.00 MN.

La audiencia estimada fue de 200 personas entre investigadores, estudiantes de nivel superior y productores provenientes de 12 estados del país y 2 del extranjero.

La Coordinación General estuvo a cargo del Ing. José Sergio López Pérez, el MC Carlos Eduardo Wild Santamaría, el MVZ Alejandro de Jesús Chávez Acevedo y el MC Arnoldo Longoria Garza.

Dónde, cuánto y quiénes contribuyen a la producción científica-tecnológica de las RNSAySP

Durante las reuniones científicas realizadas en los años 1999, 2001, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016 y 2018 se presentaron 50, 64, 58, 48, 33, 59, 43, 60 y 36 escritos, respectivamente; registros que hacen un total de 451 publicaciones. El registro del año 2001

es el más alto de todos. No obstante que en la reunión del 2010 se tuvo el más bajo registro de trabajos con la impresión de haber una tendencia decreciente en la producción de publicaciones, en las subsecuentes el registro recuperó su nivel promedio de 50.1 ± 11.1 para un coeficiente de variación de 22%.

La mayoría de trabajos publicados en las memorias fueron hechos en México (93%), situación que es lógica por tratarse de reuniones de carácter y convocatoria nacional. Es destacable que también haya habido interés de algunas personas por publicar sus trabajos realizados en el extranjero (9%), en algunos casos ciudadanos de otros países y, en otros, mexicanos que hicieron estudios en el extranjero. Sobresale Cuba ($n=12$) como país con mayor representación.

El estado de Veracruz destaca como la entidad del país con mayor número de contribuciones en las RNSAySP, con el 22.3% del total; seguido en orden descendente por: Chiapas (10.9%), Estado de México (9.9%), Yucatán (8.2%), Tabasco (5.9%), Colima (4.5%), Ciudad de México (4.0%), Michoacán 4.0%), Nayarit (3.7%), Puebla (4.0%), San Luis Potosí (2.5%), Oaxaca (3.0%) y Morelos (2.5%).

El análisis de dónde y cuánto se contribuye al conocimiento de los sistemas AySP en el país se realizó mediante la agrupación jerárquica de los estados con base en los porcentajes de participación en las diferentes reuniones AySP, para ello fue utilizado el método de Ward y la distancia euclidiana cuadrada (Figura 1). El dendrograma formado sugiere formar cuatro grupos:

Primer grupo. Lo constituye el estado de Veracruz, el cual concentra el doble de aquel que le sigue o la suma de los 22 estados con menor participación (22.3%). Muchas pueden ser las explicaciones de tal supremacía, pero aquí lo interesante son las hipótesis que se generan: ¿es por la gran diversidad geográfica del estado?, ¿es por una mayor cantidad de recursos humanos e instituciones que concurren en el estado?, entre otras.

Segundo grupo. Conformado por los estados con alta y constante participación: Chiapas, Estado de México, Yucatán, Tabasco y Ciudad de México que en conjunto suman el 40% de trabajos.

Tercer grupo. Son estados con participación intermedia, se caracterizan por ser baja pero constante o intermitente pero alta en algunas reuniones: Colima, Michoacán, Nayarit, Puebla, San Luis Potosí, Morelos y Guerrero; suman 29% de trabajos.

Cuarto grupo. Son los estados donde se han hecho menos trabajos o ninguno. Este grupo puede subdividirse en 4.1 *ausentes*, por no haber tenido aún presencia: Baja California, Baja California Sur y Sonora; 4.2 *raros*, por haber participado en una sola reunión: Aguascalientes, Querétaro, Nuevo León, Tlaxcala y Zacatecas; y 4.3 *infrecuentes*, por aparecer en la mitad o menos de las reuniones o con escaso número de trabajos: Oaxaca, Jalisco, Quintana Roo, Hidalgo, Campeche, Durango, Coahuila, Guanajuato, Chihuahua, Sinaloa y Tamaulipas. Resulta importante este cuarto

grupo porque son 19 estados y, como en el primer grupo, las hipótesis que se pueden formular y sus comprobaciones son el reto para los investigadores: ¿no hay vocación agroforestal? o si la hay, ¿falta difusión y apoyos?, ¿las universidades e institutos de investigación no están interesadas en trabajar con sistemas AF pecuarios?, ¿los actores prefieren otros foros para difundir sus resultados?, entre otras.

La diversidad de sistemas y tecnologías estudiados

Sistemas

Para realizar este análisis se revisaron de manera exhaustiva los trabajos de las tres primeras reuniones. Con base en la clasificación de sistemas agroforestales propuesta por Nair (1997), se comprueba que la mayoría de investigadores prefieren trabajar con sistemas silvopastoriles (63.3%), es decir con temas que involucran árboles o plantas similares en combinación con ganado o pasturas (Cuadro 1). Por el contrario, en promedio es baja la proporción de artículos en los que se hace referencia a sistemas agrosilvopastoriles (11.8%) y casi nula a sistemas agropastoriles (1.8%) u otros sistemas agroforestales pecuarios (2.4%). Es destacable el número de escritos en los que no se especifica algún tipo de sistema agroforestal pecuario (20.7%), unos por ser de temas distintos y otros que lo mencionan en el título u objetivos pero que no se encontraron evidencias en el texto que lo confirmen, es decir que utilizan el concepto como eslogan publicitario. Aquí conviene señalar la necesidad de reflexionar sobre el mal uso, intencionado o no, de los conceptos.

Tecnologías

Lo que al principio parecía sería un simple agrupamiento de trabajos, se complicó por la gran diversidad de enfoques. En algunos casos no es preciso el límite de un sistema con otro, pues las clasificaciones que se han hecho son más bien con objetivos académicos para abarcar la diversidad de variantes que se dan en la realidad.

Se detectaron algunos trabajos agroforestales que no precisan un sistema en particular o que se refieren a varios de ellos en general (15.9%). Aquí se incluyen también trabajos de tipo agronómicos que, aunque tratan con árboles de uso en agroforestería, el estudio se refiere a un aspecto muy puntual, como son las pruebas de germinación de semillas o las pruebas de comportamiento en fase de vivero que no involucran el pastoreo.

Los bancos forrajeros son la tecnología ASP sobre la cual más se ha trabajado, el tema se aborda en una tercera parte de los escritos (36.6%). Aquí se consideró el concepto clá-

sico de masas arbóreas compactas destinadas a la producción de forraje de alta calidad nutritiva, pero también se aceptó el caso de trabajos que reportan el aprovechamiento de árboles dispersos en la misma *unidad de producción* o fuera de ella, con la condición de que sea una fuente rutinaria de alimento para el ganado. La mayoría de tales escritos se refieren a evaluaciones químicas o pruebas de nutrición con animales; es importante señalar que pocas veces se precisa la procedencia del material, las características fenológicas de las plantas y el manejo agronómico previo a la cosecha.

La segunda tecnología ASP más estudiada es el pastoreo en vegetación natural (24.5%). Incluye tanto vegetación primaria de bosques o selvas, como también la vegetación secundaria nombrada “acahual”.

El pastoreo en huertas de frutales (12.4%) incluyó a todo tipo de árboles cuyo propósito es la producción de frutas, como el mango y zapote. En el caso del pastoreo en cafetales se consideró esto como un sistema SP, ya que el cafeto se comporta más como un arbusto de usos múltiples que como un cultivo agrícola, pues se cultiva para la obtención de granos contenidos en las frutas, pero también es importante para la obtención de leña; además, en los cafetales es común la existencia de una diversidad de árboles de uso múltiple que sirven de sombra al café.

Todos aquellos trabajos que abarcan varios sistemas, cuyo límite podría ser una sola parcela o una unidad de producción, se consideraron como un grupo aparte y fueron clasificados como sistemas agroforestales múltiples (7.5%). Se aceptó como sinónimo de módulos de producción integral, granjas integrales autosuficientes, sistemas agroecológicos y *homegardens*, aunque el significado de tales conceptos sea aproximado. Se incluyen las parcelas con sistemas sucesionales, por ejemplo el pastoreo alternado con la producción de maíz en presencia de árboles.

En el caso de la producción de peces, Nair (1997) lo clasifica como sistema ASP, no obstante otros autores lo ponen como una forma especial de agroforestería (Young, 1989; Torquebiau, 1990).

Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria

Una de las conclusiones de la Primera Reunión fue crear una figura de asociación de los profesionistas de la agroforestería pecuaria en México. En el periodo de esta y la siguiente reunión se trabajó en revisar opciones y trámites para registrar la que mejor serviría a los intereses de los integrantes para llevarlo como propuesta a los asistentes de la Segunda Reunión.

En la Segunda Reunión se presentó una ponencia como propuesta por parte de Guillermo Jiménez Ferrer (Ecosur), Luis Ramírez Avilés (FMVZ-UADY) y Francisco Reyes Montes (CRUSE-UACH) para la creación de la Red Mexicana de Agroforestería Pecuaria.

ria; cuyos objetivos serían: a) impulsar el intercambio de información y experiencia entre sus miembros; b) implementar acciones de vinculación entre académicos; c) promover acciones de vinculación entre campesinos; d) promover acciones de vinculación entre productores empresariales; e) realizar actividades de capacitación a productores, instituciones académica y de desarrollo y organismos no gubernamentales; f) contribuir al diseño de programas de capacitación para técnicos campesinos, productores empresariales y técnicos de nivel medio y superior; g) contribuir al diseño de planes de estudio a nivel medio superior y superior; h) impulsar acciones de investigación y desarrollo; i) impulsar una página electrónica como medio de enlace.

Entre los acuerdos tomados al final de la Reunión estuvo: realizar contribuciones para fortalecer la Red de Agroforestería Pecuaria.

En octubre de 2006, con motivo de asistir al IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible, los participantes de la delegación mexicana se reunieron para platicar sobre los avances en la organización de la Cuarta RNSAySP y del registro del CMAP. Ahí se acordó, entre otras cosas, continuar el trabajo de cubrir los requisitos para su registro, la creación de un grupo Yahoo!® administrado por la Dra. Leonor Sanginés, la realización de una reunión de expertos y la programación de videoconferencias sobre la temática AySP.

El 1° de junio de 2007 se realizó una Consulta de Expertos en Agroforestería Pecuaria, en la Ciudad de México, reunión en la que participaron 25 colegas de diversas instituciones y estados del país.

Los objetivos de tal reunión fueron: a) analizar la interdependencia y jerarquizar los problemas de la ganadería en el contexto de la agroforestería pecuaria en el país; b) identificar los temas prioritarios que deben ser abordados; y c) discutir algunas estrategias globales que orienten los esfuerzos académicos, sociales, económicos y políticos para su desarrollo.

Se utilizaron como instrumento de consulta dos cuestionarios, uno para el primer objetivo y otro para el segundo. Los trabajos y conclusiones de esta fueron insumos para que algunos de los asistentes elaboraran un escrito que se presentó como ponencia en la Cuarta RNSAySP.

En asamblea de la Quinta RNSAySP, los asistentes ($n \approx 20$) decidieron por consenso la creación del Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria, nombrándose para ello al siguiente consejo directivo: presidente, José Manuel Palma García; secretario, José Antonio Torres Rivera; tesorero, Leonor Sanginés García; vocales, Daniel Grande Cano y Jorge Aguirre Ortega. Se recomendó nombrar representantes estatales. Se establece por consenso una cuota: 200.00 MXN al año para cada uno de los socios. La renovación del Consejo Directivo se realizará cada 2 años. El compromiso de invitar por lo menos a 2 o 3 colegas por socio para cubrir el requisito de la SEP de 100 profesionistas. Una vez registrado el colegio, se abrirá una cuenta bancaria para

el dinero de las cuotas. Convocar a la presentación de propuestas para el diseño del logotipo y lema de las RNSAySP; se sugiere que se convoque a los estudiantes de las diferentes instituciones para este propósito, para estimular la participación se daría algún premio. El Dr. Palma informó sobre los avances del libro *Agroforestería Pecuaria en México, No. 1* con la intención de que se lograra la publicación en septiembre de 2010. El Dr. Palma mencionó sobre la conformación de una Red Nacional en el marco de la convocatoria Nacional de Conacyt e Iberoamericana del CYTED. La Dra. Sanginés informó que el grupo Yahoo agroforestería_pecuaria, iniciado el 21 de febrero de 2007, sigue activo e invita a participar en él. Ambos informaron sobre las videoconferencias y se solicitó una relación de quiénes pueden participar en ellas, así como un calendario anual con temas. Por último se votaron las solicitudes de la Universidad de Guadalajara, UMSNH y CP-Veracruz para ser sede de la próxima reunión, eligiéndose a esta última. Se propusieron tener actividades intermedias, tales como cursos, reunión de expertos, videoconferencias, giras técnicas con productores, etc. Se comenta sobre la posibilidad de pedir le sede para la Reunión Latinoamericana de Agroforestería Pecuaria que se realizaría en Veracruz.

Conclusiones

La cantidad de artículos publicados es irregular de una reunión a otra. La evidencia que la mayoría de artículos se hayan publicado por uno o dos autores –y que se busque la colaboración con personas de otras instituciones nacionales– demuestra la carencia de equipos de investigación consolidados en el país; sin embargo, el aumento en el número de autocitas indica que tales grupos de investigación están en proceso. Por otra parte, el hecho de que veinte estados no hayan tenido participación con artículos o sean asistentes ocasionales, plantea la problemática de nula o baja productividad científica en esas entidades y también que hace falta dar mayor promoción a las reuniones en los estados que menos han participado en dichos eventos.

Un reto es la integración de trabajos de zonas áridas y dar un marco legal al CMAP.

La perspectiva es el fomento, divulgación y fortalecimiento de los SASP a través de la investigación y la política pública.

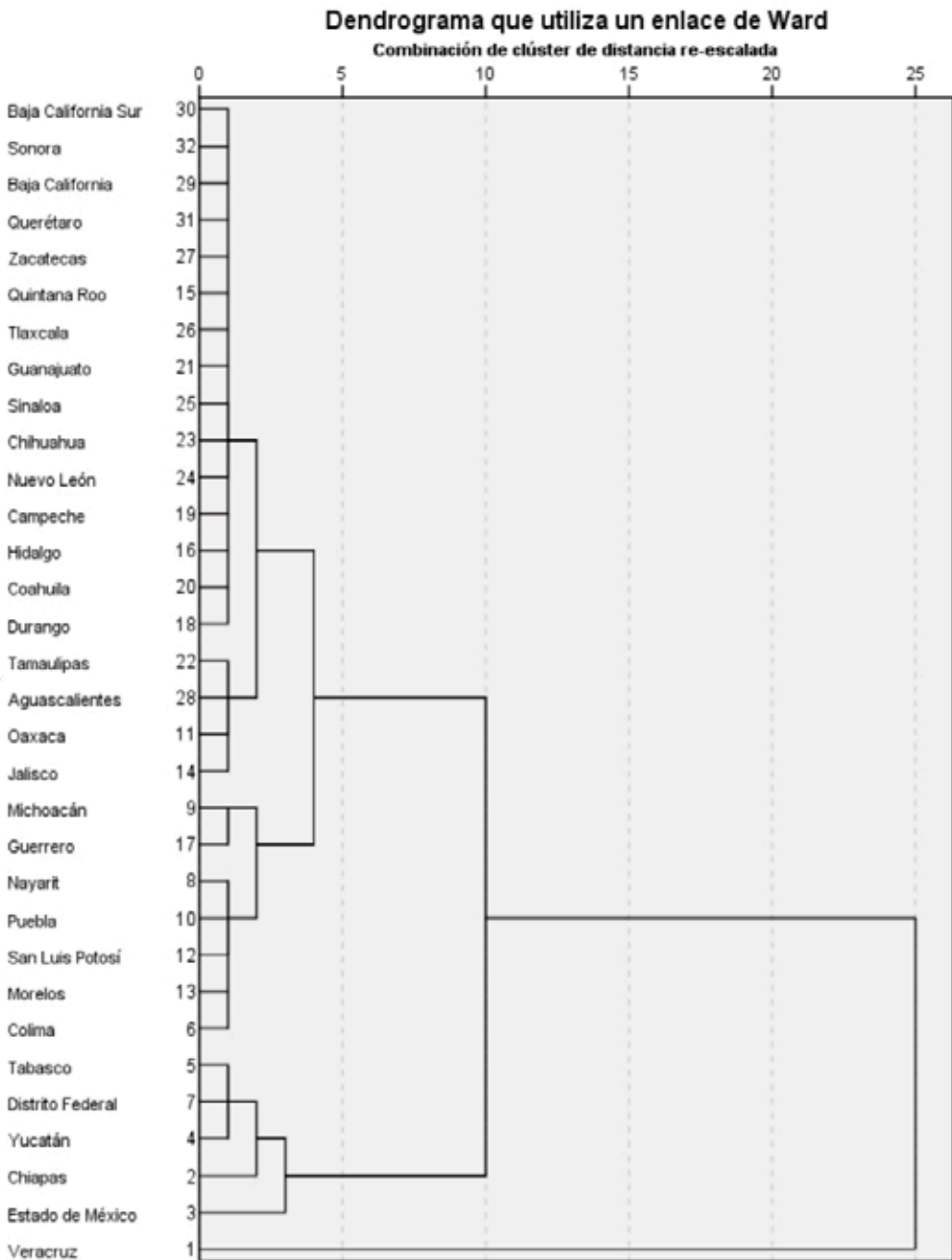
Agradecimientos

Agradecemos a los organizadores, conferencistas magistrales, ponentes, colaboradores, patrocinadores, autoridades de las instituciones participantes y a todas las personas que de alguna manera hicieron posible la realización de ocho RNSAySP y le dan vida al CMAP. También agradecemos a los revisores anónimos, cuyos comentarios, críticas y sugerencias contribuyeron a enriquecer el contenido de este trabajo.

Bibliografía

- Aguirre, J. (ed.). (2010). *Memorias de V Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. [CD-ROM]. Riviera Nayarit, Nayarit, México: Biblioteca del CRUO-UACH.
- Aguirre-Beltrán, G. (1992). *Pobladores del Papaloapan: Biografía de una Hoya*. Xalapa, México: CIESAS-Golfo.
- Centurión, F. (ed.). (2014). *Memorias de VII Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. [CD-ROM]. Mérida, Yucatán, México: Biblioteca del CRUO-UACH.
- Díaz del Castillo, B. (2001). *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*. (3 vols.) (Edición facsimilar). México: Porrúa.
- González-Sierra, J. (1991). Los Tuxtlas. En *Veracruz: imágenes de su historia*. Xalapa, Veracruz, México: Archivo General del Estado de Veracruz.
- Grande, D., y Losada, H. (eds.). (2006). *Memorias de III Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. [CD-ROM]. Iztapalapa, Distrito Federal, México: Biblioteca del CRUO-UACH.
- Lara, A., Cruz, A., Uribe, M. y Ramírez, R. (eds.). (2016). *Memorias de VIII Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. [CD-ROM]. Chapingo, Estado de México, México: Biblioteca del CRUO-UACH.
- López, J. S., Wild, C. E., Chávez, A. J., y Longoria, A. (eds.). (2018). *Memorias de IX Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. [CD-ROM]. Huatusco, Veracruz, México: Biblioteca del CRUO-UACH.
- López, S. (ed.). (2012). *Memorias de VI Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. [CD-ROM]. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz: Biblioteca del CRUO-UACH.
- Melgarejo-Vivanco, J. L. (1980). *Historia de la ganadería en Veracruz*. Xalapa: Dirección General de Ganadería del Estado de Veracruz.
- Nair, P. K. (1997). *Agroforestería*. Chapingo, México: Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo.
- Palma, J. M., y Sanginés, L. (eds.) (2008). *Memorias de IV Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. [CD-ROM]. Colima, Colima, México: Biblioteca del CRUO-UACH.
- Reyes, F., y Ruiz, J. M. (eds.). (2001). *Memorias de II Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. [CD-ROM]. Villahermosa, Tabasco, México: Biblioteca del CRUO-UACH.
- Solórzano, A. R. (1942). *Frutos silvestres tropicales para alimentar el ganado*. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
- Soto, E., Frish, U., De Haro, A., y Ruiz, J. (1988). *Panorama de la ganadería mexicana. Aspectos estructurales*. México: SEP, Consejo Nacional de Fomento Educativo.
- Torquebiau, E. (1990). Introduction to the Concepts of Agroforestry. International Council for Research in Agroforestry (ICRAF), Nairobi, Kenia: Working paper no. 59, 121 p.
- Torres, J. A., y Castro, R. (eds.). (1999). *Memorias de I Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. [CD-ROM]. Huatusco, Veracruz, México: Biblioteca del CRUO-UACH.
- Young, A. (1989). *Agroforestry for soil conservation. Science and practice of agroforestry*. Wallingford, Reino Unido, Nairobi, Kenia: C.A.B. International Council for Research in Agroforestry.

Figura 1. Agrupación jerárquica de los estados con base en los porcentajes de participación en las diferentes reuniones AySP



Cuadro 1. Porcentaje de artículos por sistema agroforestal referido en escritos publicados en las memorias de reuniones científicas de agroforestería pecuaria realizadas en México (1999 -2006)

Sistema	Porcentaje
Silvo-Pastoriles	63.3
Agro-Silvo-Pastoriles	11.8
Otros AF pecuarios	2.4
Agro-Pastoriles	1.8
No especificado	20.7
SUMA	100.0

Cuadro 2. Porcentaje de artículos por tecnología agroforestal publicados en las memorias de reuniones científicas de agroforestería pecuaria realizadas en México (1999 -2006)

Sistema	Porcentaje
Bancos de forraje	33.7
Pastoreo en vegetación natural	22.5
Cerca viva y/o seto	14.8
Potreros con árboles dispersos	13.6
Huerto casero con ganado	10.7
Pastoreo en huertas frutales	10.1
Granjas integrales	6.5
Pasturas en callejones	5.9
Barreras vivas	4.7
Pastoreo en plantaciones forestales	4.1
Cortinas rompevientos	3.6
Acuaforestería	1.8
Cinturones de protección	1.2
Corredores riparios	1.2
Entomoforestería	1.2

Nota: Los porcentajes son en relación al total de trabajos, la suma de porcentajes es mayor de 100% porque algunos trabajos tratan con más de un sistema.

Sección VI

Vinculación y difusión en Sistemas Agroforestales

José Manuel Palma García
Universidad de Colima
Coordinador

6.1 Difusión de la agroforestería en Yucatán

Rita Elena del Castillo Arriaga¹

Juan José María Jiménez Osornio¹

Correo de correspondencia: rdelcastillo@alumnosuls.cl

Resumen

En Yucatán se cuenta con un enorme conocimiento etnoagroforestal acumulado a través de generaciones que es transmitido oralmente y mediante diversas actividades culturales. Los agroecosistemas principales de la cultura maya yucateca (la milpa, el solar y el manejo de la vegetación secundaria) son reconocidos como sistemas agroforestales y han demostrado su sostenibilidad durante tres milenios. Existen diversas experiencias que han tratado de difundir la agroforestería en la península de Yucatán, sin embargo, son poco conocidas. Gracias al establecimiento de una oficina del ICRAF en 1992 en el INIFAP en Mérida, que permaneció abierta por una década, se inició la especialización en agroforestería en la Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales Tropicales en la Universidad Autónoma de Yucatán, además, se crearon módulos de capacitación en agroforestería en la Escuela de Agricultura Ecológica U Yits Ka'an; iniciando de esta forma la difusión de la agroforestería en Yucatán. En la actualidad, otras instituciones también se han encar-

¹ Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán

gado de la difusión de la agroforestería, por ejemplo, la Universidad Autónoma Chapingo ofrece el programa de Ingeniería en Desarrollo Agroforestal y existen diferentes organizaciones de la sociedad civil que promueven los sistemas agroforestales. A pesar de todo lo anterior, la difusión de los sistemas agroforestales continúa siendo limitada y se reconoce la necesidad de considerar el acceso y uso de técnicas modernas de difusión de la información que permitan dar a conocer los resultados que se están obteniendo en la agroforestería y que pueden contribuir en el desarrollo de estos sistemas en otras regiones. En la UADY se están desarrollando nuevas estrategias para facilitar el conocimiento de los SAF y su promoción en las comunidades indígenas, además de su difusión entre las instituciones académicas y gubernamentales.

Palabras clave: capacitación en agroforestería, innovación, comunicación, adopción de SAF, extensión agroforestal

Abstract

In Yucatan there is an enormous ethno-agroforestry knowledge which has been accumulated through generations and is transmitted both verbally and through various cultural activities. The base agroecosystems of the Yucatecan Maya culture (milpa, home gardens and management of secondary vegetation) are recognized as agroforestry systems and have proved their sustainability for three millennia. There are several experiences that have tried to spread the agroforestry in the Yucatan Peninsula, but these are poorly known. The establishment of an ICRAF office in 1992 at INIFAP in Mérida, contributed to the establishment of a specialization in Agroforestry as part of the M. Sc. program in Management and Conservation of Tropical Natural Resources at the Autonomous University of Yucatan. Furthermore, the ICRAF influenced the creation of training modules in Agroforestry at the School of Ecological Agriculture U Yits Ka'an; thus initiating the diffusion of Agroforestry in Yucatan. Nowadays, other institutions have also been in charge of the diffusion of agroforestry, for example, the Autonomous University of Chapingo offers the program of Engineering in Agroforestry Development and there are different Organizations of the Civil Society that promote the agroforestry systems. In spite of all of the above, the diffusion of agroforestry systems continues limited and there is a need to consider the access to and the use of modern information dissemination techniques, which allows to know the results that are being obtained in agroforestry research and which can contribute to the development of these agroecosystems in other regions. In UADY, new strategies are being developed to facilitate the knowledge of the AFS and its promotion in the indigenous communities, in addition to its dissemination among the academic and governmental institutions.

Keywords: training in agroforestry, innovation, communication, adoption of AFS, agroforestry extension

Introducción

A nivel internacional, las instituciones principales que se encargan de la investigación en difusión agroforestal son el Grupo Consultativo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR);² el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el Instituto Internacional de Investigación en Ganadería (ILRI), World Agroforestry Center (WAC antes conocido como ICRAF: Centro Internacional de Investigación en Agroforestería), el Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR), el Centro Internacional de Investigación Agrícola en Zonas Áridas (ICARDA), el Instituto Caribeño para la Investigación y el Desarrollo Agrícola (CARDI) entre otros (Sánchez y Gavira, 2000).

En América Latina, desde 1942, se cuenta con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) con sede en Costa Rica: la primera institución de investigación, educación y capacitación agroforestal. Las actividades de la CATIE se resumen en: transferencia de tecnologías agroforestales productivas, sostenibles y económicamente útiles a técnicos, extensionistas y agricultores; capacitación agroforestal de técnicos y extensionistas; y la divulgación de resultados a través de canales de comunicación como la *Revista Agroforestería en las Américas*, la Base de Datos de Proyectos Agroforestales, la Bibliografía sobre Agroforestería del CATIE y Series Técnicas (Arze, 2002).

Institucionalización de la agroforestería en México

Una de las características del manejo de los recursos naturales, por parte de los pueblos originarios de nuestro país, es la forma integral en que lo hacen. En todos los grupos culturales es posible encontrar ejemplos de prácticas de cultivo de especies leñosas, maderables, frutales junto con otros cultivos agrícolas o ganado en la misma unidad productiva (Moreno-Calles et al. 2016). Aunque el uso del término agroforestería empieza a utilizarse en la década de los sesenta, la práctica tiene milenios, por lo que los grupos originarios poseen un enorme conocimiento etnoagroforestal que se ha mantenido durante generaciones (Nair, 1993).

El Instituto para el Estudio de Recursos Biológicos (INIREB), fue la institución que reconoció el éxito de las chinampas como un sistema de bajo capital, intensivo en mano de obra y sostenible, con el potencial de generar múltiples productos. Los esfuerzos de su difusión incluyeron la formación y la demostración a diversos niveles, cursos de posgrado y de pregrado, seminarios y talleres para científicos y técnicos; además, la innovación más exitosa fue la organización de seminarios de capacitación para y por los campesinos, basados en sus propios conocimientos, experiencia y lenguaje cotidiano, reforzados por sus

² <http://www.cgiar.org/>

percepciones, valores locales y participación activa. El resultado fue la creación de veinticinco parcelas de demostración en diez estados mexicanos, incluyendo cooperativas, consejos ejidales y otras organizaciones de servicios privados interesados en establecer parcelas experimentales y adaptar nuevas tecnologías (Cagri et al. 1983, Jiménez-Osornio y Rorive, 1991).

A mediados de los ochenta se creó el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por decreto presidencial el 23 de agosto de 1985. Esta fue integrada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF) e Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP). Actualmente, el objetivo principal del INIFAP es generar conocimientos científicos y tecnologías que contribuyan al desarrollo rural sustentable de los subsectores forestal, agrícola y pecuario, mejorando la competitividad y manteniendo la base de recursos naturales, mediante un trabajo participativo y corresponsable con otras instituciones y organizaciones públicas y privadas asociadas al campo mexicano.³

A partir de este punto, comenzaron a surgir diversas instituciones académicas mexicanas encargadas de la investigación, difusión, comunicación y extensión de la agroforestería, por ejemplo la Universidad Autónoma Chapingo a través del Departamento de Agroecología (Licono-Vargas, 2015), la Universidad Autónoma de Yucatán con su programa de posgrado en Manejo de Recursos Naturales Tropicales orientado a la agroforestería (Jiménez-Osornio, 1994), y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla con la licenciatura en Ingeniería Agroforestal.⁴

El estudio de la Agroforestería en Yucatán

En la península de Yucatán los SAF más comunes y que han sido descritos por diferentes autores son: la milpa, el solar o huerto familiar y el manejo de la vegetación secundaria. Otros que han sido descritos pero que se conocen poco son: el *pet kot* (Gómez-Pompa et al. 1987), las aguadas (Faust y Gabriel, 2015) y cenotes (Gómez-Pompa et al. 1990; Vail, 2009). Actualmente existe una gama amplia de SAF que también han sido descritos por diferentes autores tales como los cercos vivos (Flores-Guido et al. 2010; Sánchez-Sánchez et al. 2015), las parcelas de frutales multiestrato (Padilla-Vega et al. 2015), los sistemas agrosilvopastoriles (Ortega et al. 1999; Bacab et al. 2013; Campos et al. 2015).

En Yucatán, en 1993, se estableció una oficina del Centro Mundial de Agroforestería, anteriormente Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF), un hecho poco conocido entre los investigadores en el área. Esta tuvo sede en el INIFAP, el responsable fue el Dr. Marcelino Ávila (1993-1995) y posteriormente el Dr. Jeremy Hagggar (1996-1999). El Proyecto ICRAF-México tenía como objetivo general “mejorar la nutrición humana,

3 <http://www.inifap.gob.mx/SitePages/Inicio.aspx>

4 http://cmas.siu.buap.mx/portaI_pprd/wb/EDUCATIVA/licenciatura_en_ingenieria_agroforestal

ingresos y calidad de vida de las familias que dependían de la agricultura de roza-tumba-quema (milpa) y contribuir a la conservación forestal y de la biodiversidad en las zonas de amortiguamiento de las áreas naturales protegidas del sureste mexicano y Centroamérica” (Ávila, 1994). Los objetivos específicos eran (Ávila, 1994):

- Generar sistemas y tecnologías agroforestales viables que pudieran ser adoptadas por ejidatarios y hacer recomendaciones de políticas públicas que promovieran la adopción de la agroforestería y el desarrollo de agricultura sostenible.
- Fortalecer la capacidad humana de instituciones nacionales para realizar investigación participativa y educación en agroforestería.

Además del INIFAP, sus colaboradores fueron: La Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) a través del Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales, incluyendo el Programa de Maestría. El Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible de la Universidad Autónoma Chapingo, el Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste en Chiapas, el Programa de Acción Forestal Tropical, la Organización de Productores de Ejidos Forestales de la Zona Maya, el Consejo Regional Indígena y Popular de X’pujil S. C. (CRIPX), CATIE y la Universidad Estatal de Iowa. El ICRAF estableció convenio de colaboración con todas estas organizaciones desarrollando tres actividades:

1. Caracterización y diagnóstico de los sistemas agroforestales existentes en la región (península de Yucatán y Chiapas). De este trabajo se seleccionaron como sitios prioritarios de investigación a la Zona Maya (Quintana Roo), Calakmul (Campeche) y Las Cañadas (Chiapas) (Figura 1).
2. Análisis de la modificación del artículo 27 constitucional en relación a la agroforestería y la tenencia de la tierra.
3. Fortalecimiento institucional: se identificaron personas de cada una de las instituciones y organizaciones que podrían ser colaboradores y se ofrecieron cursos y talleres a diferentes niveles en diversos temas: metodologías participativas, diagnóstico y diseño, planificación de la investigación agroforestal y prioridades para la región, diseño y análisis de investigación en agroforestería. También se apoyaron a diferentes personas para que participaran en el curso internacional de agroforestería y el taller de educación en agroforestería en Nairobi al que asistieron Patricia Negreros (INIFAP), Juan Jiménez Osornio (UADY), Aliza Mizrahi (UADY), Beng de Jong (CIES), Lorena Soto (CIES), Aníbal Miembro (Universidad Autónoma de Campeche), Laksmi Reddiar Krishnamurthy (Universidad Autónoma Chapingo).

Dos reuniones internacionales importantes que se realizaron en México fueron:

1. Taller de materiales de capacitación en agroforestería que se realizó en 1994 en la UADY.
2. Taller internacional de educación profesional y capacitación en agroforestería en 1995 organizado por la Universidad Autónoma de Chapingo en Taxco, Guerrero.

Durante estas actividades se tuvo acceso a materiales, metodologías y diferentes herramientas de divulgación como libros, trípticos, manuales, diaporamas utilizados en diferentes medios para la difusión y divulgación de la agroforestería.

Los tiempos coincidieron en Yucatán con dos procesos que estaban en planificación: 1) el diseño y establecimiento de la Maestría en Ciencias sobre Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, y 2) el diseño y establecimiento del currículum de la Escuela de Agricultura Ecológica U Yits Ka'an.

Educación y capacitación en agroforestería en Yucatán

En 1994 se inició la maestría, la cual fue aceptada en el Padrón de Posgrados de Excelencia del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). La maestría se organizó considerando materias comunes y tres líneas de especialización: apicultura, manejo de fauna y agroforestería. La línea de agroforestería consideraba los siguientes cursos: diagnóstico y diseño de sistemas agroforestales, interacciones en sistemas agroforestales y evaluación de sistemas agroforestales (Jiménez-Osornio, 1994). Esta maestría funcionó hasta 2004, cuando se decidió reestructurar el programa. Egresaron treinta estudiantes que siguieron la especialización en agroforestería. En el plan académico más reciente, se ofrece desde su inicio el curso de Diseño, establecimiento, manejo y evaluación de sistemas agroforestales, que se ha impartido todos los años. Adicionalmente, también se oferta la optativa de Sistemas silvopastoriles.

En 1995 la Pastoral de la Tierra de la Arquidiócesis de Yucatán en conjunto con el Centro Regional de la Universidad Autónoma Chapingo de la Península de Yucatán (CRUPY) y el Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales de la UADY desarrollaron el currículum de la Escuela de Agricultura Ecológica U Yits Ka'an que inició sus cursos en 1996 (Jiménez-Osornio et al. 1998). La escuela inició con tres ejes de capacitación: 1) agricultura ecológica, 2) salud y alimentación y, 3) espiritualidad y cultura indígena. Uno de los cursos del eje de agricultura ecológica fue Sistemas agroforestales, que se impartió durante catorce años (Jiménez-Osornio y López, 1999).

Por otra parte, el CRUPY inició la carrera de Ingeniero en Desarrollo Agroforestal en 2014. Aún no hay egresados, pero actualmente la cursan un total de 63 estudiantes de 16 estados, la mayoría de la región sureste de México.

En el 2006 se constituyó la Asociación Regional de Agrosilvicultores del Sur de Yucatán Nukuch K'áax, asociación civil que actualmente se encuentra integrada por 32 ejidos, 5 pequeños propietarios y 3 grupos de mujeres organizadas.⁵

5 <http://www.nukuchkaax.org.mx/nosotros>

Difusión de la agroforestería en Yucatán

Lo que se ha realizado en Yucatán ha tenido poca difusión y divulgación. Los materiales de capacitación, divulgación y difusión son poco conocidos en el estado, y, además, se han distribuido de forma muy limitada. Para dar a conocer los nuevos resultados que se están obteniendo en la agroforestería, es necesario empezar a considerar el uso y acceso a las nuevas y más modernas técnicas de difusión de la información. Con lo anterior, se intenta contribuir al desarrollo de los SAF en otras regiones del país y su promoción a nivel institucional.

El concepto de *difusión* involucra un proceso mediante el cual una *innovación* se comunica a través de ciertos canales de comunicación en el tiempo y entre los miembros de un sistema social. Mientras que una *innovación* es la generación de una idea, práctica u objeto nuevo que permite la resolución de problemas y la transformación del entorno. El proceso de difusión de una innovación no se limita por el tipo de esta, por el tipo de adoptantes o por el tipo de lugar (cultura); sin embargo, el acceso a la información es el factor que condicionará la decisión de adoptar o rechazar la innovación (Valente y Rogers, 1995; Glendinning et al. 2001; Murray, 2009; Martínez, 2016).

¿Por qué difundir la agroforestería?

La agroforestería es una forma de uso del suelo multifuncional. Los sistemas agroforestales (SAF) proporcionan alimentos, fibras, herramientas y diversos servicios ambientales (p.e., captura de carbono, favorecimiento de la infiltración, control de la erosión eólica, etc.), promueven la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad y de la vida silvestre, y la conservación del patrimonio biocultural. Adicionalmente, proporcionan servicios recreativos que los productores les proporcionan a sus familiares o al público con o sin fines de lucro (p.e., cabalgatas, campamentos, caminatas, etc.) (Brookfield y Stocking, 1999; Boege, 2008; Barbieri y Valdivia, 2009; Barbieri y Valdivia, 2010; Moreno-Calles et al. 2013b).

A pesar de que la agroforestería es una práctica ancestral, ha resurgido como una alternativa a los modelos convencionales de una agricultura simplista; y es así como la agroforestería se convierte en una innovación actualmente. No obstante, para que la agroforestería sea considerada como una innovación, esta debe ser apropiadamente difundida, comprendida y adoptada en cada contexto local (Valente y Rogers, 1995).

Hasta la fecha, la difusión de los SAF en Yucatán se ha limitado a los esfuerzos realizados a través de proyectos universitarios financiados por fundaciones privadas como Fundación Ford y Fundación Rockefeller, mientras que las instituciones de gobierno han hecho presencia con la intervención de Conafor, Semarnat e INIFAP mediante programas de apoyo al campo como Procampo, Prgran y ProÁrbol.

Hacer una difusión eficaz de la agroforestería

El gran desafío para la difusión agroforestal es realizar acciones multisectoriales en las que participen: productores, organizaciones de la sociedad civil, instituciones académicas y agencias gubernamentales con objetivos comunes como lograr seguridad y soberanía alimentaria a través de los SAF. Para los investigadores resulta difícil comunicar sus hallazgos, avances, fallas y propuestas a la comunidad no-científica. El principal obstáculo es la difusión y divulgación de sus resultados de forma clara y accesible para una audiencia heterogénea no especializada (Murray, 2009).

Por ejemplo, en ocasiones la difusión deficiente de algunos programas provoca que la información que llega a los productores no solo sea escasa sino muy confusa (Röling, Ascroft y Chege, 1976). En este sentido, los resultados de la investigación difícilmente serán utilizados e incluso pasarán inadvertidos, contribuyendo así a la brecha entre la comunidad científica y el público en general (Murray, 2009).

Pese a los logros alcanzados por las instituciones académicas y gubernamentales mencionadas anteriormente, la desaparición del ICRAF a finales de 1999 en Yucatán dejó una brecha considerable en la investigación agroforestal de la península (Racelis, 2003). Por un lado, el material de difusión concentrado en manuales, reportes y folletos quedaron en manos de pocas personas y, por otro lado, se debilitó el seguimiento de las investigaciones posteriores quedando incomunicadas entre sí.

Actualmente, en Yucatán, aún existen deficiencias en el proceso de difusión, extensión y adopción de los SAF (conversación personal con el Dr. Juan Jiménez Osornio del Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, UADY). Tanto el proceso de difusión y divulgación como los materiales de capacitación, divulgación y difusión son poco conocidos y se han distribuido de forma muy limitada. Muchos de los trabajos se han quedado solo en las bibliotecas como tesis o en los archivos de instituciones como informes de trabajo.

En vista de lo anterior, es muy importante reunir y sistematizar las experiencias que se iniciaron hace 20 años en la península (Racelis, 2003) y que aún continúan. A partir de ello, retomar los resultados y experiencias que se tienen para divulgarlos de forma apropiada entre los productores y la sociedad en general.

El proceso de difusión

Sin lugar a dudas, es útil resaltar la necesidad de un proceso adecuado de difusión considerando la heterogeneidad de audiencias (comunidades indígenas, agentes guber-

naméntales), el acceso y uso de técnicas modernas de difusión de la información. Los aspectos anteriores deberán permitir dar a conocer los resultados que se están obteniendo en la agroforestería y contribuir en el desarrollo de estos sistemas en otras regiones. Además, al tratarse de agroecosistemas planificados a largo plazo se requiere de una sistematización del proceso de difusión y adopción en la que los productores participen.

Para comenzar la incursión en la difusión agroforestal mediante técnicas modernas –considerando la práctica de la agroforestería como una innovación– debe tenerse en mente que no se trata solamente de producir dispositivos tecnológicos, sino de impulsar la innovación en tecnologías de bajo costo, fácil adopción, adecuadas a problemáticas y contextos específicos, de bajo impacto ambiental y de amplio impacto social (Martínez, 2016). De lo contrario, la difusión inapropiada –o la imposición– de una innovación creará una mala imagen y generará resistencia a la adopción o mal uso de la innovación, además de entorpecer el camino a los futuros extensionistas (Ortiz y Masera, 2014).

Una difusión efectiva requiere identificar las principales limitaciones a las que se enfrentan los extensionistas agroforestales en las zonas rurales, tales son: la falta de conocimiento, la falta de acceso a información confiable y actual, la organización inadecuada entre agricultores, objetivos y metodologías no compatibles, las amplias brechas de comunicación entre los investigadores y los agricultores, los canales de comunicación no coordinados, los procedimientos complejos, los conceptos de investigación mal definidos y carentes de claridad para su la aplicación, las consecuencias imprevistas e indeseables (Scherr, 1992; Prins, 1999; Glendinning et al. 2001; Murray, 2009; Adolwa et al. 2012; Place et al. 2012).

Una vez identificadas las limitaciones, el proceso de difusión tendrá que concentrarse en impulsar el proceso educativo a largo plazo buscando más integración con el sistema educativo rural; en la construcción de sistemas de información y capacitación que permitan al pequeño productor mantenerse al día en cuanto a conocimientos e información técnica, de mercado y de políticas agrarias; así también en reorientar la extensión del productor individual hacia la capacidad de organización entre productores formando grupos de intercambio e interaprendizaje; y en promover el encuentro entre los tipos de redes –campesinas e institucionales– para que sean compatibles y cada una agregue valor a la otra (Prins, 1999; Arze, 2002).

Por último, el proceso de difusión no culmina con la aceptación de una innovación. La adopción es el último paso del proceso de difusión de una innovación. Esta ocurre cuando la innovación o tecnología se convierte en parte de la cotidianidad del usuario, la pone en práctica y la incorpora a las rutinas típicas, por consiguiente, los beneficios se reflejan en la calidad de vida. Por ello, el monitoreo es un aspecto clave para garantizar los beneficios sociales y ambientales (Murray, 2009; Ortiz y Masera, 2014). De lo contrario, se corre el riesgo de abandono de la innovación y toda la difusión e inversión resultaría infructífero generando una percepción negativa sobre ellas y obstaculizando futuras intervenciones (Ortiz y Masera, 2014).

La Teoría de la Adopción examina al individuo y las opciones que tiene para aceptar o rechazar una innovación en particular; aquí la información reduce la incertidumbre sobre las ventajas y desventajas de una nueva práctica (Glendinning et al. 2001; Adolwa et al. 2012).

Uso de canales de comunicación en zonas rurales

Los canales de comunicación juegan uno de los papeles más importantes en la difusión eficaz de la agroforestería, ya que estos son las herramientas estratégicas para el acercamiento con los agricultores. Según la etapa del proceso de difusión se irán diversificando los canales de comunicación y de acuerdo con el grupo objetivo se seleccionarán los más adecuados.

En primer lugar, tanto las fuentes de información como los canales de comunicación deben ser creíbles, confiables y, sobre todo, familiares para el agricultor antes de usarlos. Estos deben adaptarse al mensaje que se quiere transmitir, a un público objetivo y al entorno socioeconómico. No hay una fuente mejor que otra, por lo que se recomienda usar una combinación tanto de fuentes como de canales de comunicación (Glendinning et al. 2001; Opara, 2008).

En las zonas rurales, las fuentes de información sobre temas agrícolas incluyen a las instituciones de investigación agrícola, instituciones de aprendizaje, organizaciones comunitarias, sitios web, organizaciones no gubernamentales, iglesias, administración provincial, empresas agrícolas, extensionistas y agrocomerciantes, entre otros (Adolwa et al. 2012). En cuanto a los canales de comunicación, existe una gama aún mayor (Cuadro 1). Estos deben ser elegidos estratégicamente para alcanzar a la audiencia deseada (p.e., agricultores de mayor edad); esto incluye identificar cuáles son las fuentes y canales de información que utilizan los usuarios, cuáles son los preferidos por ellos y cuáles están disponibles para ellos (Opara, 2008; Murray, 2009).

Los canales de comunicación deberán elegirse de acuerdo a los factores socioeconómicos (p.e. niveles de alfabetismo), la tipología y heterogeneidad de agricultores (p.e. personalidad y actitud hacia lo nuevo), los canales de comunicación preferidos, el acceso a ellos y el grado de demanda de información. La correcta selección de los canales de comunicación favorecerá la promoción de nuevas prácticas agroforestales, ideas y tecnologías, tanto a los políticos como a los agricultores. Además, estimularía el interés y la conciencia sobre la agroforestería; de lo contrario, un canal inadecuado se tornará en un obstáculo para la difusión (Glendinning et al. 2001; Opara, 2008; Murray, 2009; Adolwa et al. 2012).

Particularmente, los canales interpersonales (Cuadro 1) operan a nivel individual y en pequeños grupos, en las comunidades indígenas estos canales son los medios de co-

municación que se utilizan principalmente. También son más influyentes en la toma de decisiones, ya que involucran a compañeros agricultores y otros grupos poniendo en práctica una comunicación bilateral, por lo que pueden acelerar o frenar el proceso de difusión de información (Glendinning et al. 2001; Opara, 2008; Murray, 2009).

Es fundamental tener en mente que la verdadera eficacia de los canales de información yace en la combinación de estos, ya sea al mismo tiempo o en diferentes etapas del desarrollo del proyecto (Prins, 1999; Opara, 2008; Adolwa et al. 2012).

Aprendiendo del pasado

La Revolución Verde (RV) fue el producto de los primeros intentos de la difusión agrícola. El esquema clásico de extensión estadounidense que se origina con la Revolución Verde fue adoptado en la mayor parte de países latinoamericanos sin pasar por un proceso de consulta y adaptación local (Sánchez y Gavira, 2000). Los efectos de la RV no tardaron en manifestarse sobre América Latina. A comienzos de los años noventa, la extensión tradicional que promovía una homogeneización en la agricultura entró súbitamente en crisis al no ser capaz de responder a las múltiples demandas que surgieron a partir de la globalización y diversificación de los mercados, la descentralización de la toma de decisiones, las exigencias específicas de la sostenibilidad y el desarrollo social. Además, el mundo rural había asumido características múltiples, complejas y mayor demanda por conocimientos nuevos; por lo que la extensión agrícola no pudo ajustarse a dichas necesidades al ser inflexible, excesivamente técnica y con tecnologías rígidas (Arze, 2002).

En vista de los efectos negativos de la RV, los sociólogos rurales dirigieron su atención hacia la búsqueda de soluciones a la crisis causada por la sobreproducción agrícola y sobre los nuevos problemas ambientales (Valente y Rogers, 1995); la investigación en difusión contempló innovaciones relacionadas con la conservación y la ecología, desarrollando una metodología y marco conceptual que incluía un diseño experimental de campo (p.e., proyectos piloto) y la medición del impacto de los programas de desarrollo (p.e., encuestas) (Röling et al. 1976; Valente y Rogers, 1995). Por consiguiente, los resultados de la investigación en difusión de innovaciones y tecnologías ha sistematizado el proceso de difusión en zonas rurales, las cuales resultan óptimas y recomendables para aquellos que se incursionen en el desarrollo agroforestal (Cuadro 2).

Los agentes de cambio o facilitadores son necesarios en las actividades agroforestales. Estos precisan estar bien capacitados para identificar una necesidad de cambio, establecer una relación de intercambio de información, diagnosticar posibles problemas de adopción, crear la intención de cambiar en los adoptantes, traducir la intención en acción, estabilizar la adopción previniendo las interrupciones, y lograr una relación final (Scherr, 1992; Baig et al. 2005). Además de conocimientos, deberán desarrollar habilidades para

promover: organización, intercambio de ideas y adopción de tecnologías entre los agricultores para manejar los sistemas agroforestales (Scherr, 1992; Glendinning et al. 2001).

En vista de la lección aprendida, a los investigadores, extensionistas y comunicólogos en agroforestería queda por preguntar ¿la difusión eficaz de los SAF puede redirigir el camino hacia el desarrollo sustentable? Si es así, entonces ¿cuáles son los canales de comunicación con mayor probabilidad de llegar a los tomadores de decisiones?, ¿cuáles son los canales más persuasivos, preferidos y adecuados para una población rural heterogénea?, ¿cuáles son las fuentes de información más confiables para los agricultores y qué tipo de información es más relevante para decidir adoptar una innovación agroforestal?

Acciones recomendadas

La promoción de la agroforestería requiere de un mayor reconocimiento político y una adecuada política de información y extensión para impulsar el desarrollo rural (Glendinning et al. 2001).

Se han agrupado diversas recomendaciones (Cuadro 3) dirigidas a fortalecer la vinculación entre la investigación científica, las políticas públicas, la actividad industrial y los conocimientos locales. El objetivo es realizar acciones conjuntas para generar y mantener bases de datos actualizadas, sistematizar y dar seguimiento a los SAF, y divulgar las ventajas de este tipo de agroecosistemas.

Este listado ofrece acciones destinadas a construir la conciencia de una sociedad mexicana heterogénea, plural e incluyente, que se preocupe por la apropiación de conocimientos, por la democratización de la ciencia-tecnología y de los problemas comunes; en lugar de la pérdida y falta de reconocimiento del conocimiento rural-indígena (Ortiz y Masera, 2014; Martínez 2016).

Consideraciones finales

En las zonas rurales, en especial en las comunidades habitadas aún por los pueblos originarios, la transmisión de conocimientos es la vía oral. Lo anterior representa hoy en día una amenaza al conocimiento tradicional del campo mexicano, pues los jóvenes están abandonando el campo, las lenguas indígenas se están perdiendo, y comienza una era de cambio acelerado debido a la modernización y globalización. Estos factores rompen con la cadena tradicional de transmisión de conocimientos, por lo tanto, los esfuerzos de difusión deben ser canalizados como apoyo a la conservación de los SAF y la cultura de las comunidades mayas.

Se hace especial énfasis en un adecuado proceso de difusión –de cualquier innovación que se quiera incorporar a los sistemas rurales– para evitar consecuencias desfavorables

similares a los de la Revolución Verde. En Yucatán, haciendo frente a la agricultura convencional, la práctica de los SAF puede ser considerada como una innovación que ha sido adaptada y adoptada a contextos socioculturales actuales dentro de las comunidades mayas yucatecas. Sin embargo, la motivación por hacer extensiva y comprensiva su difusión radica en el incremento de las amenazas contra los conocimientos tradicionales.

El ejercicio de la difusión de los se está convirtiendo en una prioridad nacional para los investigadores en el área, y debería de serlo para los responsables políticos. Este ejercicio debe fortalecerse para transmitir y dar a conocer el gran valor y las múltiples ventajas de estos sistemas para la sociedad mexicana y para el mundo. Su difusión tiene que estar dirigida a una audiencia amplia que incluya toda la diversidad de públicos: pueblos originarios, instituciones académicas, instituciones gubernamentales y el público en general.

Hasta este punto, antes de iniciar cualquier proceso de difusión se recomienda tomar el tiempo necesario para analizar “¿cuál es el mensaje?” y “¿a quién va dirigido?”. Sobre este planteamiento se puede identificar y caracterizar la audiencia o diversidad de audiencias. Así, conociendo la audiencia, podremos elegir de manera acertada los mejores canales de comunicación y garantizar que nuestro mensaje llegará de manera efectiva.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo a la Red Temática de Sistemas Agroforestales de México, al Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales de la UADY.

Bibliografía

- Adolwa, I. S., Okoth, P. F., Mulwa, R. M., Esilaba, A. O., Mairura, F. S., y Nambiro, E. (2012). Analysis of communication and dissemination channels influencing the adoption of integrated soil fertility management in western Kenya. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 18, 71-86.
- Arze, J. B. (2002). El sistema de conocimiento como herramienta para integrar y modernizar la transferencia en agroforestería. Intensificación de la ganadería en Centroamérica. FAO. En C. Pomareda y H. Steinfeld (eds.). *Seminario Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: Beneficios Económicos y Ambientales*. 1999. San José, Costa Rica.
- Ávila, M. (1994). *Annual Report: ICRAF-Mexico Collaborative Project "Agroforestry research to develop sustainable agriculture in the forest buffer zone of south-east Mexico"*. Mérida, México: ICRAF.
- Bacab, H. M., Madera, N. B., Solorio, F. J., Vera, F., y Marrufo, D. F. (2013). Los sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala*: una opción para la ganadería tropical. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/837/83728497006/>
- Baig, M. B., Straquadine, G. S., Whiteman, M. R., y Naem, M. A. (2005). Continuing Education Article Assessing Probable Success: Applying Rogers "Diffusion of Innovations" Theory to Agroforestry. *International Journal of Agriculture and Biology*, 7, 1040-1043.
- Barbieri, C., y Valdivia, C. (2009). Recreational Multifunctionality and its implications for agroforestry. En M. A. Gold y M. M. Hall (eds.). *Agroforestry Comes of Age: Putting Science into Practice, Proceedings. 11th North American Agroforestry Conference*. Columbia, Missouri.
- Barbieri, C., y Valdivia, C. (2010). Recreational multifunctionality and its implications for agroforestry diffusion. *Agroforestry Systems*, 79, 5-18.
- Boege, S. E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas*. México: INAH / Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Brookfield, H., y Stocking, M. (1999). Agrodiversity: definition, description and design. *Global Environmental Change*, 9, 77-80.
- Campos, B., Simeí, M., Jiménez-Osornio, J. J., y Barrientos, M. (2015). Análisis dasométrico de plantaciones de ciricote (*Cordia dodecandra* A. DC.) bajo tres tipos de manejo en Xmatkuil, Yucatán. *Madera y bosques*, 21, 47-54.
- Cárdenas, C., y Duarte, C. (2010). *Etnografía audiovisual: Instrumento para la divulgación de un conocimiento y técnica de investigación social*. Bogotá. Manuscrito inédito.
- Castrí, F., Celecia, J., y Hadley, M. (1983). From research to communication in agroforestry: Some insights from the MAB Programme. *Agroforestry Systems*, 1, 189-203.
- Faust, B. B., y Gabriel, M. (2015). Cambios recientes en el manejo agroforestal y los saberes ambientales mayas en Pich, Campeche. En B. B. Faust y W. J. Folan (eds.). *Pasos largos al futuro: La Resiliencia Socio-Ecológica de los Mayas de Campeche en relación a los cambios climáticos*, (pp. 147-170). Campeche, México: Publicaciones de la Universidad Autónoma de Campeche.
- Flores-Guido, S., Tuin-Garrido, J., Ortiz-Días, J. J., y Kantun-Balam, J. (2010). *Plantas usadas en cercas vivas en la Península de Yucatán*. Mérida, México: Universidad Autónoma de Yucatán
- Glendinning, A., Mahapatra, A., y Mitchell, C. P. (2001). Modes of communication and effectiveness of agroforestry extension in eastern India. *Human Ecology*, 29, 283-305.
- Gómez-Pompa, A., Flores, J. S., y Sosa, V. (1987). The "Pet Kot": a man-made tropical forest of the Maya. *Interciencia*, 12, 10-15.
- Gómez-Pompa, A., Flores, J. S., y Fernández, M. A. (1990). The sacred cacao groves of the Maya. *Latin American Antiquity*, 1, 247-257.
- Jiménez-Osornio, J. J. (1994). The Management and Conservation of Tropical Natural Resources Program at the Autonomous University of Yucatan, Mexico. *Agroforestry Systems*, 28, 77-83.
- Jiménez-Osornio, J. J., Romero, S. A., y Mendoza, H. (1998). U Yits Ka'an: una experiencia de aprendizaje conjunto. *Red de Gestión de Recursos Naturales*, 13, 49-55.
- Jiménez-Osornio, J. J., y López, P. A. (1999). La escuela de agricultura ecológica U Yits Ka'an. *Red de Gestión de Recursos Naturales*, 17, 32-36.
- Jiménez-Osornio, J. J., y Rorive, V. M. (coords.). (1991). *Los camellones y chinampas tropicales*. Mérida, México: Universidad Autónoma de Yucatán.

- Licona-Vargas, A. L. (2015). Enseñanza, investigación y difusión de la agroforestería en el Departamento de Agroecología de la Universidad Autónoma Chapingo, México. En S. J. Sarandón y E. A. Abbona (comps.), *V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA*. La Plata, Argentina. Consultado el 23 de junio del 2017. Recuperado de <http://memoriasocla.agro.unlp.edu.ar/pdf/B5-483.pdf>
- Marney, E. I., Erickson, B., Quashie-Sam, S., y Timmer, V. (2007). Transfer of knowledge on agroforestry management practices: the structure of farmer advice networks. *Ecology and Society*, 12, 32-44.
- Martínez, M. C. G. (2016). Reseña: Hacia un modelo intercultural de sociedad del conocimiento en México. *Trilogía Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 8, 151-155.
- Montes del Castillo, A. (2001). Films etnográficos. La construcción audiovisual de las "otras culturas". *Comunicar*, 16, 79-87.
- Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Toledo, V. M., y Vallejo-Ramos, M. (comps.). (2016). *Etnoagroforestería en México*. Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moreno-Calles, A. I., Ramos, M. V., Casas, A., y Blancas, J. J. (2013a). Los sistemas agroforestales tradicionales del valle de Tehuacán y su diversidad biocultural. *Revista Ciencias*, 111, 42-49.
- Moreno-Calles, A. I., Toledo, V. M., y Casas, A. (2013b). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91, 375-398.
- Murray, C. E. (2009). Diffusion of innovation theory: A bridge for the research-practice gap in counseling. *Journal of Counseling and Development*, 87, 108-116.
- Nair, P. K. R. (1993). *An Introduction to Agroforestry*. Dordrecht, Países Bajos: Kluwer Academic Publishers.
- Opara, U. N. (2008). Agricultural information sources used by farmers in Imo State, Nigeria. *Information Development*, 24, 289-295.
- Ortega, R. L., Rivas, P. F., Castillo, H. J., Moguel, Y., y Rojas, O. (1999). Módulo silvopastoril San José Kuche, Mocochoá, Yucatán. *Red de Gestión de Recursos Naturales*, 15, 47-52
- Ortiz, J. A., y Masera, O. R. (2014). Innovación tecnológica, difusión y apropiación social de ecotecnologías como alternativas para el desarrollo rural. En L. Olivé y L. Lazos (coords.). *Hacia un modelo intercultural de sociedad del conocimiento en México*. Universidad Nacional Autónoma de México, (pp. 121-136). México: UNAM.
- Padilla-Vega, J., Jiménez-Osornio, J. J., y Estrada-Medina, H. (2015). Análisis de la estructura vegetal de huertas frutícolas del sur de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6, 1443-1454.
- Place, F., Ajayi, O. C., Torquebiau, E., Detlefsen, G., Gauthier, M., y Buttoud, G. (2012). Improved policies for facilitating the adoption of agroforestry. En M. Kaonga (ed.). *Agroforestry for Biodiversity and Ecosystem Services*, (pp. 113-128). Londres: InTech. Recuperado de <http://www.intechopen.com/books/agroforestry-for-biodiversity-and-ecosystem-services-science-and-practice/improved-policies-for-facilitating-the-adoption-of-agroforestry>
- Prins, K. (1999). Rutas y redes de la extensión. *Agroforestería en las Américas*, 6, 21-25.
- Racelis, A. E. (2003). *Politics, pests and unplanned biodiversity: interactions between social and ecological dimensions of the agroforestry projects of Central Quintana Roo*. Tesis de maestría. Florida International University.
- Röling, N. G., Ascroft, J., y Chege, F. W. (1976). The diffusion of innovations and the issue of equity in rural development. *Communication Research*, 3, 155-170.
- Sánchez, M. D., y Gavira, L. (2000). La cooperación interinstitucional para la investigación, extensión y comunicación en ganadería y medio ambiente. En C. Pomareda y H. Steinfeld (eds.). *Seminario Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: Beneficios Económicos y Ambientales*. Turrialba, Costa Rica.
- Sánchez-Sánchez, O. M., Valdés, O. A., y Sánchez, D. E. (2015). Ecología y etnobotánica de *Jatropha curcas* L. no tóxica. En F. J. Osuna-Canizalez, C. J. Atkinson, J. M. P. Vázquez-Alvarado, E. J. Barrios-Gómez, M. Hernández-Arenas, S. E. Rangel-Estrada y E. Cruz-Cruz (coords.). Estado del arte en la ciencia y tecnología para la producción y procesamiento de *Jatropha* no tóxica. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación / Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias / Centro de Investigación Regional Pacífico Sur / Campo Experimental Zacatepec.
- Scherr, S. J. (1992). The role of extension in agroforestry development: evidence from western Kenya. *Agroforestry Systems*, 18, 47-68.
- Vail, G. (2009). Cacao use in Yucatán among the Pre-Hispanic Maya. En L. E. Grivetti y H. Y. Shapiro (eds.). *Chocolate: History, culture, and heritage*, (pp 3-15). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Valente, T. W., y Rogers, E. M. (1995). The origins and development of the diffusion of innovations paradigm as an example of scientific growth. *Science Communication*, 16, 242-273.

Figura 1. Regiones prioritarias para investigación ICRAF-México (Fuente: Ávila, 1994)



Cuadro 1. Canales de comunicación comúnmente usados con agricultores en zonas rurales

CANALES DE COMUNICACIÓN EN ZONAS RURALES		Ventaja	Limitantes
CANALES DE MEDIO DE COMUNICACIÓN	Impresos	<p>Periódicos</p> <p>Folleto</p> <p>Boletines</p> <p>Calendarios</p> <p>Carteles</p> <p>Trípticos</p>	<p>Son de naturaleza dispersa. Solo permiten la transmisión unidireccional de mensajes. No hay retroalimentación o interacción entre remitente y receptor. Se requiere cierto nivel de alfabetización. En el caso del periódico debe pagarse. El reto de descifrar la información de un folleto o incluso de un taller. A veces resultan incomprensibles.</p>
	DIFUSIÓN Unidireccional	<p>Masas</p> <p>Radio</p> <p>Televisión</p>	<p>La televisión es más cara para los agricultores más pobres. Mayores barreras lingüísticas y de analfabetismo. Tienen limitaciones en su naturaleza monológica. No permite mucha interacción entre el presentador y los agricultores. La televisión está condicionada por el acceso a electricidad.</p>
COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN	Audiovisuales	<p>Video-documentales</p> <p>Películas</p> <p>Teléfonos móviles</p> <p>Diapositivas</p> <p>Fotografías</p> <p>Discos compactos</p>	<p>Estos representan mayores costos. Más infraestructura. Relativa complejidad de uso.</p>
		<p>Asociado a la situación socioeconómica del agricultor. Para quienes pueden pagarlo y leerlo. Carteles con fotografías y dibujos son más atractivos y relevantes. Agricultores que leen son considerados progresistas y son quienes tienen una mayor participación en los proyectos y mayor disposición a las innovaciones.</p> <p>La radio es el canal más adecuado para la difusión de información entre las poblaciones rurales aisladas y donde la electricidad es una limitante. Es un medio eficaz y rentable al llegar a una audiencia bastante amplia en un corto período de tiempo y a intervalos regulares. Transmite mensajes o noticias rápidamente. Eficaz en las zonas rurales no alfabetizadas. La radio es portátil y estimula la imaginación. La radio se convierte en el Internet Campesino.</p> <p>Cuentan los hechos con imágenes y sonidos. Implica un hincapié en el encuentro entre realizador y espectador. Las imágenes poseen un valor socio-antropológico que cobra entidad como documento histórico. Fotografías e ilustraciones tienen potencialidad informativa mayor a un inmanejable volumen de datos. Cámara participante y dialógica. La cámara se comparte como herramienta de comunicación. Videos etnográficos como instrumento didáctico y una forma de construir la diversidad.</p>	

CANALES INTERPERSONALES **Ventajas**

Limitantes

Comunitarios o Cosmopolitas	<p>Demosttraciones</p> <p>Días de campo</p> <p>Redes sociales</p> <p>Ferias</p> <p>Escuelas de campo para agricultores</p> <p>Capacitación de agricultor-agricultor</p> <p>Discusiones de grupo</p> <p>Reuniones</p> <p>Exposiciones</p>	<p>Vinculan a los usuarios con fuentes externas al sistema social local (extensionistas).</p> <p>Intercambian productos, información, ideas, puntos de vista y experiencias sobre innovaciones campesinas.</p> <p>Migración campesina estacional aporta nuevas prácticas e ideas de otros lugares.</p> <p>Útil cuando la información de las instituciones oficiales no llega de manera adecuada.</p> <p>Redes informales dentro de la comunidad se encargan de comunicar la información necesaria a aquellos agricultores que no pueden acceder a información de fuentes externas.</p>	<p>Carencia en infraestructura (biblioteca, internet, computadoras, salas, etc.).</p> <p>Distancia entre el centro y las comunidades.</p> <p>Factores limitantes como el tiempo, espacio, recursos humanos, presupuesto, calidad en la capacitación, primera impresión del presentador, diferencias de pensamiento, distancia del punto de reunión, escepticismo, sesgo en selección del grupo, falta de difusión, etc.</p>
-----------------------------	--	--	---

COMUNICACIÓN Bidireccional

Locales	<p>Canciones</p> <p>Poemas</p> <p>Danzas</p> <p>Dramas</p> <p>Intercambio con vecinos, parientes y amigos o compañeros.</p>	<p>Los vecinos son la primera o única fuente de información y exposición a nuevas prácticas.</p> <p>Permiten que las comunidades alejadas envíen y reciban mensajes del exterior.</p> <p>El diálogo o la simple observación con un mínimo intercambio verbal, hace que el interés por la agroforestería de algunos agricultores promuevan la participación de los vecinos.</p> <p>La imitación a nivel local puede ser central para el movimiento de la información en las comunidades rurales.</p> <p>Los agricultores migrantes traen nueva información externa y promueven vínculos de conocimiento dentro del grupo aislado.</p> <p>Los agricultores migrantes son un puente-vector del conocimiento introduciéndolo y adaptándolo al nuevo entorno.</p>	<p>Más sesgados.</p> <p>No pueden ser transmitidos a largas distancias.</p> <p>Permanecen dentro de las fronteras de una comunidad en particular.</p> <p>Tienen un contacto mínimo con el mundo exterior.</p> <p>Están expuestos a muchas y muy distintas fuentes de información y en ocasiones los mensajes emitidos llegan a contradecirse (p.e. organizaciones que buscan impulsar la agricultura orgánica vs las compañías que venden agroquímicos).</p>
---------	---	--	--

Fuentes: Castri et al. 1983; Prins, 1999; Glendinning et al. 2001; Montes del Castillo, 2001; Marney, Erickson, Quasije-Sam y Timmer, 2007; Opara, 2008; Cárdenas y Duarte, 2010; Adolwa et al. 2012.

Cuadro 2. Sistematización del proceso de difusión que determina la adopción de innovaciones en zonas rurales

ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA DIFUSIÓN		PASOS	ETAPAS DEL PROCESO DE INNOVACIÓN
<i>El agente de cambio</i>	Los profesionales y extensionistas que buscan implementar las políticas y fomentar la adopción de innovaciones (p. e., esquemas agroforestales).		
<i>La innovación</i>	El proceso por el cual se crean o desarrollan nuevas ideas que se recomiendan para la adopción.		
<i>Los canales de comunicación</i>	El proceso por el cual se utilizan métodos y enfoques para informar a los miembros de un sistema social las nuevas ideas.	1. Identificar previamente las características de la población objetivo (diversidad de audiencias) 2. Adaptarlo a las necesidades del contexto local	4. Conocimiento 5. Interés 6. Evaluación 7. Ensayo 8. Adopción
<i>El sistema social</i>	Líderes de opinión que son adoptantes, cuyo juicio es de confianza y opiniones se buscan a menudo, a otros miembros de la sociedad que adoptan o rechazan la innovación a diferentes ritmos, y los cambios que ocurren dentro del sistema social como resultado de la adopción o el rechazo.	3. Prever adversidades	

Fuentes: Valente y Rogers, 1995; Baig et al. 2005; Murray, 2009.

Cuadro 3. Acciones recomendadas para garantizar el éxito de la difusión agroforestal

-
- Fortalecer las interacciones entre los agricultores bajo el enfoque de productor a productor
 - Capacitación para trabajar con poblaciones locales y ejercer prácticas de asesoramiento basadas en la evidencia y validación de resultados para establecer la credibilidad y eficacia en las intervenciones con comunidades rurales
 - Facilitar al usuario el acceso a herramientas modernas, recursos, fuentes de información y canales de comunicación que sean inteligibles y significativos para resolver de manera autónoma sus necesidades prioritarias
 - Impulsar tecnologías de bajo costo, fácil adopción, adecuadas a problemáticas reales y contextos específicos
 - Tomar en cuenta el contexto intercultural, la diversidad lingüística y la diversidad de conocimientos tradicionales de México para generar tecnologías de alto impacto social y bajo impacto ambiental
 - Diseñar un plan de extensión agroforestal compatible con las necesidades percibidas en cada comunidad rural, incluyendo medios y mensajes adecuados que permitan la difusión y comunicación bidireccional entre los agricultores y los extensionistas. Una extensión basada en el diálogo de saberes
 - Integrar objetivos medioambientales en las innovaciones agroforestales y fortalecerlas con la capacidad de pruebas, demostración, adaptación y difusión
 - Vincular de manera efectiva a los actores interesados para implementar un sistema óptimo de comunicación y de información rural, tales son: instituciones, organismos de desarrollo, universidades, centros de investigación, agencias de extensión, organismos privados y no gubernamentales, organizaciones indígenas y de productores, así como de espacios de investigación inter y transdisciplinaria
 - Fomentar la participación ciudadana, mejorar la capacitación, promover encuentros para el intercambio de experiencias, la transferencia de conocimientos y de tecnología
 - Formación en estrategias para traducir los resultados de la investigación de manera clara, comprensible y pertinente para su práctica
 - Fortalecer el ejercicio del diseño conjunto de políticas incluyentes y más coherentes con el contexto bio-cultural nacional, mediante procesos interactivos de ajuste y ejecución de las mismas
 - Desarrollar una base teórica sustentada por un marco conceptual que facilite la orientación práctica y favorezca la fusión de distintas áreas de conocimiento, tanto científico como empírico
 - Crear instituciones especializadas en investigación agroforestal
 - Incrementar la cooperación entre científicos investigadores, educadores y especialistas en comunicaciones y diseño gráfico
 - Diseñar canales más flexibles de comunicación en agroforestería
-

Fuentes: Castri et al. 1983; Scherr, 1992; Sánchez y Gavira 2000; Glendinning et al. 2001; Baig et al. 2005; Opara, 2008; Murray, 2009; Moreno et al. 2013a; Ortiz y Maser, 2014; Martínez, 2016.

Sección VII
**Incidencia
en la Política Pública
y la Gobernanza
de los Territorios, Regiones
y Sistemas Agroforestales
de México**

Jesús Juan Rosales Adame
Centro Universitario de la Costa Sur-Universidad de Guadalajara
Coordinador

7.1 La transdisciplina en sistemas agroforestales: el punto de vista de Café in Red

Armando Contreras Hernández¹
Correo de contacto: armando.contreras@inecol.mx

Resumen

El trabajo presenta un modelo de investigación-acción en red para los sistemas de producción de café que se cultivan bajo la sombra de los árboles. Café In Red tiene seis líneas de ejecución: Sistema de inteligencia, Servicios ambientales y protección del medio, Sistemas agroforestales, Cadenas productivas de café, Desarrollo empresarial y Cultura cafetalera. El cafetal es diseñado por indígenas y campesinos con distintos modos de vida, unidades de producción y culturas. Después de los cereales, el café es el producto agrícola más importante en las transacciones comerciales y el *commodity* de mayor renta en el mundo. Los temas de investigación en Café In Red fueron reflexionados y ejecutados con métodos participativos en las unidades de producción, al interior de organizaciones y se valoraron las intervenciones regionales. Los grupos avanzaron en diálogo permanente, con un método de planeación, seguimiento y evaluación. Fue un acercamiento de diez instituciones académicas. La red estuvo formada, en el periodo

¹ Instituto de Ecología A. C., Red Ambiente y Sustentabilidad

evaluado de 2010 a 2017, por 100 académicos, 10 organizaciones de productores y 109 empresas en 52 municipios. Se realizaron 300 eventos con cerca de 7 000 participantes. Se avanzó en el diseño de reglas de gobernanza para Café In Red. Se cuenta con un acervo documental para la toma de decisiones. Se participó en los programas de pago por servicios ambientales y se contribuyó al entendimiento de las estrategias campesinas de producción. El impacto de los estudios de calidad y la venta de café de especialidad, que permitieron acceder a nuevos mercados. En cultura cafetalera se implementaron diversas formas de comunicación popular para visibilizar a los productores –mujeres y hombres– de las zonas cafetaleras. Café In Red permite la ejecución de proyectos de mediano plazo con la participación de los actores sociales protagónicos, el uso de capacidades locales y mejorar la vida institucional.

Palabras clave: Conocimiento, ecología, intervención, participación social, sustentabilidad

Abstract

This work presents a research-action model as a network in coffee production systems, where coffee is produced under the shade of trees. Café In Red had six executive lines: System of intelligence, environmental services and protection, agroforestry systems, coffee production chains, business development and coffee culture. Coffee plantations are designed by indigenous and peasants who have different ways of living, units of production and cultures. After cereals, coffee is the most important agro product in business transactions as well as the most profitable commodity in the World. Research topics in Café In Red were thought and implemented with participatory methods at the production units, inside organizations and taking in account regional interventions. Groups moved forward in permanent dialogue with methods for planning, accompanying and evaluating. It was a meeting of ten academic institutions. The network was integrated, between 2010 and 2017 the evaluated period, by 100 scholars, 10 organizations of producers and 109 enterprises in 52 municipalities. 300 events were organized with around 7,000 participants. Café In Red moved on by designing their own governance rules. Now it has a documentary collection allowing access to high quality information in decision making. The network joined payment for ecosystem services schemes and contributed to the understanding of production strategies of peasants. Impacts of quality studies and specialty coffee selling allowed to reach new market spaces. In coffee culture new ways of popular communication were implemented in order to make the producers –women and men– from coffee regions visible. Café In Red allows to implement projects in midterm with the participation of protagonist social actors, the use of local capacities and making better the regional institutional life.

Keywords: Ecology, intervention, knowledge, social participation, sustainability

Introducción

El México actual se entiende como país megadiverso, producto de la heterogeneidad en sus ambientes y su riqueza biológica; también es multicultural, conviven indígenas, campesinos, grupos regionales y amplia población migrante. La construcción de las relaciones seres humanos-naturaleza tiene expresiones particulares en el tiempo y el espacio que, en síntesis, se expresan en la cultura.²

Aun cuando la historia de México está comprendida a retazos, en el mundo prehistórico, el intercambio y la comunicación fue constante entre los indígenas de América. Esto explica por qué diferentes países de la región se atribuyen la domesticación de las principales especies alimentarias. La conquista del continente, como lo describe Eduardo Galeano (1971), muestra que la barbarie en la historia de la humanidad puede destruir pueblos, territorios y culturas, algo del mundo antiguo quedó en los sobrevivientes. América se configuró bajo el dominio de Occidente. En parte, la separación de los conocimientos en disciplinas tiene su origen en ese periodo de la historia y propició inventarios de naturalistas para apresurar la explotación de pueblos sin alma y de su naturaleza indómita.

El México independiente tuvo una compleja forma de articularse entre el autoritarismo, con una dictadura personal sostenida por una estructura oligárquica, y un nacionalismo basado en el presidencialismo que sostuvo la política agraria, la obra pública, ambas formas articuladas con sus costos sociales (Meyer, 2010). Después de la Revolución mexicana, junto con el Estado moderno, la educación, y en particular la investigación, se propusieron atender las demandas sociales: *tierra y libertad*, que atenuarían las necesidades básicas de alimentación, vivienda y educación de una población castigada por el movimiento armado. Con la mirada puesta en los países del Viejo Mundo, la ciencia positiva dio paso a las disciplinas científicas, cada una para resolver preguntas separadas en un país en construcción. Sin embargo, el desarrollo de la nación, su crecimiento económico y los altos niveles de productividad fueron a costa de la explotación de los bienes naturales con intervención extranjera, y se continuó la desigualdad y la pobreza que resultan insalvables frente a la desintegración social.

La transdisciplina se piensa como un esfuerzo colectivo de actores sociales que intervienen en ambientes específicos, comparten un tiempo, generan nuevos tipos de colaboración, creatividad e investigación que permiten un diálogo entre oficios diferentes de la vida social. Se quieren identificar los puentes entre creatividad individual y colectiva; relación de conocimientos; expresiones estéticas y cosmovisiones que ayuden a reinterpretar las historia, entender la existencia de mundos paralelos, en gran medida delimitados por espacios geográficos, y la construcción de un proyecto planetario común (Contreras y Morandín, 2016). El

2 La cultura es un ejercicio del pensamiento, adquisición de ideas generales, hábitos que deben conectar causas y efectos. Para Gramsci, los hombres son ya cultos, porque piensan, conectan causas y efectos, pero lo son empíricamente, primordialmente, no orgánicamente (Córdova, 2014).

ser humano es el único ser en el universo capaz de concebir una riqueza infinita de mundos posibles. Estos “mundos” posibles están en correspondencia semiótica con los diferentes *niveles de Realidad*. Concepto de gran alcance elaborado por biosemiotistas, como la libertad semiótica, podría llevar a entender lo que *Persona* puede significar (Nicolescu, 2011).

Una de las líneas estratégicas para el manejo sustentable de los recursos naturales considera el reconocimiento de los pueblos indígenas como sujetos sociales centrales para la conservación y el desarrollo nacional (Boege, 2008). El mosaico cultural que posee México se hace patente en las numerosas lenguas indígenas que, dependiendo de los criterios de clasificación, van de 59 a 291 en 68 agrupaciones. El libro *El Capital Natural* señala que, si consideramos las 291 lenguas, poseemos 30.2 y 4.2%, del total continental y mundial, respectivamente. Sin embargo, se han reconocido 364 variantes lingüísticas que deben ser consideradas propiamente como lenguas. Lo anterior coloca a México entre los 10 países con mayor diversidad lingüística –y consecuentemente cultural– del mundo (Sarukhán et al. 2009). Los grupos originarios que recorren sus territorios interpretando los ciclos naturales, diseñan múltiples sistemas agroforestales, su éxito puede valorarse en su sistema alimentario. Los pueblos mesoamericanos utilizan 5 000-7 000 especies de plantas y domesticación más de 200 especies de plantas nativas que coexisten con poblaciones de parientes silvestres que ocurren en ecosistemas naturales. Algunos de ellos incluyen especies vegetales de importancia económica mundial y grados avanzados de domesticación en aquellas como maíz, frijoles, chiles, calabazas, cacao, algodón y amaranto, entre otros (Casas et al. 2007). Pongamos los siguientes ejemplos; los wirrárika, en zonas áridas, dicen: “comer es un acto de comunión con los hermanos; el maíz, el venado y el hikuri [peyote] que representan una trilogía sagrada basada en la sobrevivencia; mientras haya equilibrio y abasto de los mismos, todo se encuentra en orden, lo opuesto representaría el fin de su existencia” (López, 2017). Las sierras de Oaxaca y Puebla son el refugio de los mazatecos, su agricultura es principalmente de autoconsumo de maíz, frijol y café; este último algunas veces se comercializa en Veracruz. Los mazatecos se encuentran en la búsqueda de su reconocimiento como parte de las dinámicas de un país pluriétnico y pluricultural (Gámez et al. 2012). Para los nahuas de Veracruz en la sierra de Zongolica lo importante de una persona es *el valor de su palabra* en la comunidad, ellos viven la familia en relación con el barrio. Lo importante de su sabiduría ancestral es la certeza de que los bosques y la milpa les dan de comer cada día, no tienen necesidad de acumular bienes materiales. Tampoco es indispensable el mundo material urbano, porque en comunión con la tierra se pueden comercializar productos como el café, que les da dinero y complementan su vida cotidiana. Así, el café, querido o mal querido, como expresaron Bartra et al. (2011), es una pieza central en los sistemas agroforestales que se ajustan a la cultura y a los territorios apropiados, sin prejuicios de pureza. Esa flexibilidad en la interacción del mundo propio y del contexto nacional les permite a indígenas y campesinos estar en las movilizaciones sociales y las luchas políticas de vanguardia.

Café In Red

El antecedente de Café In Red fue el proyecto Biocafé (SEMARNAT-Conacyt C01-0194), realizado de 2003 a 2008, para el estudio de la biodiversidad en Veracruz. Registró 2 197 especies pertenecientes a 190 familias, 42 órdenes y 7 clases en los cafetales y fragmentos de bosques estudiados. De las especies señaladas el $87\% \pm 12\%$ se comparte en los cafetales y los fragmentos de bosque estudiados (Manson et al. 2008). Estos resultados entusiasman a los académicos e impresionan a los productores, pero faltan puentes para saber cómo mantienen y aprovechan aquellas especies que satisfacen las necesidades de las familias que viven en un bosque en particular. Por ello, en el proyecto Café In Red (FORDECYT 739398) pusimos a disposición de las organizaciones de productores de café las recomendaciones para diversificar los cafetales y generar actividades que mejoran las unidades familiares de producción. El enfoque fue la promoción de la cultura cafetalera, valorar el trabajo de los integrantes de la familia y documentar los modos de vida en la zona cafetalera. En los años de 2010 a 2017, se realizaron 300 eventos con 7 000 participantes, nos parece que estos números son testimonio de la vinculación de los académicos con los procesos sociales (Contreras, 2013).

El diálogo con las familias fue el segundo aspecto de atención, para fomentar la producción múltiple basadas en la milpa como centro de la alimentación. Las mujeres y los niños tienen un papel estratégico en la unidad de producción y en la cultura local (Moreno et al. 2017).

Escuchar las voces del campo a través de las instituciones locales fue el tercer objetivo. Se puso atención a los actores sociales emergentes y los problemas que reconfiguran la vida rural, por ejemplo, la generación de empleo para los jóvenes, entender los procesos de migración, reconocer las formas de resistencia de los afectados ambientales y las luchas sociales en defensa de la participación.

Para los productores que participan en la red, el cultivo del café es un proyecto de vida. Utopía colectiva que demanda el apoyo de las instituciones que tienen la responsabilidad social de conducir las políticas públicas del sector, obliga el respeto a los actores sociales de la cafecultura, comprometidos con la producción de alimentos y la reproducción de la cultura regional. Café In Red genera información para la comprensión de los agroecosistemas cafetaleros, incide en otras regiones que nos sorprenden con sus respuestas locales y las estrategias de producción. También Café In Red interviene en el proceso social: los vínculos creados en la red conectan iniciativas, comunicamos experiencias, facilitamos el acercamiento de sujetos y grupos, se intercambian experiencias entre organizaciones, se sensibilizan a las fuentes financieras y articulan procesos regionales y otros actores externos.

El objetivo de Café In Red es consolidar un grupo estratégico de productores, centros de investigación e instancias gubernamentales para el centro de Veracruz, que fomenten la innovación con su propio sistema de inteligencia para el desarrollo de capacidades agroecológicas dirigidas a la producción diversificada y sustentable de café de calidad, el desarrollo empresarial y el rescate cultural.

Las preguntas de investigación al inicio de Café In Red fueron: ¿cómo articular un grupo estratégico que promueva los agroecosistemas cafetaleros en Veracruz?, ¿qué estrategia de planeación, seguimiento y evaluación permite vincular la investigación con las necesidades de los ciclos de producción del café?, ¿qué propuestas de conservación, producción y desarrollo local deben integrarse a las políticas públicas en cultura cafetalera? (Figura 1).

En los últimos años (2014-2017) no fue posible conseguir financiamiento para Café In Red: vivimos un proceso de separación. Los productores centran su atención en el ciclo productivo anual y probaron las mejores alternativas para combatir la roya, enfermedad que mermó los cafetales. Las instituciones del sector y sus representantes no tuvieron la capacidad de proponer medidas para limitar la enfermedad, abandonaron la idea de apoyar a las instituciones académicas y volvieron a las prácticas clientelares, con apoyos a las organizaciones leales y de mala manera, a aquellas que se movilizan. Tampoco lograron el acuerdo de cúpula para proponer el tan “soñado” Instituto Mexicano del Café.

¿Qué nos pasa a los grupos académicos cuando se terminan los financiamientos? Lo saben ustedes: las redes dejan de funcionar y los proyectos vuelven a su modelo individual, o, si el entusiasmo es grande, los equipos continúan. El trabajo en red se multiplica a través de los resultados. Las líneas estratégicas después del proyecto FORDECYT continúan: el Sistema de Inteligencia mantiene la web <http://www.cafeinred.org/> que muestra los resultados, actualiza la información de los proyectos. Mantiene alguna información. En Servicios Ambientales se desarrolla el proyecto titulado: “Ensayo Internacional de Variedades Multilocalidad (2015-2020) de café”, apoyado por la organización World Coffee Research (Universidad Texas A&M). Este proyecto está estableciendo parcelas con 35 variedades de café arábica en 19 países con el propósito de prevenir los impactos del cambio climático sobre la producción del grano a nivel mundial. El INECOL está coordinando el esfuerzo en México con dos parcelas en Veracruz y una en Chiapas (WCR, 2017, 1). En sistemas agroforestales se tienen varios proyectos que evalúan las condiciones ambientales que podrían limitar la presencia de la roya mediante antagonistas naturales bajo la sombra de los árboles (Carrión et al. 2016, 1). En Cadenas de Valor, se continúan los servicios de evaluación y certificación de café de calidad, a través del Centro Agroecológico del Café, A. C., CAFECOL <http://www.cafecol.mx>. En Desarrollo Empresarial, se impulsa el Tour del Café, principalmente en Coatepec <https://tourdelcafe.com.mx>. Y en cultura cafetalera se mantiene la relación con CENA-CAFE y se publicaron cinco libros (Contreras, 2017).

El trabajo en red

Trabajo en red un cambio de paradigma

He hablado de transdisciplina porque los sistemas agroforestales son complejos y su abordaje requiere un cambio de paradigma que permita la cabal comprensión de sus elementos socioambientales. Las preguntas de la Red Sistemas Agroforestales de México (Red SAM) deben ser amplias para incluir la mayoría de las disciplinas, distintos enfoques metodológicos y que integren un grupo plural en la red. Lo fundamental es compartir el diagnóstico ¿qué temas son de interés general en la Red SAM? La comprensión de los sistemas agroforestales exige conocimientos de las disciplinas para comprender su funcionamiento. A su vez, el trabajo en equipo aportará elementos al quehacer individual, aproximando puntos lejanos. Como ya expliqué, será con los actores sociales que se realizarán las intervenciones sociales para generar capacidades locales. También, importa que se fomente la autonomía de las organizaciones; esto supone comprender los sistemas de conocimiento, la experiencia acumulada y los sueños de los participantes. La ruralidad, en las condiciones actuales, muestra serios daños que requieren de medidas de restauración, formas de trabajo que avancen según los procesos ecológicos y sociales, por ejemplo, en las condiciones materiales, dado que no sabemos cómo responderá el sistema. Para la Red SAM es imperativo entender los modos de vida de los actores sociales protagónicos, sus circunstancias y sus limitaciones así como hacer recomendaciones pertinentes que fomenten el entusiasmo y la esperanza de las medidas adoptadas. Uno de los propósitos del trabajo en red es ampliar las capacidades de grupo. Esto significa que al lograr los objetivos generales se integren equipos que amplíen su experiencia, que atiendan aspectos externos de amplio alcance que condicionan las respuestas locales. A manera de ejemplo se muestra en la Figura 2 la estrategia de Café In Red.

La cooperación académica

Otro elemento del trabajo en red es compartir acuerdos en la percepción del intelectual,³ imaginar su relación con la sociedad. Para Gramsci, el mundo es el escenario de la vida social, en el que los seres humanos, con sus capacidades espirituales y sus energías naturales, actúan y crean su vida en sociedad. Las fuerzas productivas de la sociedad son la inteligencia aplicada, pensamiento organizado y voluntad de crear y de cambiar en la realidad. Se trata de un proceso interno de división del trabajo: los intelectuales se vuelven “orgánicos” al ocuparse

3 Los hombres para Gramsci son cultos. La sociedad en su diversificación se ocupa de crear y formar a quienes encarga de la función. Esos son los intelectuales orgánicos. Cada grupo social, que nace en el terreno originario da una función esencial al mundo de la producción económica; se crea al mismo tiempo, orgánicamente, uno o más rangos de intelectuales que le dan homogeneidad y conciencia de su propia función, no sólo en el campo económico, sino también en el social y el político (Gramsci, 1975, citado en Córdova, 2014).

del desarrollo de ciertos aspectos de la vida intelectual del grupo o clase. “Se puede observar –nos dice– que los intelectuales ‘orgánicos’ que una nueva clase crea consigo misma y elabora en su desarrollo progresivo, son en su mayor parte ‘especializaciones’ de aspectos parciales de la actividad primitiva del tipo social nuevo que la nueva clase ha alumbrado” (Gramsci, 1975, citado en Córdova, 2014).

Café In Red propuso a través de seis líneas estratégicas que la generación de información atienda las exigencias institucionales, es decir, que los equipos de trabajo contemplen productos valorados por los sistemas de evaluación académica y que la cooperación en los equipos ayude a la devolución de la información a los actores sociales que usan, transforman y diseñan los agroecosistemas. Los académicos y los productores tienen tiempos y necesidades diferentes para responder a preguntas semejantes, por ejemplo ¿cómo mejorar la fertilidad del suelo en un cafetal? Su respuesta será coherente a su sistema de conocimiento, pero el diálogo permanente impactará en ambos, y en su percepción de los procesos que inciden en el suelo y los cafetales.

Otro componente que incide en las preguntas son las fuentes financieras que promueven las intervenciones sociales, ya sea, en su planeación anual o sexenal. Desafortunadamente, hay muy pocas de mediano y largo plazo. Eso conlleva la falta de continuidad de los recursos económicos, la incertidumbre y la relevancia de las preguntas, sobre todo, la falsedad en la investigación.

Fuente financiera

La Red SAM nace del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI 2014-2018) y existen otras redes que comparten temas, integrantes y formas de trabajo. ¿Qué hará la Red SAM como grupo original? Me parece que un elemento distintivo será que compartamos un proyecto y que los equipos de trabajo ahora separados logremos esquemas éticos de colaboración, propósitos, metodologías de estudio y recursos económicos para el estudio de los sistemas agroforestales en México. A continuación, describo el modelo de planeación que orientó la investigación en Café In Red (Contreras et al. 2017).

El modelo de planeación

Para el trabajo de la Red SAM necesitamos elegir un modelo de planeación estratégica, de seguimiento y evaluación. También, diseñar una metodología para dirigir la implementación, la organización y la coordinación de las actividades que permita medir el avance de los objetivos de la red y que ayude en la medición de impactos del quehacer del grupo. Existen diferentes herramientas que apoyan su operación. Se trata de construir los canales de comunicación entre diferentes coordinadores, actores y regiones geográficas, alinear y

coordinar múltiples tareas: revisar, evaluar y documentar los resultados e impactos anticipados. En *Café In Red* el marco de planeación, seguimiento y evaluación seleccionado, denominado “Estándares Abiertos para la práctica de la conservación”, tiene la ventaja de que se apoya en un *software* para la gestión de proyectos (Miradi) (CMP, 2007). El ciclo de proyectos se integra en cinco pasos: 1) *Conceptualización*, que describe los fundamentos del proyecto, cómo se pensó, y creó la idea, y con qué recursos. 2) *Planificar acciones y monitoreo*. Se diseñan las estrategias y acciones de producción, conservación, capacitación y vinculación que justifican los objetivos. 3) *Implementación de acciones y monitoreo*. En esta fase se ponen en marcha los planes de trabajo. 4) *Análisis uso y adaptación de datos*. En esta fase se revisan, corrigen y adaptan los resultados frente a los obstáculos enfrentados, a esta etapa también se le conoce como seguimiento y evaluación. 5) *Captura y compartir el aprendizaje*. Al final, el ciclo de proyectos, o durante su ejecución, se completa al compartir con las audiencias las lecciones aprendidas y los productos que se generaron. Se promueven las evaluaciones, según el sistema elegido, autoevaluación, evaluaciones externas y auditorías con las comunidades participantes (Contreras et al. 2017) (Figura 3)

Las cadenas de resultados son diagramas que muestran afirmaciones causales que vinculan resultados a corto, mediano y largo plazo, con la construcción de supuestos basados en: “si se hace esto, entonces, sucederá aquello”. Esta serie de supuestos conforman la teoría de cambio (FOS, 2007). El modelo conceptual y las cadenas de resultado hacen que los pasos intermedios y conclusiones del trabajo sean claros para los integrantes de la red, los coordinadores y los evaluadores de la investigación (Margoluis et al. 2009). El modelo que se presenta es el de Sistemas Agroforestales de *Café In Red* (Contreras y Hernández, 2017). Los esquemas son un instrumento gráfico que se elabora al inicio del trabajo en red, se ajusta conforme se ejecuta el proyecto y permite construir una memoria de los cambios que tuvo el grupo hasta alcanzar sus objetivos (Figura 4).

La gestión de un proyecto en red

El equipo coordinador es responsable de compaginar las actividades de la red, dar el seguimiento y su evaluación. También de convocar a los investigadores a elaborar las propuestas y presentar la solicitud de recursos financieros. Los investigadores identifican las afinidades para integrar sus equipos de trabajo en los subproyectos. Se acuerdan las responsabilidades y las formas de trabajo para llevar a cabo las tareas de coordinación e implementación del plan por cada coordinador de estrategia; por ejemplo, “Cadenas productivas de café”, fue responsable de supervisar su equipo, dirigir las actividades correspondientes, así como, de integrar la información sobre el desarrollo del proyecto y sus resultados. También de la gestión financiera y la asignación de recursos humanos. Por último, deben informar a los coordinadores los contratiempos u obstáculos observados

para resolverlo y mantener el rumbo de la investigación. La manera en que la coordinación realizó su labor fue a través de una reunión quincenal durante los dos años de duración del proyecto. La reunión tuvo agendas específicas de trabajo con lista de asistencia, orden del día, asuntos generales, temas de trabajo y registro de acuerdos. En cada reunión se revisaron las actividades planeadas, los avances, la correcta asignación de recursos y el buen desempeño de cada grupo y estrategia. Asimismo, se revisaron las actividades del plan de trabajo, se programaron actividades para las próximas etapas y se tomaron decisiones consensadas sobre la coordinación, organización de tareas, eventos y actividades de colaboración con otros actores sociales.

Los papeles en el trabajo en red

En general, la educación escolarizada desde los niveles iniciales hasta la formación superior tiene, además de los “currículos explícitos”, un conjunto de normas, papeles y jerarquías que mantienen la vida de las instituciones, también llamados “currículos ocultos”, generalmente centradas en la competencia, la autoridad y el orden vertical. Las redes se proponen como estructuras colaborativas, horizontales y flexibles que a través de la interacción posibilitan otras relaciones y permiten la expresión creativa. Por ello, los coordinadores deben ser sensibles al trabajo grupal, dominar técnicas de comunicación grupal y saber escuchar.

El trabajo grupal transita por diferentes ideas: dos preguntas que generan distintas posiciones son ¿cómo la investigación debe incidir en los problemas sociales? y ¿cómo medir el impacto del trabajo de la red?

Colaborar en red facilita la vinculación con los actores sociales, también es deseable que ellos acompañen el proceso de investigación, es decir, que corroboren que sus demandas están siendo atendidas, que en las soluciones se tomen en cuenta sus condiciones de vida, sus aspiraciones y sus sueños. En este sentido, el trabajo en red contribuye a generar propuestas que los actores protagónicos pueden implementar con la asesoría de los académicos. Si este trabajo se apoya con otros actores sensibles como funcionarios públicos y empresarios que provean de fuentes financieras, se puede esperar que las recomendaciones tengan una aplicación junto con la investigación. La educación popular y los instrumentos electrónicos facilitan la participación de los actores sociales, la identificación de preguntas, la elaboración de los diagnósticos, el apoyo en la realización de experimentos, ensayos, expediciones, inventarios, colectas y diversas formas de conocimiento pueden estar acompañadas con su participación. Por supuesto, hay actividades propias de su quehacer en la vida en el campo que tienen mucho que enseñar: porque viven en ambientes que les son familiares, realizan labores productivas con sistemas de observación y registro de los ciclos naturales, porque con otras formas de conocimiento –tradicional, popular, vivencial y espiritual– conocen, manejan e inter-

pretan su entorno y deciden cómo interactuar con los sistemas naturales y sociales. En Café In Red ahora tenemos mayor claridad de los eslabones, las redes y las alianzas de la cadena de valor. Será necesario continuar con las actividades que mantienen los vínculos entre aliados. Falta mucho trabajo para eliminar las prácticas oportunistas de quienes acopian café (volumen) y mezclan diferentes identidades de café. Es indispensable que las empresas que venden abonos químicos fundamenten con estudios detallados sus recomendaciones y no con fórmulas económicamente rentables, que no tienen impacto o poco contribuyen en la producción. Mantener y actualizar las capacidades técnicas será otro asunto estratégico para desarrollar la producción agroecológica del café de sombra (Contreras et al. 2017).

Conclusiones y recomendaciones

En Café In Red aprendimos a desarrollar capacidades locales bajo un modo cooperativo, entendimos que, con las limitaciones de la pobreza, los colectivos sociales son capaces de actuar, pueden obtener beneficios en el corto plazo, y que, a través de los años, pueden construir cambios de larga tirada (Contreras et al. 2017).

La integración de una red es un esfuerzo colectivo que ayuda a conocer otras percepciones, supone descubrir afinidades, pero también exige tolerancia y compromiso para aceptar las diferencias. Esto se amplifica a los equipos, las instituciones y las preferencias temáticas.

El estudio de los sistemas agroforestales en México es una gran tarea. En ella, debemos elegir temas articuladores que permitan sumar proyectos (liderazgos, experiencia y resultados), compartir enfoques y posponer intereses que pueden estar al alcance del grupo, los recursos económicos y las capacidades del grupo.

Otra forma simple de describir el trabajo en red es como servicio a la colectividad. Exige disciplina para avanzar en grupo y la disposición a cambiar de papeles (productores, académicos y funcionarios) que ayuden a dinamizar el trabajo del colectivo.

La Red SAM tiene ya una estructura organizativa: responsable técnico, comité académico, asistentes, integrantes, estudiantes; ahora tenemos que distribuir tareas y favorecer el trabajo en equipo para tener un proyecto de mediano plazo.

Agradecimientos

El trabajo en red supone múltiples actores sociales que tienen representación en instituciones; en particular, para este trabajo, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt); al Fondo Sectorial de Investigación Ambiental (SEMARNAT-Conacyt) por su apoyo al proyecto titulado “Biocafé: un estudio interdisciplinario sobre la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales del bosque mesófilo de montaña en un

gradiente del manejo del cultivo del café en el centro de Veracruz” (C01-0194). Al Fondo Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT) por el apoyo al proyecto intitulado “Consolidación de una red agroecológica intersectorial de innovación para lograr una cafeticultura sustentable en el centro del estado de Veracruz” (739378) y a la comunidad del Instituto de Ecología, A. C., la cual participó en la ejecución del proyecto.

Nuestro reconocimiento a todas las organizaciones de productores de café, autoridades locales y comunitarias que renuevan la identidad cafetalera.

Bibliografía

- Bartra, A., Cobos, R., y Paz, L. (2011). *La hora del café: dos siglos a muchas voces*. México: Conabio.
- Boege, E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México*. México: INAH/ Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- CAFECOL (Centro Agroecológico del Café). (Web). Consultado el 1 de octubre de 2017. Recuperado de <http://www.cafecol.mx>
- Carrión, G., Villain, L., y López, D. (2016). Desarrollo de nuevos métodos de control para el manejo integrado de roya y nematodos CENACAFE- INECOL 2241. Manuscrito inédito.
- Casas, A., Otero-Arnaiz, A., Pérez-Negrón, E., y Valiente-Banuet, A. (2007). In situ Management and Domestication of Plants in Mesoamerica. *Annals of Botany*, 100, 1101-1115.
- CMP (Conservation Measures Partnership). (2007). *Estándares Abiertos*. (Web). Consultado el 1 de octubre de 2017. Recuperado de <https://www.miradi.org/>
- Contreras, A. (2013). *Rumbos de la cafeticultura sustentable*. Veracruz: Instituto de Ecología / Café In Red.
- Contreras, A. (Responsable técnico). (2017). *Informe final del proyecto de investigación: innovación y transferencia de tecnología con productores y organizaciones de la región central del estado de Veracruz*. Convenio CENACAFE-INECOL. Manuscrito inédito.
- Contreras, A., y Hernández, G. (2017). El sistema de inteligencia de Café In Red. En A. Contreras (ed.). ¡Café para todos: por la organización regional en Veracruz!, (pp. 33-52). Xalapa, Veracruz: Instituto de Ecología / Café In Red.
- Contreras, A., y Morandín, I. (2016). Creatividad y sustentabilidad. *RINDERESU*, 1(1), 49-63.
- Contreras, A., Ortega-Argueta, A., y Allen-Amescua, A. G. (2017). *Investigación-acción participativa para la sustentabilidad: el caso de Café In Red*. Veracruz: Instituto de Ecología / Café In Red.
- Contreras, A., y Osorio, M. L. (2015). Biodiversidad y cultura cafetalera en México. *Cuadernos de Biodiversidad*, 48, 17-29.
- Córdova, A. (2014). Antonio Gramsci: la cultura y los intelectuales. *La Jornada Semanal*, 985. (Web). Consultado el 1 de octubre de 2017. Recuperado de <https://www.jornada.com.mx/2014/01/19/sem-arnaldo.html>
- FOS (Foundations of Success). (2007). *Using results chains to improve strategy effectiveness. An FOS how-to guide*. Bethesda, Maryland: Foundation of Success.
- Galeano, E. (1971). *Las venas abiertas de América Latina*. México: Siglo XXI.
- Gámez, A., Álvarez, A., y Amador, M. (2012). *Mazatzongo de Guerrero: una comunidad mazateca de sierra negra de Puebla*. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- López, R. (2017). La cultura huichol de la Sierra Wirrárika de Nayarit. (Web). Consultado el 3 de octubre de 2017. Recuperado de <https://elsouvenir.com>
- Manson, R. H., Sosa V. J., y Contreras Hernández, A. (2008). Efectos del manejo sobre la biodiversidad: síntesis y conclusiones. En R. H. Manson, V. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehltreter (eds.). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. México: INE / Semarnat / INECOL.
- Margoluis, R., Stem, C., Salafsky, N., y Brown, M. (2009). Design alternatives for evaluating the impact of conservation project. En M. Birnbaum

y P. Mickwitz (eds.). Environmental program and policy evaluating: addressing methodological challenges. *New Direction for Evaluation*, 122, 85-96.

Meyer, L. (2010). La desvanecida ruta de la ambición nacional. La tensión histórica entre el proyecto nacional mexicano y su entorno internacional. En B. Torres y G. Vega. *Los grandes problemas de México*. XII Relaciones Internacionales, (pp. 45-62), México: Colegio de México.

Moreno, Y., Contreras, A., y Osorio, M. L. (2017). *Aprendizajes significativos en el cafetal*. México: Instituto de Ecología / CENACAFE.

Nicolescu, B. (2011). *La idea de niveles de realidad su relevancia para comprender a la*

no-reducción y a la persona. En C. Núñez, I. Rehaag, A. Sánchez, y E. Vargas (comps.). *Transdiscipliniedad y sostenibilidad: encuentro con Basarab Nicolescu*, (pp. 13-29). Xalapa: Universidad Veracruzana.

Sarukhán, J. et al. (2009). *Capital Natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. México: Conabio.

Tour del Café. (s/f). Tour del Café. (Web). Consultado el 1 de octubre de 2017. Recuperado de <https://tourdelcafe.com.mx>

WCR (World Coffee Research). (s. f.). World Coffee Research (Web). Consultado el 1 de octubre de 2017. Recuperado de <https://worldcoffeeresearch.org/about/>

Figura 1. Fincas del observatorio cafetalero por regiones. Centro de Veracruz (Contreras y Hernández, 2017)

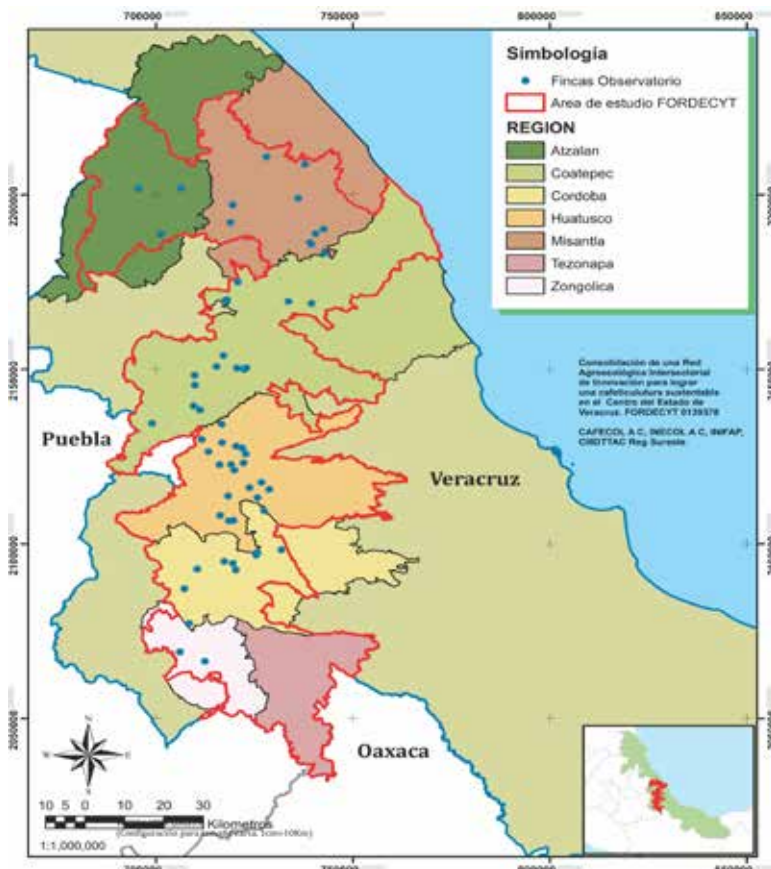


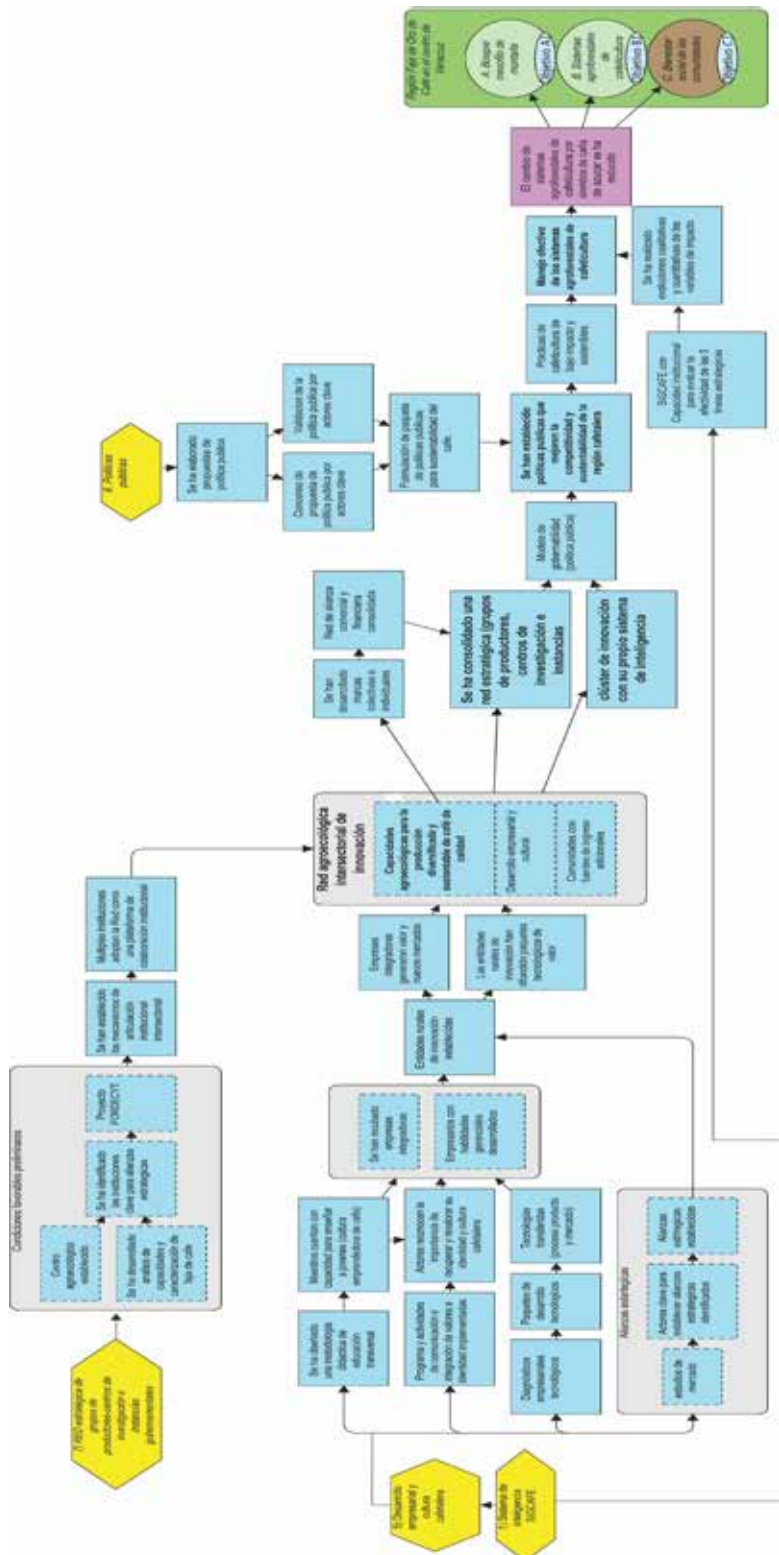
Figura 2. Estrategias de Café In Red y temas de los subproyectos
(Contreras et al. 2017)

Estrategias	N°	Temas de los subproyectos
SIGCAFE	1	Coordinación interinstitucional (secretariado)
	2	Planeación, seguimiento y evaluación
	3	Gobernanza de la red
	4	Sistema de Información Geográfico para el centro de Veracruz
	5	Bases de datos: acceso a la información del sector cafetalero
	6	Propuestas de política pública
SACAF	7	Servicios ambientales (agua y polinización)
	8	Fertilidad de los suelos
	9	Nematodos y hongos asociados
	10	Manejo de plagas (Broca)
	11	Secuestro de carbono
AGROCAF	12	Sistemas agroforestales (café y alimentación)
	13	Diversificación productiva (bromelias, helechos y orquídeas)
	14	Calidad de la madera
	15	Cadenas productivas en la transformación del café
CADECAF	16	Sistema de trazabilidad
	17	Valoración del café de calidad
	18	Comercialización de café
EMPRECAF	19	Diagnóstico empresarial y modelo de negocios
	20	Desarrollo tecnológico e innovación
	21	Apoyo a la cultura cafetalera
	22	Comunicación y participación social

Figura 3. Manejo de proyectos. Estándares abiertos (CMP, 2007)



Figura 4. Cadena de resultados de la estrategia Agroecosistemas Cafetaleros, (Contreras et al. 2017)



7.2 Agencias de Desarrollo Humano Local en Yucatán (ADHL)

Juan José Jiménez-Osornio¹

Ángel Lendechy Grajales²

Margarita Zarco Salgado³

Rodolfo Canto Sáenz⁴

Correo de contacto: josornio@correo.uady.mx

Resumen

La Sedesol del Gobierno del Estado, en 2012, inició el Programa de Producción Social Familiar de Traspatio implementado con el objetivo de reducir el número de personas que se encuentran en una situación de inseguridad alimentaria mediante la entrega de sistemas productivos y promoviendo prácticas agroecológicas. En 2014 se estableció un convenio de colaboración entre Sedesol y la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) para evaluar y dar seguimiento al programa. Se establecieron tres Agencias de Desarrollo Humano Local (ADHL) en los veinte municipios más pobres. Durante 2015

1 Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán.

2 Centro de Investigaciones Regionales Unidad Biomédicas. Universidad Autónoma de Yucatán

3 Unidad de Proyectos Sociales, Universidad Autónoma de Yucatán

4 Facultad de Economía. Universidad Autónoma de Yucatán

se realizaron diagnósticos: agroecológicos, de nutrición y económicos encontrándose, en ese orden, distintos problemas. Los principales fueron: la escasez de agua, la falta de acceso a semillas de calidad, la presencia de plagas, el mal uso y almacenamiento de agroquímicos y una baja producción y productividad en los agroecosistemas más importantes como la milpa y el solar. El 63.4% de las familias presentan algún grado de inseguridad alimentaria, una prevalencia del 79.7% de sobrepeso y obesidad en la población adulta y una alimentación desequilibrada donde el 55% de las familias tienen una alta ingesta calórica. Solo 12% de la muestra tiene ingresos asalariados mientras que el 88% se emplea en el sector informal sin las prestaciones de ley ni contrato laboral; asimismo, la falta de organización de los productores dificulta que sus productos se comercialicen a precios justos aunado a la escasa articulación entre el gobierno y las OSC. Un cambio de estrategias y de los responsables del programa de Sedesol no permitió la continuidad con la UADY. Actualmente, con financiamiento de la Fundación Kellogg los investigadores de la UADY continúan en una ADHL en ocho municipios del sur y con la participación de diez organizaciones aliadas para lograr la permanencia de la ADHL Alianzas.

Palabras clave: Seguridad alimentaria, desarrollo sostenible, agrodiversidad, huertos familiares, alianzas

Abstract

In 2012, Sedesol (Social Development Secretariat) office in the state of Yucatan launched the program "Producción Social Familiar de Traspatio" with the aim of reducing the number of people who are under food insecurity through the implementation of productive systems and promotion of agro-ecological management practices. In order to evaluate and monitor this program, a collaboration agreement was established between Sedesol and the Autonomous University of Yucatán (UADY) in 2014. Three Local Human Development Agencies (ADHL) were established in the 20 poorest municipalities of Yucatan. During 2015, diagnoses to cover agroecological, nutritional and economic situation were made. In that order, the main problems were the following: scarcity of water, lack of access to quality seed, presence of pests, misuse and storage of agrochemicals as well as a low production and productivity in the most important agroecosystems such as milpa and solar. The 63.4% of households have a degree of food insecurity, 79.7% of the adult population is affected by overweight and obesity, an unbalanced diet was identified in 55% of households where families have a high caloric intake. Only 12% of the sample has salaried income while 88% is employed in the informal sector without benefits granted by law or employment contract, also local farmers lack of organization making it difficult for their products to be marketed at fair prices, in addition to the limited articulation between the government and NGOs. A change both of strategies and of

the Sedesol program administrators did not allow continuity of this project with UADY. Currently, with funding from the Kellogg Foundation, the UADY researchers continue in an ADHL in 8 southern municipalities and with the participation of 10 allied organizations to achieve the permanence of the ADHL Alliances.

Keywords: Food security, sustainable development, agrodiversity, homegardens, partnership

Introducción

La pobreza y el hambre son dos fenómenos sociales que siguen lacerando a millones de seres humanos en todo el mundo, y por supuesto, en México y en Yucatán. Para dar respuesta y mejorar la situación de la población afectada, a lo largo de la historia el gobierno ha puesto y sigue poniendo en marcha diversas políticas diseñadas para disminuir y eliminar el hambre y la pobreza. Desafortunadamente, no se han alcanzado los resultados deseados. Dos de los programas gubernamentales recientes son el de Apoyo Alimentario y la Cruzada contra el Hambre. En Yucatán, la Secretaría de Desarrollo Social del Estado (Sedesol-Yucatán) inició en 2012 el Programa de Producción Social Familiar de Traspatio (PPSFT) con el objetivo de reducir el número de personas que se encuentran en una situación de inseguridad alimentaria mediante la entrega de sistemas productivos y promoviendo prácticas agroecológicas (Gobierno del estado de Yucatán, 2013).

En el 2014 se implementó el proyecto denominado Agencias de Desarrollo Humano Local (ADHL) con el objetivo de contribuir al alivio de la pobreza en los hogares de veinte municipios con alta marginación en el estado, a través de la acción coordinada entre las autoridades municipales, estatales y federales, la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), otras instituciones, y con la participación activa de la comunidad, para garantizar los derechos humanos a las poblaciones que habitan en esos municipios (Cuadro 1).

Sedesol-Yucatán aportó los recursos financieros necesarios para la puesta en marcha y operación del proyecto y la UADY se encargó de su operación a través de un equipo de profesionales expertos en diferentes áreas del conocimiento e incorporó en la práctica a estudiantes de diversas disciplinas. Los equipos de trabajo de ambas instituciones trabajaron de forma coordinada e incorporaron a las instituciones que trabajaran en la zona de influencia de las ADHL (Cuadro 1).

Es un proyecto innovador que se ha desarrollado bajo un esquema metodológico de seis etapas y contempla como ejes fundamentales: el trabajo transdisciplinario, la coordinación interinstitucional y la participación consciente de los distintos actores locales,⁵ ya que se pretende generar capacidades locales para el empoderamiento y sostenibilidad de

5 Autoridades municipales y ejidales, representantes institucionales de dependencias federales y estatales con actividades en la zona de influencia de las ADHL, líderes comunitarios, representantes de OSC y en general hombres y mujeres sin importar edad, sexo, etnicidad, nivel socioeconómico, religión o afiliación política.

las acciones emprendidas de tal suerte que en el futuro se sigan mejorando y ampliando las ADHL como una alternativa viable para mejorar las condiciones de vida de las poblaciones que siguen viviendo en condiciones de alta y muy alta marginación social.

Los objetivos específicos del proyecto son los siguientes

1. Fortalecer el Programa de Producción Social Familiar de Traspatio (PPSFT) capacitando a las personas que están en el Programa y mejorando las prácticas agroecológicas para tener una producción sostenible y acorde a insumos, necesidades y características biofísicas locales.
2. Contribuir a mejorar hábitos de alimentación y la alimentación de las familias a través de la implementación de un programa de educación nutricional que promueva el uso de los recursos alimentarios disponibles en los municipios de influencia (Figura 1).
3. Implementar un Sistema de Vigilancia Alimentaria y Nutricional (Sisvan) que incluye datos de producción de traspatio, considerando indicadores que sean medibles por los participantes del programa.
4. Identificar estrategias para contribuir y fomentar los ingresos de las familias a través del impulso y generación de pequeños y medianos negocios, y el fortalecimiento de un sistema de comercialización de los bienes y productos generados en la zona de influencias de las ADHL.
5. Fortalecer el capital social de las comunidades a través de la coordinación interinstitucional, la promoción de la participación ciudadana y la integración de las organizaciones de la sociedad civil (OSC) y redes sociales de cooperación.

Descripción y estructura de una ADHL

Una ADHL es un equipo de facilitadores/as quienes comparten disciplinas y saberes, conocen la región y de cultura, y que a partir de las fortalezas y necesidades de la población, promueven, acompañan y gestionan a través del diálogo, y en conjunto con los actores locales, acciones orientadas a la ampliación de oportunidades para el desarrollo humano individual y colectivo. La estrategia de operación está centrada en la promoción de la participación activa y consciente de la comunidad para el empoderamiento y la ampliación de las oportunidades a través del fortalecimiento de las capacidades individuales y colectivas para el desarrollo humano local sostenible.

Cada ADHL está integrada por un Equipo Técnico Facilitador (ETF) encargado de dinamizar el proceso de Desarrollo Humano Local (DHL) y se compone de la siguiente forma: coordinador, un profesionalista de las licenciaturas en Agroecología, Nutrición o Trabajador Social, y de dos a cuatro facilitadores; el personal radica en la zona de influencia de la ADHL, cuenta con formación técnica o experiencia en el área de desempeño (Seguridad Alimentaria, Salud, Medio Ambiente, Economía, Organización) y hablan maya. Cada pre-

sidente municipal designa a la persona de enlace que representa al municipio y mantiene informadas a las autoridades.

Se tiene planificado el establecimiento del “Consejo Participativo” (CP). En dicho consejo la forma en que los integrantes participen será de manera voluntaria y honorífica. Se considerará que estos sean actores locales y de sectores que desarrollan acciones, programas o políticas en la zona de influencia. Se sugiere que el CP pueda conformarse por los siguientes actores: un integrante del Comité Comunitario de Nutrición (CC), un representante de cada uno de los ayuntamientos que conforman la zona de influencia de la ADHL, un representante de la Universidad Autónoma de Yucatán, un representante de las OSC que trabajan en la región y un representante de cada una de las dependencias estatales o federales⁶ que implementan programas en las zona de influencia de la ADHL en cuestión.

La promoción e instalación de cada uno de los CP será responsabilidad del coordinador de cada una de la ADHL, quien en conjunto con el ETF trabajarán en la instalación del CP. Las funciones del CP serán el colaborar activamente en la elaboración del diagnóstico participativo, en el Plan de Desarrollo Humano Local (PDHL) y su institucionalización, así como en la formulación de propuestas encaminadas a fortalecer el proceso de DHL.

Con el fin de poder evaluar cada una de las ADHL se elaboró un diagnóstico que sirve de línea base. Este diagnóstico consistió de encuestas, entrevistas y visitas a los participantes, recordatorios de consumo hecho las últimas 24 horas, mediciones de peso, tamaño y abdomen, diagnósticos participativos y grupos focales.

Características socioeconómicas de las comunidades

El total de la población estudiada fue de 1 534, de la cual 743 (48.4%) fueron hombres y 791 (51.6%) fueron mujeres. Los hogares tuvieron en promedio 4.45 miembros por familia. En cuanto al estado civil de los miembros se encontró que 686 (47.7%) están casados, 817 (53.3%) son solteros, 24 (1.6%) viven en unión libre y 7 (0.5%) son divorciados. Respecto a su lengua, 325 (15.3%) personas reportaron que únicamente hablan español, 214 (14.0%) solo hablan maya, 1 080 (70%) de las personas son bilingües, es decir, hablan español y maya, y apenas 5 (0.3%) personas reportó que habla inglés.

En relación al nivel de estudios, se encontró que el 23% de la población reportó que no sabe leer ni escribir, este dato es importante corroborarlo pues no se especificó si se refiere a la población mayor de 15 años. Por otra parte, el 15.6% de la población estudió primaria completa, el 15.6% estudió secundaria completa, el 2.7% estudió bachillerato completo y apenas el 0.2% reportó haber terminado una licenciatura. En cuanto a la reli-

6 Secretaría de Desarrollo Social, Secretaría de Salud, Secretaría de Educación, Secretaría de Desarrollo Rural, Dirección General del Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia en Yucatán, representantes de las organizaciones de la sociedad civil y representantes de cualquier dependencia, sector y organización que se considere relevante.

gión, 1 095 (71.4%) personas practican la religión católica y 439 (28.6%) practican alguna de las distintas denominaciones que pertenecen a la religión protestante.

Entre los datos generales, se investigó sobre el nivel de equipamiento de los hogares encontrándose que entre el 50 y el 75% disponen de televisor, ventilador, plancha y lavadora; el 48% de los hogares disponen de refrigerador; entre el 30 y el 37% disponen de licuadora, radio y DVD o grabadora; el 10.2% disponen de motocicleta; y entre el 7 y 0.6% de los hogares disponen de horno de microondas, computadora, camioneta, automóvil, aire acondicionado y calentador de agua. Con respecto a la disponibilidad de servicios, se encontró que el 95% de las familias cuentan con servicio de agua potable y electricidad, el 50% con teléfono celular, un 35% dispone de TV de paga, y solo un porcentaje muy bajo cuenta con teléfono fijo e internet.

En cuanto al reporte de salud, se encontró que las enfermedades que fueron reportadas con mayor frecuencia son la diabetes, hipertensión, obesidad y reumatismos con porcentajes que van de un 15 a un 21% siendo la diabetes la de mayor frecuencia. Asimismo, el asma, artritis, enfermedades gastrointestinales y desnutrición se reportaron entre el 12 y 13%. Por su parte, la anemia y las enfermedades respiratorias se reportaron en un 9 y 8% de los hogares, mientras que el cáncer y el SIDA se reportaron en el 1.5% de los hogares.

Además, se preguntó a los entrevistados(as) cuál era el nivel de satisfacción con respecto a diferentes dominios de la vida en una escala del 1 como el menor nivel y 10 como el máximo nivel de satisfacción. Los resultados muestran que el dominio mejor calificado (9.49) fue el amor y el peor (6.1) el dinero. Los dominios; agua, confianza y comunidad están bien posicionados con calificaciones arriba de 8; seguidos por los dominios salud, tiempo libre y alimentación con calificación arriba de 7.5; por su parte, casa y trabajo obtuvieron una calificación mayor de 7 pero menos de 7.5. Finalmente, el nivel de satisfacción expresado en general con la vida fue de 7.41.

Del total de las familias entrevistadas 314 (91%) reportaron que las viviendas son propias, 24 (7%) son prestadas y 6 (1.8%) rentadas. El 93.2% de los pisos, el 78.6% de las paredes y el 58.3% de los techos de las viviendas de las familias entrevistadas están construidas principalmente de materiales de concreto. Respecto a la cocina, el 92.8% (320) de las viviendas disponen de una y el 7% (24) no. Su ubicación en el 74% (258) de los hogares se encuentra dentro y en el 24.9% (86) se encuentra fuera de la vivienda. En este caso, generalmente la cocina está construida de materiales de la región, lámina de cartón o galvanizada y de algunos otros materiales.

La fuente principal de energía que se usa en los hogares para cocinar los alimentos es la leña, el 89.4% de los hogares la usan exclusivamente, el 0.9% solo usan carbón, el 2% usan únicamente gas y un 7.7% generalmente usan alguna combinación de esas fuentes.

El 69.3% de los hogares (239) dispone de sanitario con agua, el 10.7% (37) cuenta con letrina y un 19.7% (68) familias realizan sus necesidades fisiológicas al aire libre en espacios denominados excusados.

Hay preeminencia de actividades primarias que en algunos municipios concentran a más del 90% de su población ocupada. Los sectores secundarios y terciarios tienen baja productividad, bajo valor agregado, escasa o nula inversión y empleo con poca o ninguna remuneración. La actividad agrícola más importante es la milpa, que provee de alimentos al hogar, aunque para la mayoría no es la única actividad y tiene rendimientos bajos. Generalmente es de temporal y su principal producto es el maíz para el autoconsumo. La actividad pecuaria está presente en todos los municipios y es la principal actividad económica en algunos de ellos; sus principales productos son la miel, la cría y la venta de aves de corral y de ganado bovino y porcino, ambos en pie y en canal.

El solar es otra unidad productiva que provee alimentos y genera pequeños excedentes que pueden venderse para generar ingresos al hogar. Se requieren mecanismos que permitan recolectar los productos no consumidos en los hogares para su comercialización fuera de los límites de la comunidad. También es necesario diversificar las especies que crecen en los solares para propiciar una mayor variedad de productos. La crianza de animales en el solar, y en particular la crianza de cerdos, es una opción de ahorro y de consumo para los hogares.

Diagnóstico agroecológico

El Programa inició con 3 349 beneficiarios siendo la gran mayoría mujeres. Un indicador importante, después de dos años de su funcionamiento (2012-2014), fue el número de beneficiarios que se mantuvieron que fue de 3 167, lo que representa el 95% (Cuadro 2). Este porcentaje es muy alto y se debe a que fue un acierto de la Sedesol el promover la huerta hortícola dentro del solar. Sin embargo, este porcentaje bajó drásticamente a mediados del 2015 quedando menos del 20%. Esto se debió a que el responsable de la Sedesol cambió y junto con él se hicieron modificaciones a los programas.

El tamaño medio de los solares en las distintas ADHL varía desde 800 m² hasta 1 753 m². La edad promedio de los solares va desde 17 años –en ADHL Valladolid– hasta 44 años –en ADHL Yaxcabá–. En todas se encontró, como suelos más comunes, booxlum, kankab, tsekkel; el suelo akalche se encontró en un municipio de Yaxcabá y en uno de Valladolid (Cuadro 3).

Huerto hortícola

Generalmente, los beneficiarios establecen el huerto hortícola, dentro del solar, en suelos kankab, en áreas sin sombra y buen drenaje. Las medidas en metros cuadrados de los huertos que son de 10 x 10 m coinciden con las sugeridas por los técnicos de la Sedesol, el cercado en mallas gallineros. Las camas que preparan los beneficiarios las delimitan

con piedras o maderas con orientación norte-sur. Hay cultivos que siembran en pocetas cuando el suelo no se presta por su pedregosidad, aunque hay cultivos que sí exigen, y por sugerencias de los técnicos de la Sedesol, que se siembre en pocetas como el pepino, sandía, calabaza, berenjena; y otras las siembran directamente en las camas como el rábano, cilantro, lechuga, etc. (Figura 2).

Las principales actividades de mantenimiento del solar en general, que coinciden con las del huerto hortícola, se realizan con diferente frecuencia: el chapeo una vez al mes, los deshierbes quincenalmente y la limpieza cada semana, mientras que el riego puede ser diario. Todas estas actividades las llevan a cabo principalmente el ama de casa y los hijos. Durante la limpieza del espacio se recoge la materia orgánica que resulta de los chapeos, de los deshierbes y de la hojarasca que cae de las especies arbóreas del solar. Según estimaciones de los beneficiarios, se generan entre cinco y diez kilos de hojarasca semanalmente. La materia orgánica se puede transformar en composta para mejorar el suelo; sin embargo, a pesar de que en todos los municipios saben cómo prepararla, no todos los beneficiarios lo hacen, y la gran mayoría de los locatarios la quema, lo que genera gases de invernadero y desperdicio de nutrientes potenciales.

El Cuadro 4 muestra las diferentes formas de disponer de la hojarasca en las ADHL y el porcentaje de beneficiarios que las utiliza. Debido a que muchos beneficiarios disponen de la hojarasca en varias formas, el porcentaje por ADHL sobrepasa el 100%.

Todos los beneficiarios tienen acceso al agua y es notorio que la gran mayoría, aunque cuente con pozo, utiliza el agua potable para el riego, debido a que facilita el trabajo. Hay que señalar que en época de secas el agua potable no es suficiente para el uso personal de las familias y el riego de las hortalizas. En algunos municipios los beneficiarios manifestaron tener problemas de inundación durante la época de lluvias en las áreas donde está la huerta hortícola (Cuadro 5).

En cuanto a los materiales e insumos, muchos de los beneficiarios comentaron que la semilla que recibieron no germinaba, y otros que no trabajan el área hortícola porque no se les entregaron semillas.

Durante el diagnóstico (octubre-febrero) se encontraron diversas especies de hortalizas (entre 35 y 37, dependiendo la ADHL), las cuales se pueden seleccionar según la época del año y las preferencias del productor (Cuadro 6).

Plagas

Todos los beneficiarios indicaron tener algún problema relacionado con plagas en las hortalizas. Se mencionaron palomillas (*Tinea polionella*), babosas (*limaco*), luciérnagas, pulgones (*Aphis* spp.) y la mosca blanca (*Beemisia tabaci*). Esta última es la más frecuente, se puede encontrar durante todo el año en diferentes cultivos y árboles frutales, lo que hace que su control sea difícil.

Se requiere conocer cuáles son las especies de plagas, a qué cultivos dañan y en qué época aparecen, y, si existen métodos tradicionales de control, saber cuáles son sus enemigos naturales. Estos pueden ser de tres tipos: depredadores, parásitos y patógenos.

Desafortunadamente, en los solares se utilizan diversos agroquímicos sobre todo herbicidas e insecticidas (Cuadro 7). Las personas que los usan no han sido capacitadas para hacerlo ni informadas de los efectos que estos químicos causan a quienes los aplican y a quienes consumen las hortalizas que han sido rociadas con ellos; tampoco tienen conocimiento de la contaminación e impacto que causan en el ambiente y de las precauciones que hay que tomar en su almacenamiento.

Componente arbóreo

Los solares pueden considerarse un caso ejemplar de sistema agroforestal porque incluyen los componentes hortícola, animal y arbóreo (Montañez-Escalante et al. 2014). El complejo ensamblaje que se puede observar es el resultado de la selección que el ser humano ha realizado a través del tiempo. Ningún otro sistema agroforestal es tan rico en cantidad y diversidad de especies, tan complejo y variado en estructuras y posibles asociaciones (Jiménez-Osornio et al. 1999).

En Yucatán, el solar es como la despensa básica a la que tiene acceso la familia a lo largo del año. Las especies y productos que se pueden obtener son muy variados. Adicionalmente, los excedentes constituyen una importante cantidad de los productos vegetales y animales disponibles en las comunidades rurales (Aké et al. 2002; Cuanalo y Guerra, 2008).

La complejidad de especies que presentan los solares es el resultado de intentos deliberados de selección y manejo para obtener los productos que se consideran importantes en la subsistencia y el sustento familiar (Jiménez-Osornio et al. 2003). Las mujeres son quienes atienden los huertos y suelen seleccionar para reproducir aquellos organismos que les parecen mejores o distintos. Asimismo, acostumbran adquirir plantas o animales de su agrado, incluyendo especies mejoradas por la población campesina o en campos experimentales.

La diversidad arbórea encontrada en la ADHL de Peto es de 60 especies, para la ADHL Valladolid 49 especies, y en la ADHL Yaxcabá 59 especies. De las especies registradas en Peto 11 no se registraron en Valladolid y 1 en Yaxcabá. Asimismo, existen diferentes variedades de algunas especies de frutales nativos como es el caso de las ciruelas, los nances y los aguacates, de los cuales los productores cultivan varios tipos diferentes de cada especie.

La ADHL Yaxcabá tiene 59 del total de 60 especies arbóreas encontradas. Es el municipio con mayor número de beneficiarios. En Tunkás, donde hay solo 10 beneficiarios, se registraron 30 de las especies arbóreas (Cuadro 8).

Animales de traspatio

Para las familias rurales, la producción animal de traspatio es una fuente importante de proteína. Los animales domésticos que se crían en el solar se alimentan principalmente con los restos de las hortalizas. Dependiendo de las posibilidades de cada beneficiario, los animales están confinados en corrales y chiqueros o sueltos en el solar. Las aves (gallinas, pavos, gansos y patos) son las más importantes en número, seguidas por los cerdos, y después los animales domésticos como los perros y los gatos, entre otros. En todos los casos, o en su mayoría, son razas criollas, los alimentan con maíz y residuos del hogar, solar y ramón (Chimal-Chan et al. 2012). Pocas personas utilizan los desechos de los animales como composta o fertilizante. Todos los beneficiarios mencionaron que la producción animal es para autoconsumo y en ocasiones para la venta (Cuadro 9).

Estado de la seguridad alimentaria

El presente diagnóstico se realizó con el objetivo de conocer las condiciones alimentarias y nutricionales que prevalecen en las familias beneficiarias del PPSFT, con el fin de contar con una línea de base a partir de la cual se pueda medir el impacto en la seguridad alimentaria de las familias participantes. Se utilizó la aplicación de una encuesta de recordatorios de 24 horas, el instrumento Escala Mexicana de Seguridad Alimentaria, y mediciones antropométricas de los miembros de cada familia.

Se encontró que, en total, las familias reportaron 94 tipos de preparaciones o platillos, mismos que se distribuyeron de la siguiente forma: 32 preparaciones se elaboraron con base en carne, 27 con base en cereales o tubérculos, 12 se elaboraron con base en huevo o leche, 11 con base en leguminosas, 8 con frutas y verduras y 4 con base en alimentos procesados. En el Cuadro 10 se presenta el número de preparaciones que se reportaron de cada uno de los ingredientes principales, así como el porcentaje que estas representan, respecto al total de preparaciones de cada ingrediente.

Aunque la alimentación de las familias está compuesta por 94 preparaciones o platillos, la dieta cotidiana es poco variada, pues entre las preparaciones que se consumen con mayor frecuencia se destacan: el pollo en tres formas principales, la carne de cerdo en dos formas, el maíz en cuatro formas, el trigo en tres formas, y el frijol en cuatro formas. En orden de importancia, en las preparaciones que se reportaron con mayor frecuencia de consumo figuran las siguientes: café con azúcar, huevos fritos, chocolate con leche o agua, atole, frijol kabax, frijol con puerco y huevos con tomate. Estas ocho preparaciones representan la mitad (50.5%) del consumo en relación a todas las preparaciones reportadas, lo que sugiere que las familias tienen una dieta monótona.

En la Gráfica 1, se observan diez grupos de ingredientes donde se indica la frecuencia u ocurrencia en que fueron reportados como consumidos el día anterior, así como el porcentaje en relación al total de todos los ingredientes reportados.

El acceso a los alimentos se define como la capacidad que tienen las familias beneficiarias del PPSFT para adquirir los alimentos requeridos por el conjunto de sus miembros. Las vías más frecuentes para la obtención de los alimentos son a través de la compra o de la producción. Sin embargo, aunque menos frecuente, también puede ser a través del regalo de otras familias de la comunidad o a través de ayudas alimentarias que se otorgan por programas de asistencia social o de OSC (Cuadro 11).

Con base en la entrevista sobre la percepción del acceso a los alimentos se encontró que las familias entrevistadas presentaron las siguientes condiciones de seguridad o inseguridad alimentaria: el 36.6% (126) se encuentra en seguridad alimentaria, el 39.2% (135) en inseguridad alimentaria leve, el 16.9% (58) en inseguridad alimentaria moderada y el 7.3% (25) se encuentra en inseguridad alimentaria grave.

Este dato coincide con los datos que presenta el Consejo Nacional de la Política de Desarrollo Social [Coneval] (2010)⁷ donde se muestra que 25 estados del país (entre los que se encuentra Yucatán) presentan una inseguridad grave en un rango que va del 4.7 al 10% de las familias. Sin embargo, cuando se analiza la condición de inseguridad alimentaria y se incluyen las categorías; leve, moderada y grave, en el caso de Yucatán, el porcentaje de familias que se encuentran en alguna de estas tres categorías asciende a 63.4%, dato que contrasta con la información de Coneval (2010), donde señala que en Yucatán esta condición es más baja y lo ubica en un rango que va del 24.9 al 35%. En este sentido, hay que tener en cuenta que los datos de nuestra encuesta pertenecen a los 20 municipios más pobres de Yucatán, condición que explica esta situación.

Estado nutricional de la población

Para determinar el estado nutricional se utilizó el IMC, debido a que este es un buen indicador de la variabilidad de las reservas energéticas en los individuos con un estilo de vida sedentario (Asián Chaves y Pasos Cervera, 2017).

El análisis que se realizó en esta población corresponde a un total de 743 individuos, hombres y mujeres, de los cuales el 18.6% (238) se encuentra en un estado nutricional normal y el 79.9% de la población se encuentra en sobrepeso u obesidad. Esta condición coloca a la población en un mayor riesgo de sufrir otras enfermedades derivadas de una alimentación desequilibrada, en este caso por un alto consumo de carbohidratos simples, como lo muestran los resultados de la encuesta de recordatorio de 24 horas.

⁷ Consejo Nacional de la Política de Desarrollo Social [Coneval] (2010). Dimensiones de la seguridad alimentaria: Evaluación Estratégica de Nutrición y Abasto. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. México. Disponible en http://www.coneval.gob.mx/rw/resource/coneval/info_public/pdf_publicaciones/dimensiones_seguridad_alimentaria_final_web.pdf

El análisis realizado a la población de 0 a 5 años con base en el indicador IMC en Desviaciones Estándar (DS) muestra que de acuerdo a este indicador la población estudiada ($n=160$) está dentro de los límites del padrón de referencia de la OMS. Esto es, únicamente el 2.5% (4) de la población se encuentra en condiciones de delgadez o desnutrición, el 81.9% (131) se encuentra dentro del rango normal y un 15.6% (25) cursa con sobrepeso u obesidad.

Por su parte cuando el análisis se realizó con la población de más 5 a 18 años con base el indicador de IMC en DS, los resultados muestran que las condiciones de desnutrición considerando la delgadez severa y la delgadez suman un total de 4.1%, mientras que el 57% se encuentra en condiciones normales y un 38.2% cursa con sobrepeso u obesidad.

Datos generales sobre la presencia de instituciones gubernamentales y osc

Se encontró la presencia de 40 instituciones gubernamentales que operan 66 programas de los distintos sectores; por su parte existen 37 OSC que desarrollan acciones muy diversas con el objeto de coadyuvar en la mejora de las condiciones de vida de las familias o de grupos específicos. No fue posible llegar a establecer el nivel de colaboración entre esas instituciones, aunque percibimos que son escasas las alianzas que se establecen entre las diversas instituciones y OSC presentes en la región.

En el Cuadro 12 se resume la información a nivel de cada una de las ADHL, destacándose que en la ADHL de Yaxcabá, aunque operan un número similar de instituciones gubernamentales se registra el doble de los programas que operan dichas instituciones; asimismo, también se registra un número mayor de OSC en relación a las ADHL de Peto y Valladolid.

En lo referente a la presencia de OSC, de las 22 identificadas en la región es en el municipio de Maní donde trabajan 11 de estas (50%), dándole el matiz del municipio con más organizaciones participando; le sigue Mayapán, con 8 (36%) organizaciones presentes, Tixméhuac con 7 (32%), Tahdziú y Cantamayec con 6 (27%), mientras que en Peto y Chacsinkín se registra la representación más baja, con 5 y 4 organizaciones en cada uno, respectivamente (23% y 18%).

Es importante señalar que, aunque contamos con un primer inventario de las instituciones gubernamentales, los programas que operan y la presencia de las OSC, se considera que aún faltan muchos datos relacionados a esos programas como por ejemplo a cuánta de la población se beneficia con cada programa, la inversión de cada programa y la inversión general, la permanencia de los programas, el nivel de transparencia con el que se ejecutan, las evaluaciones o resultados de dicho programas, por mencionar algunos datos relevantes, en los que es fundamental profundizar para comprender lo que pasa con respecto al número de programas y la inversión que se realiza *versus* la mejora

en el nivel de vida de las familias de que son beneficiarias de esas políticas públicas y de la actuación de las OSC en la región.

De acuerdo a los participantes del Programa de Producción Social Familiar de Traspato, es fundamental que el programa desarrolle nuevas estrategias para asegurar que los beneficiarios reciban de manera oportuna los insumos, la capacitación y la asistencia técnica, condición que puede hacer la diferencia con respecto a los niveles de producción y productividad de sus huertos. Esto puede asegurarse y hacerse sostenible si se desarrollan recursos humanos locales con habilidades y competencias en técnicas agroecológicas.

Para mejorar las condiciones económicas de las familias es necesario el diseño y puesta en marcha de un sistema de comercialización local de sus excedentes, estableciendo rutas de recolecta de productos orgánicos de los huertos familiares para su distribución en los principales centros urbanos del estado.

Es necesario promover la participación comunitaria a través de procesos en los que se involucre a las poblaciones beneficiarias en la planeación, gestión, organización y administración de los recursos locales con el fin de establecer lazos de cooperación entre los diversos actores.

El apoyo financiero de la Sedesol-Yucatán estaba programado para cuatro años, desafortunadamente, hubo un cambio en el responsable de esta dependencia en el 2015 y, a pesar de haber firmado el convenio con la UADY, no se otorgaron los recursos financieros en el 2015. En este mismo año sometimos la propuesta “Fortalecimiento del capital social para contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria en ocho municipios de Yucatán” a la Fundación W. K. Kellogg, junto con diez organizaciones aliadas que trabajan en la región. Este proyecto fue aprobado y se ha continuado trabajando con el siguiente objetivo general: fortalecer el capital social de las comunidades a través de la coordinación intersectorial y la participación ciudadana, con el fin de contribuir a la seguridad y la soberanía alimentaria de las familias participantes.

Para lograr lo anterior se plantearon tres objetivos específicos:

Objetivo 1. Promover estrategias de colaboración entre los distintos actores presentes en la región que desarrollan acciones en torno a la seguridad y soberanía alimentaria

Objetivo 2. Establecer una red de cooperación para la producción y la comercialización a través de la implementación de un mercado solidario

Objetivo 3. Contribuir a que las iniciativas de educación nutricional y agroecológica presentes en la región y coordinadas por distintos sectores se fortalezcan a través del aprovechamiento de las propuestas educativas y sus respectivos materiales elaborados por la UADY en proyectos anteriores

Actualmente se cuenta con la ADHL-Alianzas cuya sede está en Peto y existen dos centros de acopio de productos establecidos: uno en Tahdziu y otro en Tzucacab. Para el 2018 se espera dejar consolidada esta ADHL.

Conclusiones

Las Agencias de Desarrollo Humano Local representan una estrategia para empoderar a las comunidades y favorecer el trabajo conjunto entre los diferentes actores que trabajan en estas regiones. El establecimiento de alianzas permite realizar un uso más eficiente de los recursos y avanzar en diferentes actividades que conduzcan a tener soberanía y seguridad alimentaria. Para establecer la ADHL se requiere del fortalecimiento del capital social que permita la capacitación en diferentes aspectos tales como tecnologías agropecuarias, educación nutricional, formas de participación ciudadana, cooperativismo, importancia del ahorro y reinversión en las actividades productivas, así como el establecimiento de un sistema de vigilancia alimentaria y nutricional a nivel municipal, un sistema de comercialización justo para el productor y más directo al consumidor.

Las ADHL-alianzas también permiten el trabajo colaborativo entre comunidades, sociedad civil organizada, academia y gobierno para el establecimiento de programas y estrategias de desarrollo que deberán ser sistematizadas y evaluadas de forma participativa para adaptarlas y mejorarlas a las condiciones de las comunidades.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero brindado por la Sedesol del Gobierno del Estado de Yucatán durante el periodo 2014-2015 y de la Fundación W. H. Kellogg en el periodo 2016-2019.

Bibliografía

- Aké Gómez, A., Ávila, M., y Jiménez-Osornio, J. J. (2002). Valor de los productos directos del agroecosistema solar: el caso de Hocabá, Yucatán, México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 3(1), 7-18.
- Asián Chaves, R., y Pasos Cervera, R. A. (2017). Sobrepeso y obesidad en comunidades indígenas mayas. Economía, cultura y género. *Revista de Estudios Regionales* 109, 139-163.
- Chimal Chan, P., Jiménez Osornio, J. J., Ruenes Morales, M. R., Montañez Escalante, P. I., y López Burgos, L. (2012). Cría y manejo del cerdo pelón Mexicano en los solares del estado de Yucatán. En M. R. Mariaca (ed.). *El huerto familiar en el sureste de México*, (pp. 230-244). México: Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco, Ecosur.
- Coneval (Consejo Nacional de la Política de Desarrollo Social). (2010). *Informe de Pobreza en México el país, los estados y sus municipios 2010*. México: Coneval.
- Cuanalo, H. E., y Guerra, R. R. (2008). Homegarden Production and Productivity in a Mayan Community of Yucatan. *Human Ecology*, 36(3), 423-433.
- Gobierno del Estado de Yucatán. Diario Oficial del Gobierno del estado de Yucatán. (2013). *Decreto No. 65. Programa Nutricional Integral y Decreto 67 Programa Producción Social Familiar de Traspatio*.
- INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2010). Censo de población y vivienda 2010. (Web). Consultado el 10 noviembre 2017. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>
- Jiménez-Osornio, J. J., Ruenes-Morales, M., y Montañez-Escalante, P. (1999). Agrobiodiversidad de los solares de la península de Yucatán. *Red de Gestión de Recursos Naturales*, 14, 30-40.
- Jiménez-Osornio, J. J., Ruenes-Morales, M., y Aké-Gómez, A. (2003). Mayan home gardens: sites for in situ conservation of agricultural diversity (Capítulo 1). En D. Jarvis, J. Sevilla, L. Chávez y T. Hodgkin (eds.). *Seed systems and crop genetics diversity on farm proceedings of a workshop, Pucalpa, Perú*, (pp. 9-16.). Perú: International Plant Genetic Resources Institute.
- Montañez-Escalante, P. I., Ruenes-Morales, M. R., Ferrer-Ortega, M., y Estrada-Medina, H. (2014). Los huertos familiares maya-yucatecos: Situación actual y perspectivas en México. *Ambienta: La revista del Ministerio de Medio Ambiente*, 107, 100-109.

Cuadro 1. Niveles de pobreza, carencia alimentaria y población indígena en los municipios de influencia de las ADHL

Municipio	Población total	Pobreza ¹	Carencia por acceso a la alimentación ¹	% que se considera indígena ²
Cantamayec	1,632	80.6	21.0	98.48
Chacsinkín	1,651	89.4	33.6	99.28
Chankom	2,626	84.3	26.2	99.31
Chemax	19,457	89.1	48.7	73.02
Chikindzonot	2,711	90.0	44.8	99.13
Cuncunul	1,042	68.4	22.5	97.69
Dzoncauich	2,768	65.9	27.5	80.47
Huhí	5,751	79.2	22.5	85.41
Maní	4,198	80.4	27.1	96.98
Mayapán	2,744	89.8	39.7	85.91
Peto	19,580	73.9	24.6	95.20
Quintana Roo	464	74.5	22.8	67.80
Sudzal	1,391	70.3	28.8	77.84
Tahdziú	2,553	91.7	52.3	99.38
Tekal de Venegas	2,360	75.8	21.8	86.31
Tekom	2,347	84.8	18.8	89.40
Temozón	10,920	79.5	27.9	98.34
Tixmehuac	3,027	81.4	25.6	73.06
Tunkás	2,773	79.3	23.1	87.15
Yaxcabá	10,459	83.2	31.0	98.41
Total	100,454	80.5	29.5	89.4

Fuente: ¹CONEVAL, 2010 y ²INEGI, 2010.

Cuadro 2. Beneficiarios de Programa de Producción Social Familiar de Traspasato de las ADHL

ADHL	Beneficiarios iniciales	Hogares que no trabajan el huerto hortícola	Beneficiarios que se dieron de baja
Peto	1317	44	122
Valladolid	835	13	5
Yaxcabá	1197	73	55
Total	3349	130	182

Cuadro 3: Edad, tamaño y tipo de suelo de los solares en los municipios participantes de la ADHL

ADHL	Tamaño medio del solar m ²	Edad promedio del solar (años)	Tipos de suelo en el solar
Peto	1134-1440	16-23	Boxlum, kankab y tselkel
Valladolid	814-1444	17-24	Boxlum, kankab, tselkel y akalche.
Yaxcabá	800-1753	20-44	Kankab, boxlum, tselkel, akalche

Cuadro 4. Manejo de la materia orgánica en los solares de las ADHL

ADHL	Quema (%)	Composta (%)	Colecta municipal (%)	Otro lugar (%)	Cantidad de hojarasca (kg/semana)
Peto	57-71	18-53	0-17	5-17	5-10
Valladolid	35-73	11-37	3-25	7-43	5-10
Yaxcabá	53-66	10-35	0-15	0-15	5-10

Cuadro 5. Disponibilidad de agua, porcentaje de inundación y porcentaje promedio de sombra en el área hortícola de las ADHL

ADHL	Disponibilidad de agua (%)		Suelos inundables (%)	Promedio de sombra (%)
	Potable	Pozo		
Peto	64-97	2.6-22	51-81	8.4-40
Valladolid	76-94	5-14	17-77	6.5-26
Yaxcabá	72-90	8-18	21-53	11-50

Cuadro 6. Hortalizas sembradas por los beneficiarios en los huertos hortícolas de las ADHL

Nombre científico	Nombre común	Peto	Valladolid	Yaxcabá
<i>Beta vulgaris</i> var. cicla	Acelga	x	x	x
<i>Allium sativum</i>	Ajo	x	x	x
<i>Apium graveolens</i>	Apio	x	x	x
<i>Beta vulgaris</i>	Betabel	x	x	x
<i>Cucurbita pepo</i> var. Italiana	Calabaza italiana	x	x	x
<i>Ipomea batatas</i>	Camote	x	x	x
<i>Allium cepa</i>	Cebolla	x	x	x
<i>Allium</i> spp.	Cebollina	x	x	x
<i>Cnidoscylus chayamansa</i>	Chaya	x	x	x
<i>Capsicum frutescens</i>	Chile	x	x	x
<i>Capsicum annuum</i>	Chile dulce	x	x	x
<i>Capsicum chinense</i>	Chile habanero	x	x	x
<i>Capsicum frutescens</i>	Chile jalapeño	x		x
<i>Capsicum annuum</i> var. Annuum	Chile xcatic	x	x	x
<i>Coriandrum sativum</i>	Cilantro	x	x	x
<i>Brassica campestris</i>	Colinabo	x	x	x
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Ejote	x	x	x
<i>Zea mays</i>	Elote	x	x	x
<i>Spinacia oleracea</i>	Espinaca	x	x	x
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol	x	x	x
<i>Phaseolus lunatus</i>	Íbes	x		x
<i>Pachyrhizus erosus</i>	Jícama	x	x	x
<i>Lactuca sativa</i>	Lechuga	x	x	x
<i>Lactuca sativa</i>	Lechuga romanita	x		
<i>Zea mays</i>	Maíz	x	x	x
<i>Cucumis melo</i>	Melón	x	x	x
<i>Brassica juncea</i>	Mostaza	x	x	x
<i>Abelmoschus esculentus</i>	Ocra	x	x	x
<i>Carica papaya</i>	Papaya	x	x	x
<i>Cucumis sativus</i>	Pepino	xx	x	x
<i>Raphanus sativus</i>	Rábano	xx	x	x
<i>Beta vulgaris</i>	Remolacha	xx	x	x
<i>Brassica oleracea</i>	Repollo	xx	x	x
<i>Citrullus vulgaris</i>	Sandia	x	x	x
<i>Lycopersicon esculentum</i>	Tomate	xx	x	x
<i>Physalis ixocarpa</i>	Tomate verde		x	
<i>Daucus carota</i>	Zanahoria	xx	x	x

x = cultivo que siembran menos

xx = cultivos que más siembran los beneficiarios

Cuadro 7. Uso de agroquímicos en los huertos hortícolas de las ADHL

Agroquímico	ADHL		
	Peto	Valladolid	Yaxcabá
Agrimicil ²	X	-	X
Compás ¹	XX	X	XX
Cerillo ¹	XXX	XXX	X
Doblete ¹	XX	XX	X
Esterón ²	X	X	X
Estevany ²	X	X	X
Gramoxon ²	X	XX	XX
Nervipol ²	XXX	XX	X
Paraquat ²	XX	X	X
Rapas ¹	X	X	-
Forma de adquisición			
Compra	XXX	XXX	X
Intercambio	X	XX	X
Gobierno	XX	XXX	X

X: pesticidas utilizados con poca frecuencia;

XX: pesticidas utilizados con frecuencia;

XXX: pesticidas utilizados muy frecuentemente. ¹ herbicida; ² insecticidas.

Cuadro 8. Especies arbóreas presentes en los solares

Nombre común	Componente arbóreo		ADHL		
	Nombre científico	Peto	Valladolid	Yaxcaba	
Achiote	<i>Bixa orellana</i> L.	X	-	X	
Aguacate	<i>Persea americana</i> Miller	X	X	X	
Almendro	<i>Terminalia catappa</i> L.	X	X	X	
Anona	<i>Anona reticulata</i> L.	X	X	X	
Anona colorada	<i>Annona purpurea</i> Moc y Sessé ex Dunal	X	X	X	
Balché	<i>Lonchocarpus logistylus</i> Pittier.	X	X	X	
Bonete	<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	X	X	X	
Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	X	X	X	
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King	X	X	X	
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	XX	XX	X	
Ceiba	<i>Ceiba petandra</i> (L) Gaertn	X	X	-	
Chacá	<i>Bursera simaruba</i> (L) Sarg.	X	X	X	
Choch	<i>Pouteria glomerata</i> (Miquel) Radlk	X	X	X	
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i> A D.C.	X	X	X	
Ciruela	<i>Spondias</i> spp.	XX	XX	X	
Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.	XX	XX	X	
Cocoyol	<i>Acrocomia mexicana</i> Karw. ex Mart.	X	X	X	
Flamboyán	<i>Delonis regia</i> Gul Mohr	X	X	X	
Granada	<i>Púnica granatum</i> L.	X	X	X	
Grosella	<i>Phyllanthus acidus</i> (L.) Skeels	X	X	X	
Guanábana	<i>Annona muricata</i> L.	X	X	X	
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	X	X	X	
Huaya	<i>Melicoccus olivaeformis</i> Kunth	XX	X	X	
Huano	<i>Sabal yapa</i> C. Wright ex Becc.	X	-	X	
Jabín	<i>Piscidia piscipulas</i> Sarg.	X	X	X	
Jícara	<i>Crescentia cujete</i> L.	X	-	X	
Kanisté	<i>Pouteria campechiana</i> H.B and K.	X	X	X	
Kitinché	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	X	X	X	
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	X	X	X	
Lima china	<i>Citrus aurantifolia</i>	X	X	X	

Limón	<i>Citrus limonia</i> Osbeck	XX	X	X
Limón indio	<i>Citrus limón</i> (L.)	XX	X	X
Limón país	<i>Citrus limón</i> (L.)	X	X	X
Limón dulce	<i>Citrus limettoides</i>	X	-	X
Limón persa	<i>Citrus limonia</i> Osbeck	X	X	X
Mamey	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore y Stearn	X	X	X
Mamocillo	<i>Melicoccus bijugatus</i> HBK	X	X	X
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	XX	XX	X
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	X	X	X
Nance blanco	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	X	X	X
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	X	X	X
Naranja agria	<i>Citrus aurantium</i> L.	XX	XX	X
Naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbek	XX	XX	X
Neem	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	X	-	X
Noni	<i>Morinda citrifolia</i> L.	X	-	X
Palma	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F. Cook	X	-	X
Pepino kat	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	X	X	X
Pistache	<i>Pistacia vera</i>	X	X	X
Pich	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	X	-	X
Pooc	<i>Piper nigrum</i> L.	X	X	X
Platano	<i>Musa</i> sp. L.	XX	-	X
Pixoy	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	X	-	X
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz	XX	XX	X
Roble	<i>Ehretia tinifolia</i> L.	XX	X	X
Saramuyo	<i>Annona squamosa</i> L.	X	X	X
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	X	X	X
Toronja	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	X	X	X
Tsisilché	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe in Hook.	X	X	X
Tsalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth	X	-	X
Zapote	<i>Manilkara sapota</i> (L.) Van Royen	X	X	X

X= presencia en las ADHL,
XX= especies con mayor presencia en las ADHL.

Cuadro 9. Animales de traspatio presentes en los solares de las ADHL

Animales		ADHL		
Nombre común	Nombre científico	Peto	Valladolid	Yaxcabá
<i>Gallus gallus</i>	Gallinas	X	X	X
<i>Anade malgache</i>	Gansos			X
<i>Sus scrofa</i>	Cerdo	X	X	X
<i>Oryctolagus sp.</i>	Conejo	X		X
<i>Meleagris gallopavo</i>	Pavo	X	X	X
<i>Felis silvestris catus</i>	Gato	X	X	X
<i>Columbia livia</i>	Paloma	X		X
<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro	X	X	X
<i>Anas platyrhycus domesticus</i>	Pato	X	X	X
<i>Ovis aries</i>	Borrego	X		X
<i>Bos taurus</i>	Bovino	X		X
<i>Equus caballus</i>	Caballo	X		X
<i>Serranus cabrilla</i>	Cabras			X
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado	X		x

Cuadro 10. Número de platillos elaborados según grupo de alimento e ingrediente

Alimento	No. de Platillos	Alimento	No. de Platillos
Carnes	32		
Pollo	14	Res	7
Cerdo	8	Pescado	3
Cereales y tubérculos	26		
Trigo	11	Avena	1
Maíz	11	Papa	1
Arroz	2		
Leguminosas	11		
Frijol	10	Lenteja	1
Frutas y verduras	8		
Naranja	1	Tomate	2
Limón	1	Chaya	1
Calabaza	1	Otras	2
Huevo y leche	11		
Huevo	9	Leche	2
Alimentos procesados	4		
Bebidas azucaradas	3	Embutidos	1
Total de preparaciones	94		

Cuadro 11. Alimentos y forma de acceso a estos en las ADHL

Alimento	Frec total	Compró Frec	Compró %	Produjo Frec	Produjo %	Regalo Frec	Regalo %	Alimento	Frec total	Compró Frec	Compró %	Produjo Frec	Produjo %	Regalo Frec	Regalo %
Frutas								302 76 25 206 68 20 7							
Naranja	118	14	12	96	81	8	7	Manzana	11	10	91	0	0	1	9
Limón	75	13	17	60	80	2	3	Sandía	11	7	64	4	36	0	0
Plátano	45	20	44	21	47	4	9	Toronja	6	0	0	6	100	0	0
Mandarina	25	3	12	19	76	3	12	Otros	11	9	82	0	0	2	18
Verduras								772 469 61 282 37 21 3							
Jitomate	206	142	69	61	30	3	1	Elote	18	1	6	11	61	6	33
Cebolla	256	185	72	67	26	4	2	Rábano	16	5	31	10	63	1	6
Chile	83	40	48	42	51	1	1	Chayote	15	13	87	1	7	1	7
Calabaza	51	22	43	28	55	1	2	Hojas/chaya	6	0	0	6	100	0	0
Zanahoria	37	24	65	10	27	3	8	Pepino	6	3	50	3	50	0	0
Repollo/col	36	18	50	17	47	1	3	Otras	13	9	69	4	31	0	0
Cilantro	29	7	24	22	76	0	0								
Cereales y tubérculos								1225 858 70 322 26 45 4							
Maíz	678	334	49	321	47	23	3	Avena	19	19	100	0	0	0	0
Trigo	355	345	97	0	0	10	3	Papa	123	116	94	0	0	7	6
Arroz	47	43	91	0	0	4	9	Otros	3	1	33	1	33	1	33
Leguminosas								259 229 88 22 8 8 3							
Frijol	249	219	88	22	9	8	3	Otros	3	3	100	0	0	0	0
Lenteja	7	7	100	0	0	0	0								
Carnes								277 204 74 43 16 30 11							
Pollo	129	86	67	32	25	11	9	Pescado	8	8	100	0	0	0	0
Cerdo	108	91	84	7	6	10	9	Pavo	3	1	33	1	33	1	33
Res	28	18	64	3	11	7	25	Borrego	1	0	0	0	0	1	100
Huevo y lácteos								414 307 74 95 23 12 3							
Huevo	220	131	60	87	40	2	1	Queso	47	45	96	0	0	2	4
Leche	138	122	88	8	6	8	6	Yogurt	9	9	100	0	0	0	0
Grasas								380 358 94 12 3 10 3							
Aceite	237	232	98	0	0	5	2	Mantequilla	3	3	100	0	0	0	0
Manteca	102	88	86	12	12	2	2	Margarina	1	1	100	0	0	0	0
Mayonesa	31	29	94	0	0	2	6	Crema de leche	6	5	83	0	0	1	17

Cuadro 12. Instituciones, programas y OSCs presentes en cada ADHL

ADHL / Inventario	Instituciones gubernamentales	Número de programas operando	OSC
Peto	15	33	22
Valladolid	13	37	15
Yaxcabá	15	66	27

Fuente: Elaboración propia, información recabada en la zona del proyecto

Figura 1. Agencias de Desarrollo Humano Local (2014-2016)

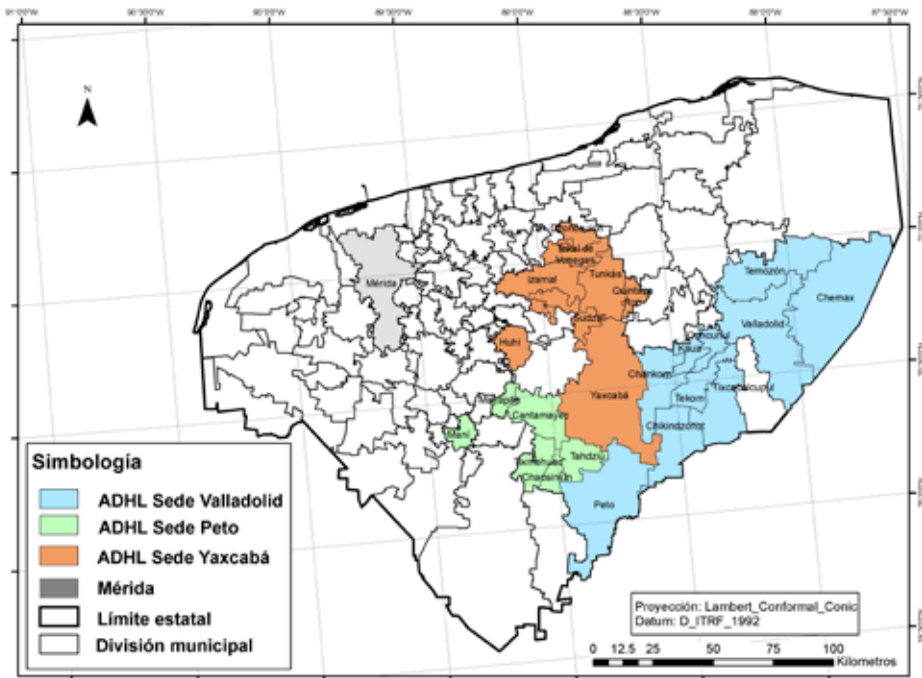
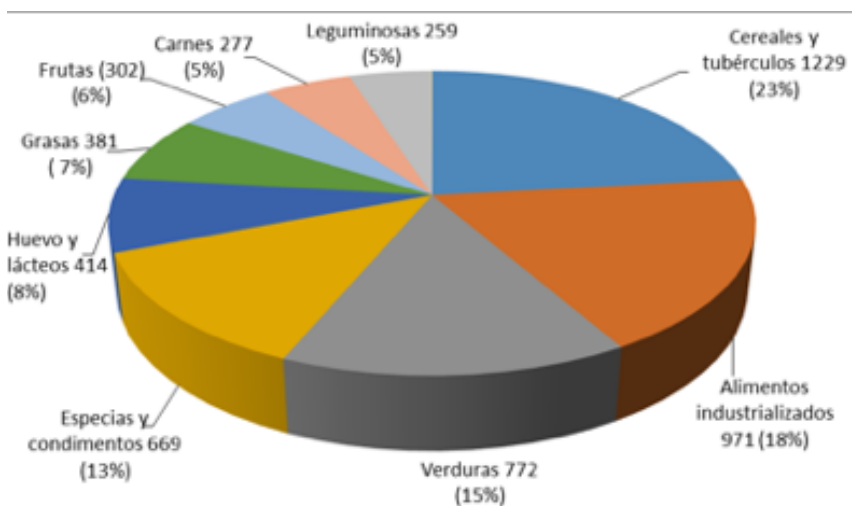


Figura 2. Huerta hortícola en Yaxcab



Gráfica 1. Distribución de la frecuencia y porcentaje del consumo de ingredientes.
Las tres especies de oleginosas utilizadas no se representan en la gráfica



7.3 Sistemas (etno)agroforestales y problemas ambientales en México: los contextos, las éticas y las políticas

Ana Isabel Moreno-Calles¹

Paola Guadalupe Maldonado Canel¹

Jesús Juan Rosales-Adame²

Fernando Antonio Rosete Vergés¹

Correo de correspondencia: isabel_moreno@enesmorelia.unam.mx

Resumen

Los sistemas agroforestales proporcionan beneficios ambientales y sociales que incluyen la conservación o incremento de la diversidad biológica y biocultural, la estabilidad climática, el mejoramiento de la fertilidad de los suelos y la disminución de la erosión, el mantenimiento y recarga de las fuentes de agua, la satisfacción de las necesidades locales y globales, la seguridad y la soberanía alimentaria, la generación de ingresos, la disminución de la

¹ Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia. Licenciatura en Ciencias Ambientales. Red Temática de Sistemas Agroforestales de México. Laboratorio de Estudios Transdisciplinarios Ambientales. Universidad Nacional Autónoma de México.

² Departamento de Ecología y Recursos Naturales-Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara.

pobreza e incremento de las condiciones de equidad. Debido a la relevancia reconocida en estas formas de manejo para contribuir a resolver problemas ambientales, el papel de las políticas públicas y las instituciones locales, así como las éticas que las norman y su relación con el estado actual de la agroforestería, están creciendo en interés en México y a nivel global. Este capítulo tiene como objetivo integrar una síntesis comprensiva de carácter heurístico sobre las relaciones entre las políticas públicas, las formas de gobierno de bienes comunes, las redes académicas y sociales relacionadas con la agroforestería en el país y su capacidad de incidencia en los problemas ambientales y sociales que se viven en México. El capítulo está organizado en las siguientes secciones: 1. el contexto ambiental y la etnoagroforestería en México; 2. la pertinencia de la discusión de los conceptos sobre los sistemas agroforestales en México y su relación con las éticas y políticas; 3. las éticas y lo común en el manejo (etno)agroforestal; 4. los acuerdos internacionales, las leyes nacionales y las políticas públicas en México en relación con el manejo agroforestal; 5. barreras de las políticas públicas, los problemas ambientales y los sistemas agroforestales de México; y 6. objetivos y prioridades para la agroforestería, las instituciones y las políticas en México.

Palabras clave: agroforestería, valores, intereses, instituciones, procomún

Abstract

Agroforestry systems provide environmental and social benefits that include the conservation or increase of biological and biocultural diversity, climatic stability, the improvement of soil fertility and the reduction of erosion, the maintenance and recharge of water sources, the satisfaction of global and local needs, food security and food sovereignty, the generation of income and the reduction of poverty and the increase of conditions of equity. Due to the recognized relevance in these management forms to help solve environmental problems, the role of public policies and local institutions, as well as the ethics that regulate them and their relationship with the current state of agroforestry, are growing in interest in Mexico and globally. The aim of this chapter is to integrate a comprehensive synthesis of a heuristic nature on the relationships between public policies, forms of governance of common goods, academic and social networks related to agroforestry in the country and their capacity to influence environmental problems and social networks that are lived in Mexico. The chapter is organized in the following sections: 1. The environmental context and ethnoagroforestry in Mexico; 2. The relevance of the discussion of concepts on agroforestry systems in Mexico and their relationship with ethics and policies; 3. Ethics and the common in the management (ethno) agroforestry; 4. International agreements, national laws and public policies in Mexico regarding agroforestry management; 5. Barriers to public policies, environmental problems and agroforestry systems in Mexico; and 6. Aims and priorities for agroforestry, institutions and policies in Mexico.

Keywords: agroforestry, values, interests, institutions, commons

Introducción

La humanidad enfrenta importantes retos ambientales y sociales. Estas situaciones son reconocidas como expresiones de las relaciones de las sociedades humanas con las naturalezas, los ambientes, las sociedades y las culturas que compartimos este tiempo y espacio (Huutoniemi y Tapio, 2014). Lo anterior hace que las soluciones de los problemas ambientales de nuestro tiempo requieran de la articulación y la colaboración entre las distintas y variadas comunidades humanas de las que somos parte. Es necesario tomar en cuenta no solo una historia, no solo las historias de los vencedores como las únicas formas de creencias, conocimientos, valores, e intereses válidos, sino también las de los vencidos, de los errores, de las experiencias no dominantes (Sousa Santos, 2018). La historia de los ambientes mexicanos es una expresión de las formas de relación que los habitantes de este territorio han establecido a lo largo del tiempo y de los procesos de colonialidad, patriarcado y capitalismo que siguen rigiendo nuestras formas de relación expresadas en los sistemas ambientales en que actualmente coexistimos. En México se vive la acelerada pérdida de sistemas ambientales y de las distintas formas de expresión de la diversidad que albergan por la erosión y degradación de los suelos y la creciente pérdida de seguridad y soberanía alimentaria, energética e hídrica (Merino y Velázquez, 2018).

Las estrategias del sector académico y social para la transformación de las situaciones ambientales y sociales actuales involucran la incidencia en los ámbitos éticos, sociales y políticos. En este texto se parte de la definición de política pública de Velázquez (2009, 156):

Política pública es un proceso integrador de decisiones, acciones, inacciones, acuerdos e instrumentos, adelantado por autoridades con la participación eventual de los particulares, y encaminado a solucionar o prevenir una situación definida como problemática. La política pública hace parte de un ambiente determinado del cual se nutre y al cual pretende modificar o mantener.

Otra forma de aproximación para la transformación de nuestras realidades ha sido a través de las formas de autorregulación y coordinación social reconocidas en la literatura científica como gobierno de los comunes, procomún o instituciones locales, de los cuales se reconocen numerosos ejemplos en México y el Mundo (Ostrom, 2000; Bollier, 2016). En el contexto de las múltiples crisis enfrentadas, ambas estrategias son relevantes para asegurarnos un buen vivir como especie y de las otras especies con las que se comparte la existencia.

Los sistemas agroforestales (SAF) han sido reconocidos en la literatura científica como formas de manejo de la tierra que integran deliberadamente a la diversidad agrí-

cola y forestal en sistemas permanentes o secuenciales con objetivos de conservación, aprovechamiento o restauración (Atangana et al. 2013). Los sistemas agroforestales proporcionan beneficios ambientales y sociales que incluyen la conservación o incremento de la diversidad biológica y biocultural, la estabilidad climática, el mejoramiento de la fertilidad de los suelos y la disminución de la erosión, el mantenimiento y recarga de las fuentes de agua, la satisfacción de las necesidades globales y locales, la seguridad y la soberanía alimentaria, la generación de ingresos y la disminución de la pobreza e incremento de las condiciones de equidad (Jose, 2009; Montagnini et al. 2015; Moreno-Calles et al. 2016a).

Debido a la relevancia reconocida en estas formas de manejo para contribuir a resolver problemas ambientales, el papel de la política pública y su relación con el estado actual de la agroforestería es un tema recientemente abordado por publicaciones internacionales en cuatro continentes como África (Msuya y Kideghesho, 2012), Asia (Chavan et al., 2015), Europa (Mosquera-Losada et al. 2016; Den Heder et al. 2017) y América (Jacobi, 2016). En el 2015 fue publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) el manual "Promoviendo la agroforestería en la agenda política: Un manual para tomadores de decisiones" integrando la experiencia de manejadores y académicos en su elaboración. En el reciente año, la relación de las políticas públicas y la agroforestería han sido temas abordados en las reuniones de investigadores, integrantes de entidades gubernamentales y practicantes agroforestales en el continente americano: Association for Temperate Agroforestry (AFTA) en Estados Unidos de Norteamérica (2017), Rede de Sistemas AgroFlorestais Agroecológicos do Sul do Brasil (Rede SAFAS, 2017), el XI Seminario Internacional de Agroforestería en Colombia (2017), Red Agroforestal para el Desarrollo Sostenible en Guatemala (2018) y la Red Temática de Sistemas Agroforestales de México (RedSAM) en 2017 y 2018, así dando cuenta de la relevancia de estas temáticas para la educación, la investigación, el diseño, la implementación y el mantenimiento de estas formas de manejo en México y el mundo. En México se discute cuáles son los cambios requeridos para las políticas públicas para efectivamente incidir en soluciones a los problemas ambientales que nos aquejan como sociedad. La agenda ambiental es un ejercicio serio en el que se proponen los temas relevantes, en materia de política pública y ambiente, y las alternativas de incidencia, reconociendo a los sistemas agroforestales como alternativas para resolver problemas ambientales relacionados con la alimentación, la agricultura y los suelos (Cotler et al. 2018).

Este documento tiene como objetivo integrar una síntesis comprensiva de carácter heurístico sobre las relaciones entre las políticas públicas, las formas de gobernanza de bienes comunes, las redes académicas y sociales relacionadas con la agroforestería en el país y su capacidad de incidencia en los problemas ambientales y sociales que se viven en México. Asimismo, presenta un análisis de los trabajos que existen en política pública y agroforestería a nivel global y nacional y la integración de la experiencia en

el ámbito de la etnoagroforestería en México, para aportar elementos de reflexión en la docencia, la investigación y la acción en el país. Asimismo, se revisa cómo estas formas de manejo pueden ser abordadas como bienes comunes en distintos contextos de nuestro país de acuerdo con las experiencias de investigación, docencia y vinculación con redes académicas y sociales.

Se revisaron publicaciones relevantes a nivel internacional que relacionaban las políticas públicas y su incidencia en el manejo agroforestal en África: (Msuya y Kideghesho, 2012), Asia (Chavan et al. 2015), Europa (Mosquera-Losada et al. 2016; Den Heder et al. 2017) y América (Jacobi, 2016) y un manual publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO, 2015) que integra información de expertos sobre política pública y agroforestería para los tomadores de decisiones.

Los trabajos empleados en el análisis a nivel nacional se encontraron en buscadores especializados como Google Académico, Scopus, Bibliotecas Digitales de Universidades, Institutos y Centros de Investigación, así como redes académicas tales como Researchgate y Academia.edu. Las palabras clave empleadas en inglés y español fueron: Políticas Públicas, Sistemas Agroforestales, Agroforestería, Prácticas Agroforestales y México. También se consultó la Base de Datos de Sistemas (etno)agroforestales en México en www.red-sam.org y se eligieron los trabajos que integraban información o recomendaciones en el ámbito de política pública o de instituciones, acuerdos o normatividad colectiva en relación al manejo agroforestal.

El grupo de investigación entrevistó actores claves relacionados con la política pública y los manejadores agroforestales. Además, consultó, participó u organizó reuniones internacionales y nacionales que incluyeron temas de política pública y agroforestería con colaboración con redes académicas como Association for Temperate Agroforestry (AFTA) (2017), Rede de Sistemas Agroflorestais Agroecológicos do Sul do Brasil (Rede SAFAS, 2017), Red Temática de Sistemas Agroforestales de México (2017 y 2018) y Red Agroforestal para el Desarrollo Sostenible, Guatemala (2018). Para el análisis de los textos se empleó el software Atlas.ti 8, para crear familias y códigos sobre las categorías relevantes.

El capítulo está organizado en las siguientes secciones:

1. El contexto ambiental y la etnoagroforestería en México
2. La pertinencia de la discusión de los conceptos sobre los sistemas agroforestales en México y su relación con las éticas y políticas
3. Las éticas y lo común en el manejo (etno)agroforestal
4. Los acuerdos internacionales, las leyes nacionales y las políticas públicas en México en relación con el manejo agroforestal
5. Barreras de las políticas públicas, los problemas ambientales y los sistemas agroforestales de México, y
6. Objetivos y prioridades para la agroforestería, las instituciones y las políticas en México.

El contexto ambiental y la etnoagroforestería en México

De acuerdo con la FAO (2015), en México el 80% de los bosques (55.3 millones de hectáreas) tienen una forma de tenencia de la tierra comunal y ejidal, bajo el manejo de 30 000 comunidades, pueblos o ejidos. Adicionalmente el 81% de las unidades rurales corresponden a unidades familiares de manejo. En nuestro país, 7.2 millones de personas son hablantes de alguna de las 68 lenguas originarias y 25.7 millones se adscriben como integrantes de alguna familia, municipio o grupo de pueblos originarios (INEGI, 2015).

Estudios previos proponen que la existencia actual de los sistemas (etno)agroforestales es coincidente con la presencia de la población de los pueblos originarios en México, y parte importante de la diversidad biocultural y de sus territorios están registrados en ambientes templados, tropicales y semiáridos (Moreno-Calles et al. 2013, 2014 y 2016a). El manejo agroforestal se ha documentado en siete tipos de sistemas diferentes, que incluyen a los huertos familiares, practicados por cuando menos 25 de los pueblos originarios, además de agricultores y campesinos en contextos rurales, urbanos y periurbanos. Los agrobosques tropicales como el *kuojtakiloyan*, el *telom*, el *piñal* y el *cacaotal* para la producción de café, cacao, vainilla y piña; la agricultura de descanso largo o roza, tumba y quema y tumba y roza considerados sistemas itinerantes que alternan a la diversidad agrícola y forestal como es el *tlacolol* y la milpa maya; la agroforestería de campos drenados, campos elevados o de humedales, como es el caso de las *chinampas* y los *calales* del centro de México; la agroforestería de las zonas semiáridas y áridas de Baja California Sur y Norte con los oasis, San Luis Potosí con los jardines del desierto, Guanajuato y sus *tajos*, y Puebla y Oaxaca con sus bosques de cactáceas agroforestales en integración con milpa; las terrazas agroforestales practicadas en las zonas templadas del centro de México, en los estados de Tlaxcala, como es el caso del *metepantle*; y el Estado de México, Puebla y Michoacán y la riqueza de sistemas agrosilvopastoriles realizados en varias zonas del país (Moreno-Calles et al. 2013 y 2016a). También se propone que estas formas de manejo son practicadas principalmente en tierras comunales y ejidales donde las decisiones se realizan a través de asambleas, las cuales son instituciones relevantes para la construcción de acuerdos en relación con el territorio, el acceso a la tierra, los derechos sobre la tierra, el acceso y restricción a la diversidad forestal y agrícola, el agua, entre otros temas relacionados con las formas agroforestales de manejo. También existen otras formas de manejo agroforestal reconocidas en la literatura científica como *scientific based* o de reciente creación. Estas formas de agroforestería incluyen alrededor de 197 publicaciones en México indizadas en Scopus. En conjunto, los sistemas agroforestales de reciente creación y los sistemas (etno)agroforestales integran un universo de más de mil publicaciones, lo que da cuenta de la relevancia de estas formas de manejo en nuestro país.

La pertinencia de la discusión de los conceptos sobre sistemas agroforestales para las políticas públicas en México

El término agroforestería es una palabra polisémica que hace referencia a la práctica, el arte y a la disciplina científica que estudia la diversidad de estas formas de manejo de la tierra. Varios autores proponen que es una palabra nueva para prácticas tan antiguas como el origen de la agricultura. La agroforestería tiene sus raíces en el concepto de agrosilvicultura (King, 1968). Los primeros autores que abordaron esta conceptualización fueron Lundgren y Raintree (1983) y propusieron a la agroforestería como un nombre colectivo para sistemas de uso de la tierra, prácticas y tecnologías donde las perennes leñosas (árboles, arbustos, rosetófilas, pastos perennes, bambús) son deliberadamente integrados con cultivos agrícolas y animales en la misma unidad de manejo en una secuencia espacial y temporal. Nair (1982 y 1985) también fue pionero en la publicación de manuscritos donde se propone una primera clasificación de estas formas de manejo, la cual es un referente a nivel global. En los años noventa, a partir del trabajo del autor mencionado, se logró un consenso que permitiera reconocer a los sistemas agroforestales como una forma de manejo de la tierra específica de interés interdisciplinario y de la justificación del nacimiento de una disciplina científica que lo abordará. No obstante, el concepto de agroforestería, sistemas y prácticas agroforestales tuvieron su origen en el inventario de las formas locales o tradicionales de manejo agroforestal a nivel global. A la luz de la nueva disciplina, estas formas empezaron a ser relegadas en el reconocimiento de los sistemas agroforestales ganando paso la homogeneización de la clasificación de estas formas de manejo a partir de los llamados sistemas agroforestales “basados en la ciencia” o “de reciente creación”.

Lo anterior se expresa hasta la actualidad en la falta de reconocimiento de los sistemas (etno)agroforestales como formas de manejo agroforestal para ser considerados seriamente como formas de manejo alternativas a los modelos actuales de producción, para ser estudiados y reconocidos en la literatura global y en la política pública mexicana y para ser valorados como formas actuales y pertinentes para el manejo de la diversidad biológica y cultural. Otras contribuciones de estos sistemas son el mantenimiento de las fuentes de agua, la generación de beneficios ambientales y económicos y como alternativas para adaptación y mitigación al cambio climático, comprendiéndolos no solo como formas atrasadas, antiguas, reminiscencias o curiosidades del pasado. Estas formas de manejo siguen en constante transformación, creación y continuidad.

Adicionalmente, en las formas de manejo actual, especialmente para México, otro tema importante que ha suscitado discusión es el reconocimiento de las diferencias en los conceptos de árbol, de lo forestal y de lo silvestre, así como el reconocimiento de lo forestal más allá de lo vegetal, como es demostrado en el manejo de especies de plantas, animales y hongos en los sistemas etnoagroforestales (capítulo “2.10 Agrobosques mexicanos” de este libro). Adicionalmente, el otro reconocimiento en un sentido amplio, para discutir sobre el tema agrícola más allá del concepto de plantas domesticadas, incluyendo a plantas bajo cultivo y la incorporación de especies de animales y plantas bajo esquemas avanzados de domesticación que en la actualidad se reconocen como formas de manejo agrícola (Blancas et al. 2010). Un elemento adicional para discutir es el énfasis en las interacciones que son establecidas en estas formas de manejo y no solo en los componentes del sistema. Con estos elementos, entonces, es posible ampliar la base de lo que se han considerado formas de manejo agroforestal que son más amplias que solo las reconocidas como de reciente creación para el caso de México, y posiblemente también para los países que albergan diversidad biocultural o que son centros de origen o de domesticación. Además, será relevante reconocer la gran diversidad de especies con la que es posible la creación o enriquecimiento de estas formas de manejo, contando con un acervo de alrededor de 4 000 especies útiles en México, refiriéndonos solo a las plantas (Caballero et al. 1998).

Las éticas y lo común en el manejo (etno)agroforestal

Las éticas en el manejo (etno)agroforestal

En contextos de crisis, pareciese que lo más relevante es la obtención de recursos económicos, de trabajo y de utilidad o beneficio en las relaciones que se establecen con la diversidad. Expresiones recurrentes de los campesinos frente a la pregunta de por qué mantener árboles en las parcelas agrícolas tales como “si se acaban las plantas se acaba todo hasta uno”, “el derecho de existir de las plantas y los animales”, como además de las ideas de salvaguardar a las plantas para las generaciones futuras, hablan de la presencia de una ética que reconoce el valor intrínseco de la biodiversidad que valora a las generaciones posteriores de humanos y a la diversidad en sí misma. Este es un tema que requiere un análisis más profundo, pero que en definitiva incide en el manejo de la diversidad de plantas, animales, hongos, suelos, espacios, y fuentes de agua en los SAF. Lo anterior ha sido documentado en entrevistas realizadas por los autores de este manuscrito en varias ocasiones y en distintos contextos ambientales.

El involucramiento emocional de la gente con la tierra y las cosas vivas, con la belleza aportada por estos paisajes por la sensación de bienestar que la gente experimenta en esta relación, en la propia satisfacción de la autosatisfacción de las necesidades, sin duda, contribuye también a las interacciones benéficas de las personas con la naturaleza en general y con la diversidad biológica en particular, pues la tierra provee un fuerte sentido de identidad a un grupo social, a una forma de vida, a una manera de organización presente en México y que norma las decisiones de manejo sobre la diversidad silvestre y cultivada en las formas de manejo agroforestal. También se expresa en el compromiso que se tiene con los ancestros por la herencia de estos paisajes requeridos de salvaguarda para generaciones futuras.

El tiempo de relación entre los seres humanos y el entorno en el que habitan puede ser diferente si se ha desarrollado una larga historia, como es el caso de muchas comunidades campesinas e indígenas, o si la interacción es reciente, como en las sociedades industriales. Por ejemplo, en el centro de México, el valle de Tehuacán y la península de Yucatán es bien sabido que la interacción entre los seres humanos y la diversidad biológica tiene una historia de miles años (McNeish, 1967). Esta situación desde luego ha influido en la relación entre las comunidades humanas y la biodiversidad: existen numerosas expresiones de esta relación, como una alta dependencia de la diversidad en su estrategia de subsistencia actual de las comunidades que habitan estos lugares, por ejemplo alrededor del 60% del inventario de plantas en valle de Tehuacán son útiles (Lira et al. 2009), el 30% de ellas reciben alguna forma de manejo distinta a la recolección simple, encontrándose a varias de estas especies en sistemas agroforestales (Blancas et al. 2010), los que pueden considerarse como laboratorios-paisajes de transición entre lo salvaje y lo domesticado y que podrían ser los primeros escenarios del origen de la agricultura en México (McNeish, 1967). Las relaciones anteriores son necesarias de tomar en cuenta en el diseño de las políticas públicas y en el fortalecimiento de estas formas de manejo.

Lo común, el manejo etnoagroforestal y sus beneficios

Otro elemento importante que regula la relación entre los seres humanos y la diversidad en el manejo (etno)agroforestal se expresa en el papel de las instituciones, las normas y los acuerdos colectivos en relación con la diversidad que es considerada un bien común o un procomún. Lo común funciona porque las personas llegan a conocer y a experimentar las condiciones singulares de la gestión de un recurso, y terminan dependiendo los unos de los otros, encariñándose con este bosque o ese lago, con esa parcela (Bollier, 2016), con el color de una flor, con la temporalidad de un paisaje, con la espera de la lluvia, con el aroma del suelo, con el sudor del trabajo con la tierra, con el sabor y color de una fruta, de una tortilla, de un quelite o una hierba aromática: con la diversidad.

No obstante, las interacciones humanas con la diversidad son complejas, los árboles, los arbustos, las hierbas, las aves, los mamíferos, los réptiles, los anfibios, los hongos silvestres o manejados *in situ* en los SAF, aunque se encuentran en las parcelas ejidales, comunales o incluso de pequeña propiedad, suelen ser consideradas como un bien común por varios grupos humanos independientemente de que sean derivados de la vegetación original o que hayan sido tolerados, promovidos o cultivados. Una especie puede considerarse benéfica y dañina a la vez. Este es el caso de algunas especies de aves en sistemas agroforestales del valle de Tehuacán, que se considera que afectan porque consumen las semillas de algunos cultivos y, al mismo tiempo, benéfica por su canto y por lo tanto tolerada en los campos de cultivo. También es así para los árboles, los arbustos, u otras perennes como las plantas suculentas o rosetófilas, puesto que pueden dar sombra que no permite que crezca una parte de los cultivos (por ejemplo el maíz), pero se considera dejar en las parcelas agroforestales por su sombra para las personas, el ganado u otros cultivos de interés, por sus frutos, flores, raíces o tallos comestibles, porque es escasa, por la belleza que aporta al lugar, porque no estorba, porque cuesta más trabajo quitarla que dejarla, permite guardar la comida, arcinar el alimento del ganado, indica cómo vendrá el clima, permitirá la percha de aves, será hábitat de especies útiles, con su hojas dará abono para el suelo, tendrá flores olorosas, bonitas o comestibles, servirá para la leña cuando se sequen algunas de sus ramas, llamará el agua, protegerá el agua, vivirán ahí entidades benéficas y malignas, porque los abuelos lo sembraron, porque ellos lo cuidaron o porque la historia de la relación con ese lugar y ese organismo ha sido construida.

Algunas de las normas que se han registrado que favorecen el mantenimiento de la biodiversidad en las parcelas agrícolas incluyen la protección de: i) algunas comunidades biológicas o parches de hábitats, a partir de las restricciones al acceso del ganado, principalmente de cabras a las parcelas agrícolas para la recuperación de los árboles y arbustos y la disminución del pisoteo del suelo; ii) la protección total de ciertas especies consideradas claves, por ejemplo, las restricciones a la recolección permitiendo recolectar solo partes de los individuos o solo por un tiempo corto para permitir la recuperación del mismo; iii) la protección de algunos estados críticos de la historia de vida, por ejemplo, las restricciones al corte de árboles adultos en las parcelas debido a la percepción de la disminución de algunas especies de árboles o de la extinción de especies en particular y la protección de plántulas y juveniles; y iv) la supervisión del manejo de la biodiversidad, que se expresa en un reglamento escrito acordado por las comunidades que manejan los SAF y de comités de vigilancia locales que se encuentran presentes en varios de los estudios de caso revisados (Moreno-Calles et al. 2010 y 2012). Todos los elementos anteriores favorecen el manejo agroforestal.

Los acuerdos internacionales, las leyes nacionales y las políticas públicas en México en relación con el manejo agroforestal

Como mostramos en las secciones anteriores, las relaciones morales tienen un papel relevante en el mantenimiento de la diversidad en el manejo agroforestal. En esta sección se abordará el papel de las leyes, acuerdos y políticas públicas que se identifica que inciden en esta forma de manejo.

Reuniones internacionales

En relación con las reuniones internacionales en las cuales se reconoce el potencial de la agroforestería para contribuir a la sustentabilidad global, México ha participado en las siguientes: i) Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC); ii) Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC); iii) Convención de las Naciones Unidas para Combatir la Desertificación (UNCCD); y vi) Convención de la Diversidad Biológica (CBD), por sugerir las más notables. Esto compromete en alguna medida la incorporación de los compromisos establecidos en estas reuniones con respecto a la política local, entre las cuales destacan la reducción y eventual erradicación en la tasa de deforestación, la promoción de prácticas agrícolas sustentables, el financiamiento y capacitación en nuevas tecnologías para lograrlo. De los acuerdos e inquietudes de estas reuniones surge la necesidad de incluir algunas temáticas que se relacionan con los sistemas agroforestales a la agenda gubernamental, promoviendo políticas públicas y programas derivados de estas para atender dichas problemáticas.

Con base en algunas de estas reuniones, México realiza informes de actividades, en particular para la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC). Dichos reportes incluyen compromisos y medidas tomadas para cumplirlos. En el Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2015), en el apartado referente a compromisos, oportunidades y necesidades, dentro del sector agropecuario, se mencionan a los sistemas agroforestales y se reconoce la capacidad de estos para mejorar la productividad y la diversidad de las cosechas; asimismo, se reconoce la necesidad de fomentar y apoyar la generación de cadenas productivas que apoyen a la producción rural sustentable. En este mismo reporte de actividades se hace mención del Programa de Servicios Ambientales por Captura de Carbono, Conservación de la Biodiversidad y Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA), el cual busca reducir la tasa de deforestación y brinda un sistema de di-

verificación de ingresos por medio de incentivos económicos por conservación de la porción forestal de estos sistemas. En el quinto informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2014) se incluye un resumen para tomadores de decisiones, específicamente para quienes se encargan de diseñar las políticas públicas; aunque en este manual no se mencionan directamente a los sistemas agroforestales, se hace énfasis en que no existen soluciones únicas, que las soluciones a la situación de cambio climático que se enfrenta a nivel mundial deben ser una serie de acciones coordinadas y que el grado de éxito que estas puedan llegar a tener depende tanto del buen diseño de las políticas como de la coordinación y cooperación en todos los niveles de gobierno para lograr la adaptación y mitigación del cambio climático.

Leyes nacionales, iniciativas y políticas públicas

Los sistemas agroforestales son reconocidos en la actual Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la cual en su artículo 88 establece que:

El aprovechamiento de recursos y materias primas forestales para uso doméstico se sujetarán a lo que establezca el Reglamento. Las actividades agroforestales y silvopastoriles se sujetarán a lo que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas que al respecto emita la Secretaría. Las actividades de pastoreo en terrenos forestales se sujetarán a lo que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas que al respecto emita la Secretaría.

Entre los principales temas a abordar en las publicaciones internacionales entre sistemas agroforestales, problemas ambientales y políticas públicas (PP) se identifican a: la necesidad de coherencia en PP entre organismos institucionales internacionales y nacionales; el monitoreo, evaluación y seguimiento de las PP; la certeza de la tenencia de la tierra y de los árboles; políticas públicas que coadyuven a la adaptación y mitigación del cambio climático; retos a la adopción; políticas claras con financiamientos adecuados; políticas públicas que involucren a los sistemas agroforestales en la seguridad y soberanía alimentaria; consideración a necesidades, conocimientos y preocupaciones locales para el diseño de las políticas públicas; necesidades de infraestructura, incentivos y capacitación y políticas públicas dirigidas al desarrollo rural que prioricen prácticas agroforestales con respecto a otras prácticas agrícolas (Tabla 1).

En cuanto a México, se han identificado quince publicaciones que relacionan a las políticas públicas, el manejo agroforestal y los problemas ambientales (Tabla 2), también se identificaron sesenta publicaciones donde se hacen sugerencias desde la academia a las políticas públicas en México (Tabla 3).

A continuación, se presentan algunos ejemplos de las políticas públicas identificadas a nivel nacional, dentro de diferentes instancias o programas. La Comisión Nacional Fo-

restal (Conafor) es un cuerpo descentralizado creado en 2001 por decreto presidencial en México cuyo objetivo es desarrollar, favorecer y promover actividades productivas, de conservación y restauración en silvicultura, así como participar en la formulación de planes y programas y la implementación de la política de desarrollo forestal sustentable. Esta comisión tiene programas relacionados a los sistemas agroforestales. Los programas Pronafor y la estrategia REDD+, están focalizados en la reducción de la deforestación y degradación, restauración ecológica y sistemas agroforestales en áreas tropicales que son financiadas por Conafor, el cual aporta soporte económico y técnico en la península de Yucatán, la Selva Lacandona en Chiapas y la Costa de Jalisco, entre otras regiones prioritarias a nivel nacional donde se han registrado, aparentemente, mayor deforestación y degradación. El apoyo ha sido dirigido a comunidades, ejidos y pequeños propietarios en estos lugares interesados en la restauración de áreas degradadas, implementación de módulos agroforestales relacionados con captura de carbono y para reducir la deforestación. Es importante mencionar que es esta zona en la que existe un mayor número de trabajos encontrados que relacionen las políticas públicas y los sistemas agroforestales. La mayoría de estos trabajos se enfocan en apoyos para el manejo de cafetales y cacaotales. La política pública que abordan es la de Pago por Servicios Ambientales (PSA), la cual es un instrumento de la política ambiental para la conservación de la biodiversidad, la mitigación del cambio climático y la permanencia de los servicios hidrológicos; dichos trabajos hacen referencia a la necesidad de hacer evaluaciones sobre los impactos que tienen estos programas a diferentes escalas, así como la necesidad de que aquellos que diseñan las políticas públicas tomen en cuenta las problemáticas y necesidades locales para el diseño de estas, ya que esto podría tener un papel muy importante en la implementación, adopción y éxito de los programas que surgen de estos instrumentos.

Para las zonas áridas y semiáridas, los programas que han sido desarrollados han dado soporte principalmente en la zona norte del país, como el Programa Prodesnos (Programa de Desarrollo Sustentable para Comunidades Rurales e Indígenas del Noroeste Semiárido) bajo la responsabilidad de Conafor. El programa en su momento (2013) otorgó apoyos para el desarrollo de viveros, el establecimiento de módulos agroforestales y silvopastoriles en los estados de Baja California Sur, Sonora, Chihuahua y Coahuila. El programa también fue relacionado a la seguridad alimentaria de estas regiones (IFAD, 2013).

En el 2016, a través de la Comisión Nacional de Zonas Áridas (Conaza), la cual depende de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (Sagarpa), surge Prodeza (Proyecto Estratégico para el Desarrollo de Zonas Áridas). El objetivo específico de Prodeza es promover el desarrollo humano y patrimonial de acuerdo con las condiciones de las zonas áridas y semiáridas y de aquellas regiones que trascienden los límites y que, dado a los actuales niveles de degradación de los territorios agrícolas,

son considerados en proceso de desertificación. Lo anterior, de acuerdo con Conaza (2017), “con una aproximación comprensiva y de desarrollo territorial en atención a las necesidades prioritarias y de la gente” tales como: 1) la disponibilidad de agua; 2) la reconversión a tecnologías y especies con gran adaptabilidad y acceso al mercado; 3) la regulación y planeación en el uso de tierras de agostadero y de ganado extensivo; 4) la incorporación de los productores para la generación de valor agregado para la producción primaria; y 5) todas las formas de uso sustentable de recursos. Los apoyos de este programa incluyen a los estados de Oaxaca, Puebla, Nuevo León, Coahuila, Durango y Zacatecas. El programa ha tenido énfasis en desarrollo agrícola, mitigación del cambio climático y seguridad alimentaria. El programa promueve la implementación de la agroforestería aunque no beneficia a sistemas agroforestales ya establecidos como son los sistemas etnoagroforestales reconocidos en las regiones semiáridas de los estados de Oaxaca, Puebla y San Luis Potosí, de los cuales se menciona que solo han sido apoyados por el PSA.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap) que forma parte de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (Sagarpa), ha promovido desde 2014 el uso de sistemas agroforestales para la reforestación y la recuperación de la biodiversidad en el norte del país con la reproducción en viveros semi-comerciales y la plantación de la jojoba (*Simmondsia chinensis*). Por otra parte el Cuarto Informe Nacional de México al Convenio sobre Diversidad Biológica, realizado en 2009 por la Semarnat en coordinación con la Conabio, reconocen algunas de las funciones de los sistemas agroforestales y su colaboración en la solución de problemas ambientales.

Conafor ha apoyado directamente a sistemas agroforestales y silvopastoriles donde principalmente se produce cacao y café. Los sistemas agroforestales tienen potencial de reconocimiento, promoción y soporte. Para otras agencias descentralizadas tales como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de Biodiversidad (Conabio), la cual tiene entre sus estrategias el soporte a formas de manejo a través de un Proyecto GEF de la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ) para la protección de la agricultura tradicional, muchos de estos sistemas pueden ser considerados sistemas agroforestales y los proyectos productivos impulsados por el Corredor Biológico Mesoamericano.

En Jalisco desde el 2011 con la implementación de Acciones Tempranas REDD+ se desarrolló el “Programa Especial Cuencas Costeras del Estado de Jalisco”. En cinco cuencas correspondientes a la región terrestre prioritaria Chamela-Cabo Corrientes se ha estado trabajando en el diseño e implementación de mecanismos tendientes a detener la deforestación y degradación de los ecosistemas y el impulso al desarrollo rural sustentable, además de la generación de plataformas para la promoción estrategias agroforestales, varias de las cuales fueron materializadas a partir del año 2016 con financiamiento para sistemas silvopastoriles y agroforestales.

Barreras de las políticas públicas, los problemas ambientales y los sistemas agroforestales de México

La desarticulación gubernamental y los programas contradictorios que tienen relación con estas formas de manejo son una constante en la ejecución de las políticas públicas, por ejemplo, entre Conafor (Comisión Nacional Forestal) con Pronafor (Programa Nacional Forestal), Conanp (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) en cooperación con Conafor y Sagarpa (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) con Procampo (Programa de Apoyos al Campo) (Tabla 4). En este aspecto, la discusión sobre la conceptualización de lo agroforestal es relevante, donde se consideren además de los cultivos o de los árboles a otros componentes como plantas, animales y hongos en distintas formas de relación con los seres humanos. Otra de las principales limitaciones son la carencia de análisis y evaluación de los procesos para identificar los beneficios reales y las implicaciones de la implementación de los programas para el abordaje de las problemáticas que se proponen a resolver. También la falta de continuidad en los apoyos gubernamentales de acuerdo con las políticas y prioridades sexenales. Programas que promueven el uso de fertilizantes desincentivan el cultivo de árboles fijadores de nitrógeno, además de que dichos programas están orientados a la intensificación de la producción agrícola y dejan de lado la sustentabilidad de esta y por tanto la conservación de la biodiversidad.

Existe un reconocimiento desde la academia de las múltiples funciones y beneficios que estos sistemas proveen a la resolución de las problemáticas ambientales que se enfrentan a nivel mundial y que son reconocidas desde la agenda gubernamental. Asimismo, se exhorta a aquellos que diseñan las políticas públicas a hacer uso de este conocimiento y de tomar en cuenta las visiones de los manejadores de los sistemas para que se considere la visión de todos los actores involucrados en el proceso de diseño, implementación y evaluación de las políticas públicas referentes a sistemas agroforestales. Es necesario que se reconozca que existe todo un abanico de sistemas agroforestales y que cada uno tiene sus particularidades pero que convergen en muchas de sus características. Esto es necesario para poder impulsar un proceso de cooperación tanto social como político para erradicar la competencia directa entre los programas institucionales y que se creen programas capaces de reconciliar las necesidades de estos sistemas y sus aptitudes para solucionar problemáticas a nivel nacional.

Programas y propuestas de gobierno desincentivadores del manejo agroforestal

- Carencia de participación de los especialistas académicos y de campo (campesinos, productores, pequeños propietarios, organizaciones de la sociedad civil) en las temáticas agroforestales.
- Reformas a la ley que promueven usos de la tierra que son incompatibles con los sistemas agroforestales como es el caso de la reforma energética.
- Programas como “Sin hambre” que promueven la seguridad alimentaria, pero sin incorporar los alimentos locales (soberanía alimentaria), producidos principalmente bajo manejo agroforestal.
- La promoción de actividades que compiten con el uso del agua en condiciones limitadas, por ejemplo, la minería, *fracking* o monocultivos de exportación.
- Cambios en los responsables y aliados en las instancias gubernamentales, lo cual no permite la continuidad de los proyectos. Se requiere poner atención en la ley para dar continuidad.
- Falta de coordinación intersectorial e interinstitucional para generar programas integrales que vinculen las problemáticas en lugar de atenderlas como fenómenos aislados.

Objetivos y prioridades para la agroforestería, las instituciones y las políticas en México

- Además de tener una política u organización específica que promueva esta forma de manejo en México, es necesario integrar las visiones y experiencias de los sistemas etnoagroforestales en varias de las políticas relacionadas, como es sugerido en las experiencias internacionales.
- Es necesario el apoyo no solo en la creación de nuevos sistemas agroforestales sino también para los ya existentes, como es el caso de los sistemas etnoagroforestales.
- Integrar en los programas gubernamentales y en las agendas locales la riqueza bio-cultural de especies, sistemas y paisajes en México.
- Transformar la realidad mexicana social y ambiental a través de la riqueza cognitiva, social, biológica y agroforestal.
- Formar e integrar un grupo de trabajo académico transdisciplinario que tenga incidencia en la política pública de la agroforestería a nivel nacional y en colaboración con la experiencia internacional.
- Encontrar aliados en las instancias gubernamentales para estas políticas y generar incentivos a las instituciones locales que ya promueven las formas de manejo

agroforestal para resolver problemas ambientales y sociales específicos.

- Promover y fomentar las formas de organización agroforestal que se realiza a nivel local y regional, que promueva la diversidad forestal, agrícola, agroforestal y biocultural de México.
- Integrar en la política pública nacional las experiencias de manejo de sistemas agroforestales como bienes comunes, así como la de redes de colaboración e instituciones locales de gobiernos locales, asambleas, comisariados, organizaciones de la sociedad civil en México y otros países.
- Promover la coordinación intersectorial y multiescalar a nivel de gobierno para el diseño de programas relacionados con los sistemas agroforestales que contemplen la capacitación de todos los actores.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo al proyecto 293348 “Red de Sistemas Agroforestales de México (RedSAM)”. A DGAPA-UNAM por los proyectos PAPIIT-UNAM IN200417, IG200720 y PAPIIME-UNAM PE20951. El apoyo recibido para la asistencia a las reuniones, beca de licenciatura y para la elaboración del presente trabajo fue relevante.

Bibliografía

- Atangana, A., Khasa, D., Chang, S., y Degrande, A. (2013). *Tropical agroforestry*. Dordrecht: Springer Science y Business Media.
- Blancas, J., Casas, A., Rangel-Landa, S., Moreno-Calles, A., Torres, I., Pérez-Negrón, E., Solís, L., Delgado-Lemus, A., Parra, F., Arellanes, Y., Caballero, J., Cortés, L., Lira, R., y Dávila, P. (2010). Plant management in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany*, 64, 287-302.
- Bollier, D. (2016). *Pensar desde los comunes: Una breve introducción*. Madrid: Traficantes de Sueños.
- Caballero, J., Casas, A., Cortés, L., y Mapes, C. (1998). Patronos en el conocimiento, uso y manejo de plantas en los pueblos indígenas de México. *Estudios Atacameños*, 16. 10.22199/S07181043.1998.0016.00005.
- Chavan, S. B., Keerthika, A., Dhyani, S. K., Handa, A. K., Newaj, R., y Rajarajan, K. (2015). National Agroforestry Policy in India: a low hanging fruit. *Current Science*, 108(10), 1826-1834.
- Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA). 2017. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/prodeza-un-proyecto-integral-de-aprovechamiento>
- Cotler, H., Robles, H., Lazos, E., y Echevets, J. (2018). Agricultura, alimentación y suelos. En L. Merino y A. Velázquez (coords.). *Agenda ambiental 2018. Diagnóstico y propuestas*, (pp. 69-71). México: UNAM. Recuperado de <http://agendaambiental2018.susmai.unam.mx/wp-content/uploads/2018/03/Libro-Merino-Agenda-Amb-UNAM-web.pdf>
- Den Herder, M., Moreno, G., Mosquera-Losada, R. M., Palma, J. H., Sidiropoulou, A., Freijanes, J. J. S., y Papanastasis, V. P. (2017). Current extent and stratification of agroforestry in the European Union. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 241, 121-132.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2015). *Promoviendo la agroforestería en la agenda política - Una guía para tomadores de decisiones. Documentos de trabajo en agroforestería No. 1*. Roma: FAO.
- Huutoniemi, K., y Tapio, P. (eds.). (2014). *Transdisciplinary sustainability studies: An heuristic approach*. Nueva York: Routledge.
- IFAD (Fondo Internacional para el Desarrollo de la Agricultura), (2013). Proyecto de Desarrollo

- Sustentable para las Comunidades Rurales e Indígenas del Noroeste Semiárido (PRODES-NOS). (Web). Recuperado de <https://operations.ifad.org/documents/654016/0c803532-8ceb-4559-a4a9-b45b50110e55>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2015). *Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015: Estados Unidos Mexicanos*. México: INEGI.
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático) y SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2015). *Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. INECC/Semarnat, México.
- Jacobi, J. (2016). Agroforestry in Bolivia: opportunities and challenges in the context of food security and food sovereignty. *Environmental Conservation*, 43(4), 307-316.
- Jose, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems*, 76(1), 1-10.
- King, K. F. S. (1968) Agri-silviculture: the Taungya system. *Bulletin No 1*, Department of Forestry.
- Lira, R., Casas, A., Rosas-López, R., Paredes-Flores, M., Pérez-Negrón, E., Rangel-Landa, S., Solís, L., Torres, I., y Dávila, P. (2009). Traditional knowledge and useful plant richness in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Economic Botany*, 63, 271-287.
- Lundgren, B., y Raintree, J. B. (1983). Agroforestry (No. 84-053458. CIMMYT). *Agricultural Research for Development: Potentials and Challenges in Asia*. Jakarta, Indonesia.
- MacNeish, R. S. (1967). Summary of the subsistence. En D. S. Byers. *The Prehistory of the Tehuacan Valley: Environment and Subsistence*, (pp. 290-310). Austin: University of Texas Press.
- Merino, L., y Velázquez, A. (coords.). (2018). *Agenda ambiental 2018. Diagnóstico y propuestas*. México: UNAM - Seminario Universitario de Sociedad, Medio Ambiente e Instituciones. Recuperado de <http://agendaambiental2018.susmai.unam.mx/wp-content/uploads/2018/03/Libro-Merino-Agenda-Amb-UNAM-web.pdf>.
- Montagnini, F., Somarrriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., y Eibl, B. (2015). *Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales. Serie técnica (Informe técnico 402)*. Turrialba, Costa Rica: CATIE / CIPAV.
- Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Blancas, J., Torres, I., Maser, O., Caballero, J., García-Barrios, L., Pérez-Negrón, E., y Rangel-Landa, S. (2010). Agroforestry systems and biodiversity conservation in arid zones: The case of the Tehuacán Valley, Central México. *Agroforestry Systems*, 80, 315-331
- Moreno-Calles, A. I., Casas, A., García-Frapolli, E., y Torres-García, I. (2012). Traditional agroforestry systems of multi-crop "milpa" and "chichipera" cactus forest in the arid Tehuacan Valley, Mexico: Their management and role in people's subsistence. *Agroforestry Systems*, 84, 207-226.
- Moreno-Calles, A. I., Toledo, V., y Casas, A. (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: Una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4), 375-398.
- Moreno-Calles, A. I., Galicia Luna, V., Casas, A., Toledo-Manzur, V., Vallejo, M., Santos Fita, D., y Camou, A. (2014). La Etnoagroforestería: El estudio de los sistemas agroforestales tradicionales de México. *Revista Etnobiología*, 12(3), 1-16.
- Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Rivero-Romero, A. D., Romero-Bautista, Y. A., Rangel-Landa, S., Fisher-Ortiz, R. A., y Santos-Fita, D. (2016a). Ethnoagroforestry: integration of biocultural diversity for food sovereignty in Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12(1), 54.
- Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Toledo, V. M., y Vallejo-Ramos, M. (comps.). (2016b). *Etnoagroforestería en México*. Morelia: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mosquera-Losada, M. R., Santiago Freijanes, J. J., Pisanelli, A., Rois, M., Smith, J., Den Herder, M., y Ferreiro Domínguez, N. (2016). *Extent and success of current policy measures to promote agroforestry across Europe*. (Proyecto AGFORWARD no. 613520).
- Msuya, T. S., y Kideghesho, J. R. (2012). Mainstreaming agroforestry policy in Tanzania legal framework. En M. L. Kaonga (ed.). *Agroforestry for Biodiversity and Ecosystem Services-Science and Practice*, (pp. 129-140). Rijeka, Croacia: In Tech.
- Nair, P. K. R. (1982). Agroforestry systems inventory. *Agroforestry Systems*, 5, 301-317.
- Nair, P. K. R., (1985). Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 3(2), 97-128.
- Nair, P. K. R., (1987). Agroforestry systems inventory. *Agroforestry Systems*, 5(3), 301-317.

Nair, P. K. R., y Garrity, D. P. (eds.) (2012) *Agroforestry: the future of global land use. Advances in Agroforestry*, 9, Springer. Nueva York.

Ostrom, E. (2000). *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones colectivas*. México: UNAM / CRIM / FCE.

Velásquez Gavilanes, R. (2009). Hacia una nueva definición del concepto "política pública". *Desafíos*, 20(enero-junio), 149-187. [fecha de Consulta 27 de Febrero de 2020]. ISSN: 0124-4035. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3596/359633165006>

Ligas electrónicas

Association of Temperate Agroforestry <http://www.aftaweb.org/>

Sousa Santos, Boaventura de (2018, 24 abr) Conferencia Magistral. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. Disponible en: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/04/24/charla-magistral-del-profesor-invitado-dr-boaventura-de-sousa-santos.html>

Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/>

Publicaciones SAGARPA, Prensa. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/prensa>

Red Agroforestal para el Desarrollo Sostenible, Guatemala. Disponible en: <http://www.iienaf.org/>

Rede de Sistemas AgroFlorestais Agroecológicos do Sul do Brasil. Disponible en: <http://leap.ufsc.br/projetos/safas/>

XI Seminario Internacional de Agroforestería en Colombia. Disponible en: <http://seminario-agroforesteria.udca.edu.co/>

Red Temática de Sistemas Agroforestales de México. Disponible en: <http://www.red-sam.org>

SEMARNAT, CONABIO y Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos (2009). Cuarto Informe Nacional de México al Convenio sobre Diversidad Biológica (Informe No. 4) Disponible en <https://WWW.cbd.int/doc/world/mx/mx-nr-04-es.pdf>

Tabla 1. Documentos identificados que relacionan las políticas públicas, sistemas agroforestales y problemas ambientales a nivel internacional

Título	Autor y año	Mención de políticas públicas	Principales abordajes del trabajo
Agroforestry Tree Products (AFTPs): Targeting Poverty Reduction and Enhanced Livelihoods	Leakey et al. 2005	Cambio en PP a nivel nacional e internacional. Coherencia en PP entre organismos institucionales, internacionales y nacionales. PP dirigidas a promover el desarrollo rural. Evaluación de incentivos, capacitación e infraestructura.	Analizar los procesos de domesticación de árboles que se llevan a cabo en los SAF y la importancia que tienen en la calidad de vida de los manejadores.
Improved Policies for Facilitating the Adoption of Agroforestry	Place et al. 2012	Dar certeza sobre la tenencia de la tierra y los árboles. PP sobre patentes de las semillas. PP que promuevan los SAF para la producción y para la adaptación y mitigación al cambio climático. PP de PSA en su forma de Captura de Carbono.	Análisis de las condiciones que permiten o limitan la adopción de SAF alrededor del mundo, con un énfasis en el tipo de PP que permiten que esto ocurra.
Mainstreaming Agroforestry Policy in Tanzania Legal Framework	Msuya y Kideghesho, 2012	Cambio en PP a nivel nacional e internacional. Existencia de políticas sectoriales en Tanzania, sin coherencia sectorial. Coherencia en PP entre organismos institucionales. Adopción de estos sistemas y sus beneficios tanto ambientales como sociales y económicos.	Revisión sobre cómo las políticas nacionales existentes y las configuraciones institucionales facilitan o limitan el desarrollo de la PP agroforestal y las opciones disponibles para desarrollar dicha política en Tanzania.
National Agroforestry Policy in India: a low hanging fruit	Chavan et al. 2015	Diseño de PP claras y con financiamiento adecuado. Adopción y permanencia en prácticas agroforestales. PP que prioricen las prácticas agroforestales sobre otro tipo de prácticas agrícolas.	Vinculación de los aspectos más destacados de la PP con los esquemas exitosos existentes y los desafíos para enfocarse en la agroforestería no solo como un sistema exitoso de uso de la tierra, sino también para utilizar todo su potencial en el desarrollo económico del país.
Agroforestry in Bolivia: Opportunities and challenges in the context of food security and food sovereignty	Jacobi, 2016	PP que promuevan los SAF para la producción y para la adaptación y mitigación al cambio climático. PP que promuevan a los SAF como alternativas para brindar soluciones a problemas nacionales como la seguridad y soberanía alimentaria.	Analizar las problemáticas a las que se enfrentan los SAF en Bolivia, pero a su vez analizar los beneficios que estos brindan, este estudio se realizó no solo con productores, sino que se incluyó a personas de la sociedad civil y a aquellos que se encargan de diseñar las PP.
Extent and Success of Current Policy Measures to Promote Agroforestry across Europe	Mosquera-Losada et al. 2016	Revisión de lo que las políticas entienden por SAF. PP que prioriza las regulaciones sobre uso de suelo y cobertura de suelo y por último las prácticas de manejo. Evaluación del funcionamiento, impacto y adopción de PP.	Entender el contexto en que se implementaron los SAF en Europa y la distribución de estos, identificar las estrategias que permitan generar innovaciones para hacer más viables estos sistemas e impulsar PP que permitan su adopción.

<p>Incentives and disincentives for diversified agroforestry systems from different actors' perspectives in Bolivia</p>	<p>Jacobi et al. 2017</p>	<p>Consideración de necesidades, conocimientos y preocupaciones locales para el diseño de PP. Evaluación de incentivos, capacitación e infraestructura. Evaluación del funcionamiento, impacto y adopción de PP. Conocer el desempeño de leyes, PP y programas en la implementación y mantenimiento de los SAF.</p>	<p>Examinar los principales obstáculos para la adopción de los SAF y los posibles incentivos propuestos por los agricultores y las organizaciones de la sociedad civil, y su relación con la gobernanza y los mecanismos internacionales que podrían desempeñar un papel en la adopción de los SAF</p>
<p>Current extent and stratification of agroforestry in the European Union</p>	<p>Den Herder et al. 2017</p>	<p>Cuantificación y ubicación de SAF. Análisis de valoración de SAF en la Unión. Falta de atención en PP hacia los SAF.</p>	<p>Cuantificar los SAF que hay en la Unión Europea, así como conocer su distribución, para promover su valoración y diseñar PP adecuadas para estos sistemas.</p>
<p>Lessons for research, capacity development and policy in agroforestry for development</p>	<p>Callo-Concha et al. 2017</p>	<p>PP dirigidas a promover el desarrollo rural. PP que prioricen las prácticas agroforestales sobre otro tipo de prácticas agrícolas.</p>	<p>Plasmar la información sobre la cual se llevó a cabo el tercer congreso mundial sobre agroforestería, que habló sobre los enfoques, lecciones y experiencias en la investigación, desarrollo de capacidades y formulación de PP sobre agroforestería.</p>

Tabla 2. Documentos identificados que relacionan las políticas públicas y sistemas agroforestales a nivel nacional

Título del Artículo	Autor y año	Mención de políticas públicas	Principales abordajes del trabajo
Desarrollo forestal sustentable: Captura de carbono en las zonas tzerl y tojlabal del estado de Chiapas	Montoya-Gómez et al. 1995	PP de PSA en su forma de Captura de Carbono. PP dirigidas a promover el desarrollo rural. Evaluación de incentivos, capacitación e infraestructura.	Análisis de la PP de PSA en su forma de Captura de Carbono como una alternativa para impulsar el desarrollo rural aunado a estrategias de conservación de la biodiversidad.
La agricultura latinoamericana en la era de la globalización y de las políticas neoliberales: Un primer balance	Garúa Pascual, 2003	Consideración de necesidades, conocimientos y preocupaciones locales para el diseño de PP. PP que prioricen las prácticas agroforestales sobre otro tipo de prácticas agrícolas.	Balance del impacto de la globalización y de la implementación de políticas neoliberales, concretado en lo que se ha denominado como ajuste estructural, sobre la agricultura de América Latina en las dos décadas que median entre 1980 y la actualidad.
Experiencia agroforestal para la captura de carbono en comunidades indígenas de México	Soto-Pinto et al. 2005	PP de PSA en su forma de Captura de Carbono. Evaluación de incentivos, capacitación e infraestructura. Evaluación del funcionamiento, impacto y adopción de PP.	Análisis de experiencias de 4 grupos de productores de Oaxaca y Chiapas que junto con investigadores del Colegio de la Frontera Sur y la Universidad de Edimburgo diseñaron programas piloto para la captura de carbono en sistemas agroforestales.
Opciones agroforestales para productores de palma de coco en el estado de Michoacán, México	Montiel-Aguirre et al. 2006	Cambio de visión de las PP de las décadas pasadas que promovieron una intensa tecnificación del campo y la producción de monocultivos. Concientización a quienes diseñan las PP sobre la rentabilidad, productividad y prestación de servicios ambientales que proveen los SAF.	Diagnóstico del problema de uso de la tierra de los productores de palma de coco y caracterizar las opciones agroforestales promisorias, practicadas en la actualidad por campesinos innovadores.
Identificación de oportunidades para Fortalecer los Programas de Capacitación en el Manejo de Recursos Naturales y Pago por Servicios Ambientales en la Sierra Madre de Chiapas, México	Santillán y Pineda, 2009	Capacitación para quienes diseñan PP sobre los impactos y procesos que estas pueden alcanzar. Que las estructuras de diseño de políticas tomen en cuenta los capacitadores, técnicos y a los usuarios. Cambio de visión de las PP de explotación de recursos a producción y conservación.	Resultados del proceso de consultoría, cuyo objetivo principal fue el de obtener información y hacer recomendaciones sobre los procesos de construcción de capacidades de miembros clave de los Comités de Cuenca, en los temas de servicios ambientales y conservación de la biodiversidad.
Pueblos, comunidades y ejidos en dinámica ambiental de la Ciudad de México	Sánchez y Díaz-Polanco, 2011	Existencia de PP que han afectado históricamente el derecho de los pueblos a determinar sus formas de manejo, uso y usufructo de sus bosques. PP que frenen el avance de la mancha urbana.	Este trabajo pretende examinar los procesos de urbanización que han tenido lugar en la Ciudad de México en relación con los territorios de los pueblos, comunidades y ejidos.

Continúa Tabla 2

<p>Alternativas de adaptación al riesgo climático en comunidades ganaderas de la Costa de Chiapas, México</p>	<p>Andrade Medina, 2012</p>	<p>Generar información para diseñar PP adecuadas y sostenibles que fortalezcan las capacidades locales. PP dirigidas a promover el desarrollo rural. PP que promuevan los SAF para la producción y para la adaptación y mitigación al cambio climático.</p>	<p>Determinar la vulnerabilidad al riesgo climático, así como los ajustes (adaptaciones) que los ganaderos se encuentran realizando para adaptarse al riesgo climático manifestado principalmente en sequías más prolongadas y lluvias más fuertes.</p>
<p>Análisis crítico sobre el pago por servicios ambientales como políticas ambientales para la conservación en México</p>	<p>Mungaray-Laguard, 2012</p>	<p>PP de PSA en su forma de Captura de Carbono. Promover los PSA como una forma de generar desarrollo rural, diversificación de ingreso. Evaluación del funcionamiento, impacto y adopción de PP.</p>	<p>Analizar las estrategias, elementos y metas necesarias para el diseño de las políticas públicas y los procesos de evaluación pertinentes para estos programas.</p>
<p>Estrategias de adaptación al cambio climático en dos comunidades rurales de México y el Salvador</p>	<p>Campos et al. 2013</p>	<p>Consideración de necesidades, conocimientos y preocupaciones locales para el diseño de PP. PP que promuevan los SAF para la producción y para la adaptación y mitigación al cambio climático.</p>	<p>Explorar las estrategias de adaptación local para hacer frente a las perturbaciones relacionadas con el cambio climático mediante dos estudios de caso en zonas rurales de México y El Salvador. Aunado a esto se busca identificar las respuestas locales, estrategias y medidas de adaptación ante los retos ambientales que afectan a la población de ambos sitios.</p>
<p>Facilitación del proceso de Planificación Estratégica Territorial (PET) de la microcuenca Bajo Cahúa, cuenca del Río Cahoa-cán, Estado de Chiapas, México</p>	<p>Rivas Herrera, 2013</p>	<p>Coherencia en PP entre organismos institucionales. Evaluación del funcionamiento, impacto y adopción de PP.</p>	<p>Planificación Estratégica Territorial Participativa - PET de la Microcuenca Bajo Cahúa, Chiapas, México.</p>
<p>Los aportes de las Ciencias Sociales al programa Ingeniería en Desarrollo Agroforestal de Chapingo</p>	<p>Macossay-Vallado et al. 2014</p>	<p>Cambio de visión de las PP de explotación de recursos a producción y conservación. PP dirigidas a promover el desarrollo y comercialización de los productos del campo. Reconocimiento de lo agroforestal desde la visión política.</p>	<p>Analizar las principales aportaciones de las ciencias sociales en la construcción del nuevo programa: Ingeniería en Desarrollo Agroforestal, del Centro Regional Universitario de la Península de Yucatán (CRUPY), parte de la Dirección de Centros Regionales Universitarios de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).</p>

Continúa Tabla 2

Título del Artículo	Autor y año	Mención de políticas públicas	Principales abordajes del trabajo
Santiago Lachiguiri: respuestas comunitarias ante la política ambiental	Salgado, 2014	Creación de PP en la década de los 90 diseñadas para la reforestación y conservación sin considerar el factor social. Consideración de necesidades, conocimientos y preocupaciones locales para el diseño de PP.	Análisis crítico lógico de los programas gubernamentales de conservación en la Comunidad Zapoteca de Santiago Lachiguiri, del Distrito de Tehuantepec, Oaxaca, durante el periodo comprendido entre los años 2003 y 2011.
Agroforestería social para la captura de carbono en Chiapas, más allá del incentivo económico	Ruiz de Oña y Soto-Pinto, 2015	Evaluación de procesos de adopción y apropiación de las PP de PSA en SAF. Consideración de necesidades, conocimientos y preocupaciones locales para el diseño de PP.	Aproximación etnográfica a la experiencia de campesinos indígenas de Chiapas, México, participantes en un proyecto de pagos por servicios ambientales con fines de restauración ecológica y reforestación, el proyecto Socolché.
Investigación ecológica participativa como apoyo de procesos de manejo y restauración forestal, agroforestal y silvopastoril en territorios campesinos. Experiencias recientes y retos en la Sierra Madre de Chiapas, México	García-Barrios y González-Espinosa, 2017	PP que promuevan los SAF para la producción y para la adaptación y mitigación al cambio climático. Cambio de visión de las PP de explotación de recursos a producción y conservación.	Reflexión sobre dos procesos de investigación participativa, ecológica, forestal y agroforestal (IPEFA), en territorios campesinos pobres y de clase media, realizados en la última década.
La Campaña "Una REDD+ para Salvar la Sombra" en el Convenio por la Diversidad Biológica: salvaguardas y agro-biodiversidad en cafetales bajo sombra de la Sierra Madre de Chiapas	Limbert-Amico, 2017	Evitar PP que den financiamiento público a actividades agropecuarias en zonas forestales. Integración y comunicación intersectorial para la creación de PP. Coherencia en PP entre organismos institucionales. Consideración de conceptos como territorio biocultural y agrodiversidad.	Discusión sobre los temas que fueron abordados en la COP-13 que se llevó a cabo en Cancún, Quintana Roo con referencia a los temas de interés de la REDD+ para salvar la sombra.

Tabla 3. Documentos identificados de Sistemas Agroforestales que hacen mención de política pública en su contenido

Título del Artículo	Autor y año	Menciones de Política Pública	Principales abordajes del trabajo
Agrobosque			
Fragil land of Latin America. Strategies for sustainable development	Alarcón, 1981	Mejorar las estrategias de diseño, planeación e implementación. Reformar PP de uso de suelo, desarrollo y agricultura.	Recopilación de casos de degradación de los recursos y estrategias de conservación en Latinoamérica.
Development Policy, Forests, and Peasant Farms: Reflections on Huastec-managed Forests Contributions to Commercial Production and Resource Conservation	Alarcón, 1984	Cambio de paradigma de <i>top-down</i> a <i>bottom-up</i> . Es necesario que los políticos conozcan los recursos naturales y promuevan su conservación.	Análisis de las contribuciones del tipo de manejo que hacen los indios huastecos de sus bosques y cómo esto ha contribuido a la conservación de la biodiversidad.
Shade Coffee: A Disappearing Refuge for Biodiversity	Perfecto et al. 1996	Análisis de las posibles herramientas políticas que podrían incentivar a la permanencia de sistemas de café bajo sombra.	Estudio de la pérdida de cafetales bajo sombra y el impacto de la pérdida de estos ecosistemas sobre la conservación de la biodiversidad.
Cacao Cultivation and the Conservation of Biological Diversity	Rice, 2000	Diseño de políticas enfocadas en mantener la sustentabilidad ecológica y económica. PP que no solo favorezcan a los grandes productores. PP que promuevan el desarrollo rural.	Análisis de las estrategias para mantener los sistemas de producción de cacao, ya que este proporciona un importante espacio para la conservación se la biodiversidad.
La actividad cafetalera en los municipios de Xicotepac, Zihuateutla y Tlacuilotepec en la sierra norte de Puebla, su organización y potencialidades de producción	Bermeo López, 2002	Las políticas que han generado desconfianza en los campesinos. Desvíos de fondos. PP que crearon competencia. PP que brinden financiamiento a los procesos productivos.	Análisis de la organización de los sistemas cafetaleros desde tres perspectivas: productiva, ecológica y uso de suelo.

Continúa Tabla 3

Características tecnológicas y ecológicas del agroecosistema café orgánico en la unión de productores mixteca alta S.S.S.	Baeza Nahed, 2003	Existencia e importancia de políticas impulsadas por los gobiernos de diferentes países para promover la agricultura orgánica.	Descripción de tecnologías empleadas para la producción de café orgánico y los rasgos ecológicos en que se desarrolla.
Shade-Grown Coffee Plantations in Northern Latin America: A Refuge for More Than Just Birds	O'Connell, 2003	PP que permitan preservar la producción del café bajo sombra. PP que promuevan la agricultura sustentable.	Caracterización de todos los componentes de los sistemas de café bajo sombra y las ventajas que proveen como conservadores de biodiversidad entre muchas otras cosas.
Participación de las asociaciones campesinas en el acopio y comercialización de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) en Tabasco, México	Córdova-Ávalos et al. 2005	PP que brinden incentivos para promover el acopio y comercialización de del café bajo sombra. Cambio en PP a nivel nacional e internacional.	Estimar la participación de las Asociaciones en el acopio y comercialización de cacao en Tabasco, México, durante el ciclo de cosecha 1999 - 2000.
Biodiversity and Modernization in Four Coffee-producing Villages of Mexico	Potvin et al. 2005	Programas como INMECAFE crearon competencia directa con agricultores. Afectación a ingresos campesinos por PP mal diseñadas. Consideración de necesidades, conocimientos y preocupaciones locales para el diseño de PP.	Hacer una revisión sobre la importancia de los medios de vida y la biodiversidad. Examinamos cómo la diversidad vegetal de los cafetales se vio afectada por una cierta forma de "modernización" que, desde 1974 hasta 1988, fue fuertemente promovida a través de la intervención del Estado mexicano y agencias internacionales de desarrollo.
A review on cocoa agroforestry as a means for biodiversity conservation	Asare, 2006	Existencia de PP contradictorias. Falta de coordinación y comunicación intersectorial.	Estudio de los sistemas agrícolas de producción de cacao como estrategia de conservación de biodiversidad.
El desarrollo rural local en una zona cacaoatera de Tabasco, México: Propuesta de un modelo de innovación	Martínez-Bece-rra, 2006	Desconfianza de los campesinos hacia las instituciones. Consideración de necesidades, conocimientos y preocupaciones locales para el diseño de PP. Algunos campesinos se encuentran conformes con programas que les permiten acceder a insumos y capacitación (Alianza por el campo).	Análisis del proceso de innovación, vinculándolo con el desarrollo rural y local, teniendo en cuenta todos los conocimientos y la experiencia campesina en la zona.

Continúa Tabla 3

Análisis de la cadena de valor del café en la región Otomí-Tepehua	Gayosso-Aparicio, 2006	Diseñar PP orientadas a reducir la incertidumbre y el riesgo asociado a actividades agrícolas. Evaluación de incentivos, capacitación e infraestructura.	Analizar la cadena de valor de la producción del café y el impacto que tiene el mercado en esta.
La moniliasis un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema cacao en México	Ramírez-González, 2007	Programas y leyes deben de ir acompañados de acciones coherentes con la realidad. Consideración de necesidades, conocimientos y preocupaciones locales para el diseño de PP.	Analizar el impacto que tuvo el ingreso de la moniliasis a la sostenibilidad de los sistemas de cacao en México.
Biodiversity conservation in cocoa production landscapes: an overview	Schrot y Harvey, 2007	Adopción y permanencia en prácticas agroforestales. PP que prioricen las prácticas agroforestales sobre otro tipo de prácticas agrícolas.	Revisión de los nueve artículos sobre la conservación de la diversidad en sistemas de producción de cacao bajo sombra en América Latina, Asia y África.
Biodiversity, profitability, and vegetation structure in a Mexican coffee agroecosystem	Gordon et al. 2007	Capacitación sobre diversidad, técnicas de conservación, pero también cuánto cuestan esos procesos para quienes diseñan las PP.	Estudio sobre las relaciones de la riqueza, composición y abundancia de especies de aves y mamíferos pequeños con la estructura de la vegetación y la rentabilidad económica, a través de un gradiente de intensificación del café en el centro de Veracruz, México.
Agricultural intensification within agroforestry: The case of coffee and wood products	Rice, 2008	PP dirigidas a promover el desarrollo rural. PP que promuevan los SAF para la producción y para la adaptación y mitigación al cambio climático.	Este estudio se centra en el papel que tienen los árboles de los pequeños productores de café bajo sombra.
Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en el Soconusco, Chiapas - México	Roa-Romero et al. 2009	Falta de conocimiento científico sobre las especies arbóreas que se mantienen en algunos cacaotales. Diseño de PP e investigaciones que permitan el mejoramiento y conocimiento de estos recursos naturales.	Determinar la abundancia, riqueza, importancia, equidad y diversidad de los árboles encontrados en sistemas agroforestales de cacao, del Soconusco, Chiapas, México.
Milpas y cafetales en Los Altos de Chiapas	Cobo y Paz-Paredes, 2009	Evaluación de incentivos, capacitación e infraestructura. Evaluación del funcionamiento, impacto y adopción de PP.	Aportar a las agrupaciones cafetaleras un conocimiento más sistematizado del comportamiento de sus asociados, colaborando de este modo a mejorar sus programas y visiones de desarrollo comunitario y regional, y también a enriquecer sus propuestas de políticas públicas hacia el sector.
Experiencias del turismo rural sustentable en la Costa Sur de Jalisco	Garritsen y Gutiérrez-Estrada, 2009	Las políticas agropecuarias no han logrado la integración de la mayoría de los pequeños productores. Resultan contradictorias entre sí para el desarrollo del campo mexicano.	Experiencia de la puesta en marcha de un proyecto de turismo rural sustentable con un grupo de mujeres indígenas, en la localidad indígena de Cuzalapa, Cuautlilán, Jalisco.

Continúa Tabla 3

Agroforestry price supports as a conservation tool: Mexican shade coffee	Ávalos-Sartorio y Blackman, 2010	PP dirigidas a aumentar los ingresos de los productores agroforestales. Brindar financiamientos e incentivos, para favorecer la permanencia en este tipo de sistemas. Generar políticas públicas dirigidas directamente a los sistemas agroforestales.	Estudiar la importancia de los programas de incentivos para la permanencia en sistemas agroforestales de café bajo sombra, en México.
Los cafetales de Veracruz y su contribución a la sustentabilidad	Contreras Hernández, 2010	PP guiadas a la tecnificación, lo que h llevado a una escasa asesoría técnica. Demanda desde los productores a participar en la creación de las políticas destinadas a ese sector.	Visibilizar la importancia de la biodiversidad en los cafetales, el valor del bosque de niebla y el papel de la investigación participativa.
Land use/land cover change dynamics and drivers in a low-grade marginal coffee growing region of Veracruz, Mexico	Ellis et al. 2010	Los programas gubernamentales han promovido la producción la diversificación como una estrategia para mejorar los ingresos locales.	Revisión de los resultados sobre el uso de la tierra y la dinámica de la cubierta vegetal en el municipio de Zoocolco de Hidalgo de 1973 a 2006.
Patrones espaciales de cambio de cobertura y uso del suelo en el área cafetalera de la sierra norte de Puebla	Evangelista Oliva et al. 2010	Error de escala que comenten los tomadores de decisiones cuando diseñan políticas públicas. Consideración de necesidades, conocimientos y preocupaciones locales para el diseño de PP.	Conocer los patrones espaciales de la dinámica de cambio de la cobertura vegetal y el uso del suelo entre 1988-2003 y relacionarlos con las actividades de cafecultura en la Sierra Norte de Puebla.
Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, Mexico	Soto-Pinto et al. 2010	PP de conservación que no están siendo aplicadas. Incremento en el porcentaje anual de cambio de uso de suelo. Retroceso en los objetivos de conservación.	Comparar el contenido de carbono en biomasa viva, suelo, materia orgánica muerta entre un conjunto de prototipos no agroforestales y agroforestales en Chiapas, México, donde se llevó a cabo el programa de captura de carbono llamado Scoleite.
Captura de carbono en la cuenca alta del río Pijijiapan, Chiapas	Guerrero-Fragoso, 2011	PP de PSA en su forma de Captura de Carbono. Evaluación de incentivos, capacitación e infraestructura. Evaluación del funcionamiento, impacto y adopción de PP.	Propuesta de una metodología que permitiera evaluar la capacidad de captura y almacenamiento de carbono en un sistema de café bajo sombra.
Species, Functional Groups, and Habitat Preferences of Birds in Five Agroforestry Classes in Tabasco, Mexico	Van Der Wal et al. 2012	Recomendaciones para mejorar las políticas de manejo de aves y de conservación.	Caracterización de especies, grupos funcionales y hábitats de aves en cinco clases de sistemas agroforestales en Tabasco, México.

Continúa Tabla 3

<p>Análisis económico de la producción de café y uso del bosque en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas</p>	<p>Aguilar-Martínez, 2012</p>	<p>PP regionales impactan el nivel de producción del campo. Evaluación de suficiencia de PSA para satisfacer los costos de oportunidad, para conservar el bosque.</p>	<p>Estudiar los efectos que tienen los programas de PSA sobre la conservación del bosque en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México.</p>
<p>Economics of land use dynamics in two Mexican coffee agroforests: implications for the environment and inequality</p>	<p>Baerenklau et al. 2012</p>	<p>Simulación sobre algunas PP como incentivos económicos o tenencia de la tierra. Balance de costo-beneficio para la implementación de dichas políticas.</p>	<p>Análisis de paisaje y de datos para comprender el alcance e impactos de la deforestación en dos sistemas agroforestales de café en México.</p>
<p>La vida en el cafetal. Retos campesinos sobre producción de café y medio ambiente</p>	<p>Campos Ortiz, 2012</p>	<p>Consideración de necesidades, conocimientos y preocupaciones locales para el diseño de PP.</p>	<p>Visibilizar la existencia de soluciones locales a problemáticas globales, abordándolo desde las propuestas de los cafecultores mexicanos.</p>
<p>Caracterización agroforestal en sistemas de café tradicional y rústico, en San Miguel, Veracruz, México</p>	<p>Villavicencio-Enríquez, 2012</p>	<p>Las PP de incentivos como Proárbol son poco llamativas para los productores. Falta de coordinación y coherencia en las PP. PP contradictorias.</p>	<p>Caracterización agroforestal en cafetales de tipo tradicional y rústico en la comunidad de San Miguel, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México, con el objetivo de analizarlos y compararlos entre sí.</p>
<p>Coffee and Sustainability: The Multiple Values of Traditional Shaded Coffee</p>	<p>Toledo y Mogueuel, 2012</p>	<p>Diseñar PP que estén dirigidas a la organización y el empoderamiento de las personas hacia las que están dirigidas. Evaluación de incentivos, capacitación e infraestructura.</p>	<p>Identificar y revisar cuatro tipos de valores no biológicos, que complementan su importancia comprobada como refugio para la biodiversidad tropical, como una contribución a la valoración completa del café tradicional con sombra.</p>
<p>Conocimiento campesino de árboles maderables en cafetales diversificados en la zona templada de la Sierra de Zongolica</p>	<p>Elizondo-Salas, 2015</p>	<p>Reflexiones sobre el impacto de Políticas nacionales productivas (Revolución verde), Programas de gobierno INMECAFE, PROCEDE, CONAFOR y Políticas de tenencia de la tierra.</p>	<p>Estudio sobre el conocimiento campesino de las especies de árboles nativos que se usaban para la sombra de los cafetales y las estrategias para recuperarlos.</p>
<p>Evaluación de la rentabilidad económica y captura de carbono en plantaciones de cacao en el plan Chontalpa, Tabasco</p>	<p>Trinidad-Félix et al. 2015</p>	<p>PP de PSA en su forma de captura de carbono aumentan la rentabilidad de sistemas de producción de cacao.</p>	<p>Evaluación de la rentabilidad económica y la captura de carbono del sistema agroforestal de cacao entre tres parcelas de diferentes edades, en Chontalpa, Tabasco.</p>

Continúa Tabla 3

Conservation of tree species of late succession and conservation concern in coffee agroforestry systems	Valencia et al. 2015	Recomendación para diseñar mejores políticas de conservación.	Estudio sobre el potencial de conservación de los sistemas agroforestales de café bajo sombra de montaña para conservar árboles nativos.
Biodiversidad y cultura cafetalera en México	Contreras-Hernández y Osorio-Rosales, 2015	PP de PSA en su modalidad de Captura de Carbono. Diseño de PP específica para cafetales.	Valorizar la cultura de la producción cafetalera en el centro de Veracruz, México.
Productividad y rentabilidad potencial del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en el trópico mexicano	Espinosa-García et al. 2015	PP y programas que reactiven la producción de cacao. PP que promuevan autosuficiencia, basadas en información científica.	Identificar el potencial productivo del cultivo del cacao a nivel de unidad de respuesta hidrológica, cuenca y estado, considerando el rendimiento y la relación costo-beneficio en el trópico húmedo de México.
Caracterización del sistema agroforestal de café orgánico bajo sombra en los municipios de Las Margaritas y La Independencia, Chiapas, México	Aguilar-López et al. 2015	PP que fortalezcan los mercados locales. Revalorización de café orgánico y de la producción local.	Identificar y describir la agrobiodiversidad en los sistemas de producción de café orgánico bajo sombra de los productores inscritos en la organización Unión de Ejidos de la Selva de los municipios de Las Margaritas y La Independencia en Chiapas, México
Biodiversity in the Cacao Agroecosystem: Shade Management and Landscape Considerations	Greenberg, 2016	Evaluación de incentivos, capacitación e infraestructura. Evaluación del funcionamiento, impacto y adopción de PP.	Estudio sobre los cafetales bajo sombra como alternativa para conservar la diversidad tanto de especies vegetales como animales.
Shade Coffee Agro-Ecosystems in Mexico	Davidson, 2016	Evaluación de las PP de conservación de diversidad, suelo y agua son vitales para el mantenimiento de los sistemas de producción de café bajo sombra.	Describir las características de los cinco principales sistemas de cultivo de café en México. La información fue obtenida a partir de una revisión de literatura.
Estudio del sistema de producción de café (<i>Coffea arabica</i> L.) en la región Frailesca, Chiapas	Medina-Melendez et al. 2016	Evaluación de incentivos, capacitación e infraestructura. Evaluación del funcionamiento, impacto y adopción de PP.	Analizar la intervención del componente humano en el sistema de producción de café (<i>Coffea arabica</i> L.), en los aspectos de manejo del cultivo, ambientales y socioeconómicos en la región Frailesca, Chiapas.

Zonas áridas y semiáridas	
<p>Agroforestry Systems: Restoration of Semiarid Zones in the Tehuacán Valley, Central Mexico</p>	<p>Moreno-Calles y Casas, 2010</p> <p>PP que favorezcan la organización social. Coherencia y colaboración intersectorial. PP que brinden soluciones a problemas complejos.</p> <p>Revisión de información ecológica y etnobotánica sobre bosques y sistemas agroforestales del valle de Tehuacán, México Central, para analizar la utilidad de las técnicas de manejo tradicionales para la restauración ecológica de zonas semiáridas de México.</p>
<p>Desert oases as genetic refugia of heritage crops: Persistence of forgotten fruits in the mission orchards of Baja California, Mexico</p>	<p>Nabhan et al. 2010</p> <p>Rol de las PP agrarias y su impacto en la certeza de tenencia de la tierra. Evaluación del funcionamiento, impacto y adopción de PP.</p> <p>Análisis de la teoría de la biogeografía de las islas, que puede ser aplicable a la planificación de la conservación de la agrobiodiversidad como lo ha sido para la biodiversidad silvestre anidada en hábitats aislados.</p>
<p>Blue fan palm distribution and seed removal patterns in three desert oases of northern Baja California Mexico</p>	<p>Wencke, 2010</p> <p>Coherencia en el diseño de PP. Necesidad de información sobre el funcionamiento y dinámica de los SAF.</p> <p>Estudio de la dispersión y distribución de la palma <i>Brahea armata</i> en la península de Baja California.</p>
<p>Agroforestry Systems and biodiversity conservation in the arid zones: the case of the Tehuacán Valley, Central Mexico</p>	<p>Moreno Calles et al. 2010</p> <p>Urgencia de diseñar políticas que promuevan la conservación de los ecosistemas de zonas áridas y semiáridas.</p> <p>Estudio de los sistemas semiáridos del valle de Tehuacán como sistemas aptos para la conservación de la diversidad, comparándolos con bosques de sucesión.</p>
<p>Traditional agroforestry systems of multi-crop "milpa" and "chichipera" cactus forest in the arid Tehuacan Valley, Mexico: their management and role in people's subsistence</p>	<p>Moreno Calles et al. 2012</p> <p>Evaluación de incentivos, capacitación e infraestructura. Evaluación del funcionamiento, impacto y adopción de PP. Consideración de necesidades, conocimientos y preocupaciones locales para el diseño de PP.</p> <p>Estudio del rol que desempeña el conocimiento y las prácticas locales para el mantenimiento de sistemas agroforestales chichiperos y de milpa en el valle de Tehuacán, Puebla.</p>

Terrazas	
Proceso Autogestivo para la conservación de suelos y agua en sistemas campesinos sustentables, los casos de Vicente Guerrero y La Reforma, Tlaxcala	<p>Ocampo Fletes et al. 2009</p> <p>PP dirigidas a promover el desarrollo rural. PP que benefician a las familias campesinas y no solo a los grandes productores.</p>
Agricultura tradicional en El Botho, Alto Mezquital, estado de Hidalgo	<p>Pérez Botho et al. 2015</p> <p>PP que prioricen las prácticas agroforestales sobre otro tipo de prácticas agrícolas. Evaluación de incentivos, capacitación e infraestructura. Evaluación del funcionamiento, impacto y adopción de PP.</p>
Sistemas Silvopastoriles	
Potencialidades de los sistemas Silvopastoriles para la Generación de Servicios Ambientales	<p>Ibrahim et al. 2003</p> <p>PP orientadas a disminuir la dependencia de insumos externos. Evaluación de incentivos, capacitación e infraestructura. Adopción y permanencia en prácticas agroforestales.</p>
Species, Functional Groups, and Habitat Preferences of Birds in Five Agroforestry Classes in Tabasco, Mexico	<p>Van Der Wal et al. 2012</p> <p>Adopción de estos sistemas y sus beneficios tanto ambientales como sociales y económicos. PP que promuevan los SAF para la producción y para la adaptación y mitigación al cambio climático.</p>
Densidad y composición de árboles dispersos en potreros en la sierra de Tabasco, México	<p>Martínez-Encino et al. 2013</p> <p>Exceso de políticas de corte productivo (ganadero), Retroceso en los objetivos de conservación.</p>
Huertos	
Los huertos familiares de Tepango, Guerrero	<p>Cano Ramírez, 2003</p> <p>El mal diseño e implementación de PP ha contribuido a la degradación de los huertos. Obtención de plantas por medio de programas gubernamentales (Procampo).</p>
Totonac homegardens and natural resources in Veraceuz, Mexico	<p>Del Angel-Pérez y Mendoza, 2004</p> <p>Cambio en el escenario de políticas de desarrollo y Diseño de programas.</p>
	<p>Analizar los factores que explican el proceso de auto-gestión de la comunidad campesina Vicente Guerrero, en comparación a otra comunidad campesina, La Reforma, en el estado de Tlaxcala.</p>
	<p>Analizar la estructura comunitaria relacionada con la familia campesina en torno a la agricultura de auto abasto en El Botho, Ixmiquilpan, Hidalgo.</p>
	<p>Recopilación de trabajos que contienen las características de los sistemas silvopastoriles, así como las problemáticas que enfrentan y sus necesidades.</p>
	<p>Estudio de las especies de aves, sus grupos funcionales y las preferencias de hábitat en cinco clases de sistemas agroforestales de Tabasco, México.</p>
	<p>Describir la composición florística en algunos potreros selectos de Tacotalpa y Tenosique; los datos se analizaron mediante estadística descriptiva.</p>
	<p>Reconocer la diversidad vegetal presente en los Huertos Familiares en la comunidad mixteca de Tepetongo, Guerrero.</p>
	<p>Comprender el papel y la importancia de los huertos domésticos como una estrategia para la subsistencia y el manejo de los recursos naturales.</p>

Continúa Tabla 3

The enigma of tropical homegardens	Kumar y Nair, 2004	La PP debe reconocer a los huertos como sistemas capaces de promover la conservación y la producción sustentable.	Revisión del estado actual del conocimiento sobre los huertos familiares con miras a utilizarlo como base para mejorar los huertos domésticos y los sistemas agroforestales similares.
Homegardens of Mesoamerica: Biodiversity, food security, and nutrient management	Montagnini, 2006	Las PP tienen un papel importante en el mantenimiento de las prácticas agrícolas tradicionales. La PP de PSA en su forma de Captura de carbono juega un papel vital para el mantenimiento de estos sistemas.	Descripción de las características de los huertos familiares en Mesoamérica, con énfasis en la biodiversidad, su importancia en el mantenimiento de la seguridad alimentaria en las zonas rurales y su papel en el ciclo de nutrientes.
Gender, ethnicity, and economic status in plant management: Uncultivated edible plants among the Nahuas and Populucas of Veracruz, Mexico	Vasquez-García, 2008	Las políticas forestales orientadas a la producción son responsables de las tasas de deforestación.	Examinar las formas en que el género, la etnia y el estado económico determinan los roles de las mujeres en el manejo de plantas no cultivadas en Ixhuapan y Ocozotepec, dos comunidades indígenas de Veracruz, México.
Biodiversity conservation, traditional agriculture and ecotourism: Land cover/land use change projections for a natural protected area in the northeastern Yucatan Peninsula, Mexico	García-Frapolli et al. 2007	Para el diseño de PP se debe considerar información ecológica y socioeconómica. Las PP de conservación deben considerar las formas alternativas de producción y no solo el abandono de los bosques.	Análisis del uso de la tierra y los cambios en la cobertura del suelo en el ANP O'toch Ma'ax'Yetel Koo'h en la península noreste de Yucatán, México, donde el maya yucateco incorporó recientemente el ecoturismo a su conjunto de actividades económicas.
Home Gardens Sustain Crop Diversity and Improve Farm Resilience in Candelaria Loxicha, Oaxaca, Mexico	Aguilar et al. 2009	Las políticas están dirigidas a la producción y no toman en cuenta a los pequeños productores. Existen programas de conservación, pero son forestales y los huertos no están considerados.	Investigamos cómo los jardines domésticos se integran en las prácticas agrícolas locales y cómo estas influyen en la biodiversidad.
Characteristics and functions of traditional homegardens: a review	Huai y Hamilton, 2009	Se necesita claridad en las PP de tenencia de la tierra. Las PP dirigidas al campo afectan directamente la biodiversidad.	Estudios sobre la dinámica y los factores que afectan a los huertos caseros tradicionales, especialmente aquellos ubicados en zonas intemperantes, áridas y semiáridas.

Continúa Tabla 3

Home gardens: neglected hotspots of agro-biodiversity and cultural diversity	Galluzi et al, 2010	Las PP deben considerar a los huertos como sistemas capaces de mantener la biodiversidad y satisfacer necesidades. Considerar a los pequeños agricultores en el diseño de PP.	Revisión de la literatura disponible sobre la importancia biológica y cultural de la agrobiodiversidad en los huertos familiares.
Biosocial and bionumerical diversity of variously sized home gardens in Tabasco, Mexico	Van der Wal y Bongers, 2013	Las PP deben de tener una base participativa. Considerar las necesidades y conocimientos de los manejadores.	Evaluar cómo se pueden integrar los huertos familiares en una política de conservación de uso y conservación de la biodiversidad y desarrollo.
Importancia económica y social de la agrobiodiversidad del traspatio en una comunidad rural de Yucatán, México	Salazar Barrientos, 2014	Las PP de desarrollo social tienen influencia sobre la estructura de los huertos.	Se describen y analizan las condiciones socioeconómicas asociadas al manejo y aprovechamiento del traspatio.

Tabla 4.- Actores y procesos de políticas públicas

Actores	Diagnóstico	Diseño	Implementación	Monitoreo	Evaluación
Diseñadores de PP	Se deben realizar diagnósticos participativos que consideren los saberes y preocupaciones locales, cuando menos a escala regional. No hay evidencia de que tal proceso se lleve a cabo.	Se diseñan PP sin tener en cuenta el enfoque de escala o de actores. En la mayoría de los casos no se considera la información que se genera desde la academia para diseñar las PP.	Una vez creada la PP se generan programas con reglas de operación. Una misma PP puede dar origen a diversos programas sectoriales que atiendan diferentes aspectos de la PP.	La PP debería monitorear dichos programas, pero en la mayoría de los casos eso no sucede.	Las PP son evaluadas con indicadores que no reflejan los impactos que estas tienen en la vida cotidiana de las poblaciones a las que se destinan, ni proyectan si ayudaron a resolver el problema de forma significativa.
Diseñadores de programas (sectores de gobierno)	Los programas se crean con base en las PP sin realizar diagnósticos de las condiciones específicas de cada zona, sus problemáticas y necesidades.	No hay coordinación intersectorial, lo que hace que existan programas que poco coherentes entre sí e incluso contradictorios.	No se considera la cultura, el conocimiento y las tradiciones locales, lo que hace que no exista un proceso de adopción de las técnicas de manejo que se implementan y haya abandono o rechazo.	Solo se lleva a cabo en el tiempo de los programas y en la mayoría de los casos no se cuenta con información del estado de los sistemas cuando termina el tiempo de los programas. No en todos los casos hay monitoreo.	En muchos casos no hay una evaluación integral que permita conocer el impacto de la PP, además de identificar si las actividades realizadas contribuyeron a mejorar el estado del problema que combaten.
Academia	La mayoría de los trabajos se enfocan en estudiar el impacto de las PP (PSA) cuando ya se han puesto en marcha.	Identifican un diseño poco inclusivo, que no considera las problemáticas, conocimientos y necesidades de la población a la que están destinados y con problemas de escala.	No existe un proceso de adopción y apropiación cuando se implementan las PP, esto hace que se abandonen fácilmente o que no se lleven a cabo, porque no se identifica un beneficio directo.	Al ser programas que tienen un tiempo de retorno de la inversión es difícil hacer que los manejadores permanezcan en estos sistemas si no existe el apoyo adecuado para la subsistencia de estos sistemas.	La evaluación de estos programas es incipiente, además de que no se evalúa el traslape de programas o el impacto en la cultura, la economía y la salud de las personas, sino que se evalúa por medio de indicadores que se centran únicamente en la productividad de estos sistemas.

Continúa Tabla 4

Implementadores (técnicos)	Son quienes deberían realizar el diagnóstico de las problemáticas que atenderán las PP.	No participan en el diseño de las PP ni de los programas que surgen de estas.	Son los encargados de presentar los programas y sus apoyos a los usuarios. No siempre cuentan con la información ni los medios suficientes para hacerlo.	Realizan el monitoreo únicamente tomando en cuenta indicadores de producción y no consideran la satisfacción de necesidades locales, dicho monitoreo se realiza únicamente en el tiempo que dura el programa.	No participan en la evaluación de resultados de las PP.
Manejadores	Son quienes deberían participar primordialmente en el diagnóstico para poder manifestar sus problemáticas, necesidades y saberes.	Tendrían que tener un rol activo en el diseño de las PP y sus programas.	Son quienes reciben los programas, pero sus necesidades no son consideradas: Esto hace que muchos no vean estos programas y apoyos como una alternativa viable, ya que los tiempos de retorno son muy largos y el monto de los incentivos no es suficiente para enfrentarlos. Por otra parte, la falta de coherencia y coordinación sectorial para el diseño e implementación de programas hace que las reglas sean poco claras y los campesinos opten por participar en el programa que les otorgue un mayor incentivo económico, que no siempre es el más adecuado para el contexto.	Se realizan monitoreos a sus actividades únicamente mientras está activo el programa, esto hace que una vez que se termina el incentivo económico haya abandono de las prácticas y se vuelva al manejo habitual. Además de esto, no existe apoyo en la creación de mercados locales o externos para los productos generados en estos sistemas lo cual hace que estos sistemas sean percibidos como poco viables.	Su percepción no es tomada en cuenta para la evaluación ya que estas se llevan a cabo con cifras generadas durante la implementación y monitoreo por los técnicos. Por lo anterior en las evaluaciones, no se ve reflejado el impacto que estos programas tienen en la vida cotidiana de los campesinos ni en qué grado las PP contribuyeron o no a solucionar las problemáticas de la zona.

7.4 Redes de investigación: formas de organización y claves para su valoración

Norma Georgina Gutiérrez Serrano¹
Correo de contacto: georgtz@correo.crim.unam.mx

Resumen

En este texto se revisan las formas de organización de redes de investigación, a partir de las cuales se desprenden algunas claves para la valoración de su dinámica de trabajo, claves que también pueden servir como guías, criterios o pautas de estimación sobre sus procesos, alcances, logros y producciones de conocimiento.

Con base en el estudio de redes de investigación, se identifican formas de organización distintas de aquellas establecidas institucionalmente para el desarrollo de investigación.

Los propósitos del artículo son: a) Identificar posibles claves de valoración del trabajo de investigación en red a través del seguimiento de casos que den cuenta de sus formas de organización. b) Contribuir a reformular los procedimientos de juicio, valoración y aprobación que se aplican a las redes de investigación respecto de sus procesos y

¹ Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México

producción de conocimiento, más allá de la aplicación de modelos institucionales de evaluación prescritos para investigación de corte disciplinar. c) Profundizar en el conocimiento de las formas de trabajo de las redes de investigación a partir del seguimiento y observación de su hacer.

Este trabajo también pretende fortalecer la conceptualización de las redes como configuraciones complejas de relación, con base en el seguimiento de casos de redes de investigación sobre el tema de sustentabilidad y medio ambiente. En tanto que se les considera configuraciones complejas, se apela a construcciones flexibles, temporales, heterogéneas y de alto dinamismo, más allá de enfatizar en ellas un carácter estable y ordenado dentro de una estructura organizada.

Palabras clave: Investigación transdisciplinar, sistemas agroforestales de México, sustentabilidad y medio ambiente, organización en red y producción de conocimiento

Abstract

In this study, we review the ways of organizing research networks from which we can infer some keys for evaluating their work dynamics, keys that likewise serve as guidelines, criteria or guides for estimating their processes, reach, achievements and production of knowledge.

Based on the study of research networks, we identify ways of organizing that are different from those posited institutionally for developing research.

The goals of this article are: a) to identify possible keys for evaluating research work in networks by following cases that take into consideration how they are organized; b) to contribute to reformulate procedures for judging, evaluating and approving their application to research networks as to their processes and production of knowledge beyond the application of institutional models of evaluation prescribed for research of a disciplinary nature; c) to delve further into how research networks work, starting from following and observing their daily practice.

This study also attempts to strengthen the conceptualization of networks as complex configurations of relationships by following cases of research networks related to the topic of sustainability and the environment. Insofar as they are considered complex configurations, we recur to flexible, temporary, heterogeneous and highly-dynamic constructions, well beyond emphasizing their stable and orderly character within an organized structure.

Keywords: transdisciplinary research, agro-forestry systems in Mexico, sustainability and environment, network organization; knowledge production

Introducción

El presente artículo tiene por interés revisar características distintivas del trabajo de investigación en red, las cuales pueden ser consideradas como criterios o guías de valoración de la organización, la dinámica y los alcances del trabajo de estas redes. Se trata de una propuesta para comprender mejor las implicaciones del trabajo de investigación en red, más allá de lo que supone una evaluación de su nivel de desempeño y obtención de resultados, más allá de indicadores desprendidos de modelos institucionales para la organización académica. Se pone atención, entonces, en formas no institucionalizadas de trabajo de investigación.

Iniciemos con dos supuestos respecto de las interacciones en red como puntos de apoyo para el posterior análisis y presentación de una propuesta en este documento:

Las redes se forman de relaciones o vínculos diversos (Najmanovich, 2005 y 2007) entre distintos actores (Latour, 2008) que dan lugar a configuraciones complejas. Su complejidad se refleja en la composición heterogénea de la red y en la dinámica flexible de relación (Gibbons et al. 1998).

De lo anterior, me es posible sostener, como conjetura, que el rastreo y seguimiento de estos vínculos o conexiones al interior de las redes son una vía valiosa para la comprensión de las formas de trabajo y productos que alcanzan las redes, a partir de los movimientos y continuos cambios que les son inherentes. De aquí el preferir identificarlas como configuraciones dinámicas más que como estructuras acabadas y estáticas.

Las redes de investigación producen conocimiento a través de relaciones entre diferentes disciplinas, entre actores de distintos sectores sociales y comunitarios y a través de diferentes espacios (Gutiérrez, 2016).

A partir de este segundo supuesto, otra conjetura consiste en reconocer en los productos de investigación en red, un carácter multi, inter o transdisciplinar, cuyos temas o campos de conocimiento trascienden y atraviesan, frecuentemente, distintas fronteras disciplinares, institucionales y sociales, de tal manera que el trabajo en red posibilita la incorporación de conocimientos de distintas especialidades o campos, pero también los conocimientos y saberes de actores no académicos.

Estas conjeturas son una pauta para la caracterización del trabajo de investigación en red, a través de la cual desprenderé algunas claves para la valoración de su hacer. Para atender lo anterior, este texto toma en consideración la referencia a redes de investigación que atienden temas de sustentabilidad ambiental. Rasgos generales del trabajo de investigación en red se desprenden de acercamientos, en distintos niveles, sobre el estudio de tres casos de redes de investigación.

La organización en red. Rasgos generales

Conviene enfatizar aquí algunos rasgos generales de la organización en red. El estudio de las redes tiene antecedentes desde el siglo pasado, desde distintas perspectivas disciplinares. A partir de estos estudios se impulsa la visualización y el análisis de otras formas de organización distintas de las instituciones, los grupos o los sistemas sociales, los cuales habían sido investigados ampliamente desde los enfoques sociológicos, antropológicos e históricos de estudio sobre las relaciones sociales. El estudio de redes abrió la perspectiva analítica social sobre las relaciones, la cual se ha distinguido por privilegiar dinámicas y rasgos de la organización con base en relaciones diversas.

Podemos destacar, *grosso modo*, que dentro de la perspectiva sobre redes hay un enfoque que privilegia la *estructura* de la red, el cual se reconoce como Análisis de Redes Sociales (ARS) (Freeman, 2004) y otro enfoque asume a la red como una *configuración compleja* (Najmanovich, 2005; 2008) de relaciones diversas. En el primer enfoque encontramos una tendencia analítica de estabilización de las relaciones. En el segundo se privilegian las dinámicas de relación que articulan las diferencias, la diversidad creciente y posibilitan o permiten los movimientos y los cambios constantes.

Si bien en ambas perspectivas sobre las redes se pone el acento en las relaciones, vínculos y las interacciones entre diversos actores o agentes que entran en contacto, cada una muestra distintos énfasis de análisis. Desde el análisis de la red como estructura se atiende a los patrones y tipos de relación, la ubicación de sus actores o nodos, el análisis de los lazos que estos actores mantienen con los demás nodos a partir de la cuantificación de densidades y frecuencias de la relación y, con el apoyo en la visualización gráfica, para el análisis de la direccionalidad de estas relaciones (Scott y Carrington, 2011).

Desde el análisis de la red como configuración compleja (Najmanovich, 2016; Gutiérrez, 2016), destaca la heterogeneidad prevaleciente (Najmanovich, 2008), la presencia de la divergencia, la tensión, incluso el conflicto (De la Garza, 2005), se prefiere ubicar la diversidad de actores participantes, mismos que se distinguen por su agencia, las dinámicas internas de relación cambiantes, los alcances de los vínculos y los procesos generados en su dinámica y organización, así como las condiciones de generación, desarrollo o disolución de este tipo de organización, y la comprensión de sus pautas de acción conjunta a pesar de la diversidad de actores y la heterogeneidad de vínculos.

Otros rasgos generales de las relaciones en red se relacionan con:

- Diversidad de propósitos de los distintos actores quienes, no obstante, logran establecer acuerdos para la acción conjunta y compartir objetivos.
- La conformación de las redes se apega más a un estilo espontáneo, de voluntad propia de sus integrantes, que por cumplimiento con un mandato o decreto.

- La organización y las líneas de su acción se establecen en sus dinámicas internas de relación.
- Los actores comparten recursos propios y gestionan financiamientos y apoyos en sus instituciones, para apoyar la acción y operación de la red.
- Los actores y sus relaciones internas presentan cambios constantes.
- La horizontalidad es una característica notable del tipo de relaciones que se sostienen.
- Su organización es más heterárquica que jerárquica.
- El inicio y la finalización de la red no están previstos o previamente delimitados, están en construcción constante.
- Construcciones temporales de relación, más que espacios claramente definidos, bajo normatividades expresas sobre su actuar y funcionamiento.
- Se mantiene la heterogeneidad interna, de manera que logran lidiar con desacuerdos y articular las tensiones que puedan provocar las diferencias.

Para el caso de redes de investigación se pueden destacar, a nivel general, los siguientes rasgos:

- Heterogéneas también por lo que toca a la presencia de disciplinas experimentales, sociales y humanísticas, y por la presencia de actores no académicos, de distintas instituciones y organizaciones: espacios sociales y colectivos diversos que entran en relación.
- Son multi escalares y multidimensionales. Atienden y construyen problemas que atraviesan los focos a escala local, regional, nacional e internacional y global. Se mueven en distintos ámbitos o dimensiones y además establecen puentes entre distintos ámbitos como son el político, económico, comercial, académico, social, colectivo, cultural, humanístico y científico.
- Se muestran como multifacéticas en tanto tienen momentos de gran dinamismo y continuidad y otros de actividad disminuida. Dentro de este multifacetismo cabe el cambio de rumbo con un redireccionamiento de sus intereses.
- El desarrollo de buena parte de sus acciones se ubica más allá de las fronteras institucionales.
- En los momentos de mayor dinamismo, la realización periódica de encuentros parece ser una constante. Son encuentros de interacción e intercambio, de auto-organización en los cuales se visibilizan los vínculos y potencian las relaciones. Encuentros de diálogo intenso (González, 2015).

Lo anterior coincide con entender a las redes “como ensambles autorganizados que se hacen ‘al andar’”, como creadoras de “nuevos dominios de experiencia”, proveedoras de “múltiples itinerarios, tejiendo una trama vital en continuo devenir”, parafraseando a Denise Najmanovich (2007).

En este texto tengo el interés por puntualizar aspectos como estos y otros más que emergen al realizar acercamientos más puntuales a partir de casos de seguimiento.

Como ya lo señalé más arriba, en este documento, la propuesta e identificación de claves de valoración del trabajo de investigación en red se apoya en redes que atienden de manera directa, aunque no necesariamente de manera exclusiva,² el campo de las ciencias ambientales o la sustentabilidad ambiental.

Producción de conocimiento en red. Dinámicas que trascienden la organización disciplinar de la investigación

La producción de conocimiento en red es cada vez más reconocida como una práctica extendida dentro del trabajo de la investigación contemporánea en todos los ámbitos del saber. Los estudios sobre redes de investigación han estado mostrando que el trabajo en su interior tiene formas y dinámicas de organización distintas de aquellas que prevalecen y son reconocidas institucionalmente en los procesos de producción científico-tecnológica.

Sin embargo, a pesar de las diferencias, la extensión y generalización de la investigación en red que empezó a ser estudiada desde fines del siglo pasado (Gibbons et al. 1998) no ha supuesto el abandono de las formas disciplinarias, tan fuertemente institucionalizadas desde siglos atrás. Ambas formas de investigación se encuentran presentes en los distintos campos de conocimiento de la investigación, dentro de los espacios académicos institucionalizados para las disciplinas.

De manera que, a pesar de estas diferencias, el trabajo de investigación en red a veces se desprende de, o se apoya en, o bien convive con modelos disciplinarios de producir conocimiento. En esta situación, las redes de investigación también se llegan a ver sujetas a los modelos o formatos académicos que fueron generados para el trabajo disciplinar, las redes tienen y logran convivir con dichos modelos, no sin que también se tengan que enfrentar a tensiones e incluso conflictos.

En la organización en red y aún más, en el pensamiento en red, tenemos que se trascienden los formatos de modelos disciplinares en tanto que:

- El problema de investigación supone una construcción conjunta, entre actores diversos, incluso con actores no académicos.
- Las preguntas de investigación admiten distintas respuestas.
- Las formas de organización son dinámicas, de diseño propio y singular, de acuerdo con sus respectivos contextos y situaciones específicas.
- El acercamiento, las rutas de indagación, o métodos pueden ser retomados, adap-

² Una referencia al respecto la constituye un estudio previo sobre la Asociación Internacional de los Bienes Comunes (Gutiérrez, 2016).

tados, transformados con base en metodologías conocidas, pero también de nueva construcción y siempre de manera contextualizada y en situación.

- Los logros, resultados, alcances derivan de una autorreflexión, no solo individual sino también colectiva entre los diversos actores participantes y esto, a partir de una revisión constante del camino recorrido.
- Tienen lugar distintas formas de incorporar, reconocer, intentar integrar o articular trabajo con actores no académicos que participan en las investigaciones y, particularmente, de reconocer el valor de sus contribuciones y apoyos a la investigación.
- El conocimiento que producen, en tanto se logra con actores no académicos y fuera de espacios institucionalizados, es de carácter transdisciplinar.

Destaca de esta forma de producción de conocimiento la presencia activa de actores de diferentes sectores sociales y espacios de relación quienes incorporan al trabajo de investigación una diversidad de experiencias, conocimientos, saberes, creencias, prácticas y acciones propias de sus modos de relación y sus formas de existencia. El trabajo en red presupone y promueve dicha participación y además el reconocimiento a la contribución de quienes no son académicos, pero sí se convierten en activos actores de estas redes por su implicación en los problemas de investigación que atienden las redes. Esto se realiza en torno a una organización en red con propósitos compartidos y estrategias y líneas de acción conjunta.

Desde este proceder se expresa o refleja una notable diferencia con modelos de organización disciplinaria y de posturas epistemológicas que prefieren la distancia, la neutralidad, la vigilancia u observancia de manera lejana sobre procesos, prácticas y acciones de quienes, dentro de estos enfoques, son considerados sujetos y a la vez objetos de estudio.

Claves para la valoración del trabajo de redes de investigación

Los rasgos generales expuestos arriba sobre las relaciones en red nos dejan inferir que la valoración sobre este tipo de investigación requiere ser diferente de aquella valoración de investigaciones de corte disciplinar o academicista, que podemos identificar con el modo 1 de producir conocimiento, según propuesta de Michael Gibbons et al. (1998).

Mientras la investigación disciplinar o academicista se organiza de acuerdo con una estructura, comparte un lenguaje y códigos de investigación previos y además tiende a estabilizar modelos, procesos y productos, la organización en red de la investigación destaca por su flexibilidad, inestabilidad, cambio acelerado y complejo crecimiento.

Una organización disciplinaria para la investigación sigue y valora modelos lineales de producción de investigación en los cuales se identifican los siguientes rasgos generales: la previa definición de un problema, el diseño de un proyecto, la aplicación de una meto-

dología probada, el levantamiento de datos, la sistematización de la información, análisis de resultados y la posterior difusión de los mismos. Todo en un orden preestablecido, con seguimiento y respeto de las convenciones de la comunidad disciplinaria que otorga aval y sostiene, con su reconocimiento, un proyecto de investigación.

Se espera de las instituciones académicas que corresponden a este modelo de producir conocimiento, estabilidad, solidez y permanencia, con acciones apegadas a normatividades y diseños preestablecidos. También de ellas se espera que cumplan con sus metas, objetivos en apego estricto a sus funciones. Los parámetros para la evaluación del hacer en investigación disciplinaria están referidos al proyecto institucional en que se cobijan, y estos y el mismo proyecto de investigación suelen ser puestos a consideración de comunidades académicas que se llegan a reconocer como epistémicas (Haas, 1992).

La base fundamental de este documento se desprende del estudio reciente sobre el trabajo que realizan en red investigadores del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad del campus Morelia, Michoacán, de la Universidad Nacional Autónoma de México, en el marco de un proyecto con financiamiento y, de manera más puntual, con un mayor acercamiento, sobre la Red Temática de Conacyt sobre Sistemas Agroforestales de México (SAM). Estoy presentando aquí claves que pueden ser tomadas en cuenta para valorar y comprender mejor la complejidad de investigaciones que se organizan en Red.

La aproximación metodológica consiste en un acercamiento a las redes que permite por un lado la reconstrucción de aspectos de su trayectoria, y por otro lado un seguimiento de parte de esta trayectoria mediante un acompañamiento discreto, pero formalizado, como participante en sus reuniones de trabajo como redes.

La observación presencial de sus interacciones en red, la realización de entrevistas a algunos actores, la revisión de los documentos producidos y, de existir, la exploración de sus páginas electrónicas, constituyen insumos centrales de referencia, análisis y sustento de las claves a proponer en este trabajo.

Proyectos de investigación en interrelación, pautas de conformación y despliegue de redes

Al tratarse de redes de investigación, la conformación y dinámica de las mismas se establece alrededor de proyectos que devienen de líneas de investigación con largos trayectos de gestación.

Una expresión tangible de estas redes la ubico en proyectos que comparten un tema o campo de conocimiento central de interés. Proyectos cuyos diseños, definiciones, fundamentaciones y metodologías en que se sostienen muestran elementos comunes.

Cuando estas redes de investigación llegan a obtener algún reconocimiento oficial e incluso financiamientos institucionales,³ las redes pueden presentarse o mostrarse a partir del compromiso por desarrollar un solo proyecto general de investigación a seguir, sin embargo, un proyecto general supone la intersección de distintos proyectos, con diferentes puntos de contacto, “los proyectos son pautas, son muchos proyectos con cruces y puntos de conexión” (Castillo, 2017).

Proyectos previos de un mismo investigador, de otros investigadores y de alumnos de estos mismos investigadores entran en relación. De tal manera que las interrelaciones y conexiones entre los proyectos suponen diálogos e intercambios previos y otros que se sucederán en el camino de la red.

Así, la red parece contar de inicio con un amplio entramado de proyectos, sobre el cual se apoyarán los procesos y productos que vaya logrando la red. En esta configuración de entramado de proyectos, los investigadores se vuelven ya no solo gestores de sus propios proyectos sino que, como actores de la red, producen acciones de proyección conjunta, para contribuir al desarrollo del proyecto general que les convoca.

Podemos entonces identificar así, un proyecto general que actúa como paraguas de proyectos previos interconectados, que además permite la gestación de nuevos proyectos dentro de la red. De lo anterior, es posible desprender los siguientes rasgos en la configuración de la red, que pueden ser una guía de valoración del trabajo de investigación en red:

- Un proyecto general y común, que resulta ser un buen articulador de la heterogeneidad de la red.
- Un entramado de proyectos con larga trayectoria, de existencia previa a la red, que se logran interconectar entre sí y con el proyecto general de la red.
- La capacidad de la red de generar nuevos proyectos.

Diversidad de actores en las redes

Los investigadores constituyen los principales impulsores de las relaciones en las redes de investigación, particularmente aquellos investigadores que inician los trabajos de cada red. También son quienes mantienen relación con el resto de los actores de la red. Sin embargo, las redes destacan por la presencia de diversos actores que pueden tener distintas formas de acción al interior de la red y no por ello tener menos relevancia como actores. Antes de pasar a revisar con más detenimiento las características que le dan el carácter de actor a un miembro de la red, revisemos la diversidad tan amplia de actores que se pueden identificar en redes de investigación sobre ciencias ambientales.

Para el caso de la Red del proyecto sobre “Apropiación de conocimiento socio-eco-

³ Se refiere al financiamiento que otorga Conacyt a redes temáticas y al que otorga el Programa de Apoyo a la Investigación y la Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la Universidad Nacional Autónoma de México.

lógico” de la UNAM y la Red Temática del Sistemas Agroforestales de México fue posible observar la siguiente diversidad de actores:

- Actores individuales: investigadores, estudiantes de diferentes niveles, trabajadores universitarios, técnicos profesionales, representantes sociales, pobladores.
- Productores: campesinos, agricultores, ganaderos, rancheros.
- Actores institucionales: universidades y centros de investigación, escuelas de educación básica, entidades oficiales y gubernamentales, organismos de ciencia y tecnología nacionales e internacionales, estaciones de biología, programas y asociaciones financiadoras.
- Autoridades locales: presidentes municipales, comisariados ejidales.
- Actores comunitarios: comunidades rurales, comunidades escolares, cooperativas productivas, diferentes grupos poblacionales, ejidos y distintos grupos sociales.
- Organismos de la Sociedad Civil: asociaciones productivas y proteccionistas del medio ambiente, cooperativas, grupos de activistas.
- Organismos privados: empresas, asociaciones productivas, entidades comerciales.
- Redes: redes de investigación, redes institucionales, redes sociales.

En la lista anterior se encuentran actores como sujetos aislados, pero también destaca la presencia actores que representan conglomerados de personas identificables en su conjunto como asociaciones, grupos, instituciones, asociaciones, etcétera.

En específico, la Red SAM registra en el año 2017 una composición de 185 miembros, de los cuales 134 son investigadores, 36 son estudiantes y 15 son actores no académicos, pertenecientes a 18 entidades federativas del país y con 18 miembros extranjeros. Los investigadores pertenecen a 36 distintas entidades o instituciones académicas y se registran también 6 instituciones de gobierno y 9 organizaciones de la sociedad civil (OSC) (Red SAM, 2017).

La red SAM tiene un registro de alta heterogeneidad, y sin embargo todavía es posible identificar mayor diversidad en la composición de esta red. En sus reuniones de trabajo durante el 2017 la presentación de los distintos proyectos que inmersos en la red mostraron datos sobre la participación y contribución de diversos actores no académicos: tomadores de decisión, administradores universitarios, agencias financiadoras, pero además, campesinos, rancheros, jefes de hogar, cooperativas de mujeres y hasta comadres, resultan ser sujetos referidos en el desarrollo de las numerosas investigaciones que siguen los actores de la red.

Sobre la diversidad de actores se pueden desprender las siguientes claves:

- La presencia de una alta heterogeneidad entre los actores de la red.
- Notoria y numerosa presencia de actores no académicos.
- Expresión clara de las formas de interrelación con los actores no académicos.
- Participación directa y diferenciada de los diversos actores en procesos y productos de la red.

Agencia en las redes de investigación

Los diversos actores de las redes tienen agencia propia. Muestran capacidad de acción, organización y decisión, al margen de la red y dentro de ella. Cada actor, como miembro de la red, es capaz de participar desde la aportación, la interacción, el intercambio, la realización de acciones conjuntas y puede asumir tareas para la toma de decisiones de beneficio colectivo. A la vez es un actor de notable agencia sobre su propia condición, con autonomía de la red. Esto puede ser como investigador, como productor (campesino, ganadero, pequeño comerciante), como institución educativa o de investigación, como oficina gubernamental, como organismo de la sociedad civil, todos ellos y otros con sus propios roles al margen de la red y con capacidad de asumir nuevos roles específicos al interior de la misma. Esta agencia es un rasgo distintivo y puede a su vez ser una condición para considerar que los miembros participantes en la red adquieran el rol de actores.

Teóricamente, es de suponer que los actores con agencia realicen y gestionen su acción de acuerdo con sus experiencias, también de acuerdo con su actual situación y contexto, así como con sus perspectivas de futuro (Emirbayer y Mische, 1998). Desde tal capacidad de acción y de gestión, los actores asumen posturas o responsabilidades temporales y cambiantes, al interior de la red.

Cada actor de la red aporta la experiencia que considera pertinente para la red, además de atender a sus propios intereses que le llevan a mantenerse dentro de ellas.

La diversidad de actores permite comprender la presencia de una diversidad de estilos de agencia. Algunas más efectivas en ambientes institucionalizados, o en ambientes de política pública, o en ámbitos de financiamiento. Los actores expresan su estilo propio de agencia y derivan de este estilo o contribuyen desde él a una agencia para la organización de la red. Desde ahí elaboran propuestas de trabajo y acciones *en* y *para* la red.

De lo anterior, me es posible sostener que las redes son configuraciones abiertas y potenciadoras de las agencias de los actores que participan en ellas.

Algunos rasgos de valoración respecto a la agencia de los actores:

- El rol de actores se obtiene a partir de la capacidad de agencia que expresan.
- La capacidad de agencia está presente tanto en investigadores como en actores no académicos.
- Existe una realización de reuniones que permiten la presentación de proyectos, el diálogo con base en la expresión de sentidos y significados y la negociación y realización de agencias para la red.
- En la red se expresan distintos estilos de agencia.
- La red misma logra instalar una capacidad propia de agencia a partir de los espacios que aporta la red para la reflexión conjunta y la meta reflexión.

La agencia de los investigadores en el impulso, la gestión de proyectos y la articulación de sentidos en la red

Los investigadores muestran los siguientes rasgos en relación con su forma de participación:

- Son impulsores iniciales y fundamentales de las redes y quienes mantienen vínculos con los actores de su respectiva red. En relación con esto mismo, realizan actividades de mediación y de promoción de la interacción entre los distintos actores.
- Son investigadores de larga trayectoria. Están vinculados a la temática central de la red desde años atrás. Destaca mucho en su trayectoria su proceso de formación académica, también su carrera profesional y, dentro de esta carrera, una íntima relación con su experiencia vital, tal como se refleja en los siguientes relatos.

Por intereses desde hace mucho, desde que hice el doctorado [...] para la elaboración de la tesis de doctorado [...] una preocupación por cómo se usa el conocimiento.

Conozco mucho a la gente del alrededor [de la estación] porque he salido mucho a verlos y la gente ya nos conoce. Llevo muchos años estando ahí, 16 años dando vueltas y metiéndome y preguntando, la gente me conoce. Me es fácil llegar y conversar. Luego del huracán [...] que afectó a gente que vivía cerca del río y ahí vivían los trabajadores de la estación. Entonces yo dije oigan vamos a hacer algo, vamos a hacer una coperacha, en una cuenta y órale vamos a apoyarlos en algo. En este último huracán en cuanto pude agarré la camioneta y fui a ver cómo estaba la gente que conozco. Llevamos ropa. Estás conectada con la gente, es la gente que conoces y te preocupas. Andaba yo pendiente porque es la gente con la que he trabajado muchos años y me importa. Entonces hice entrevistas a ellos y a los de la Cruz Roja, tratando de ver cuál estaba siendo la respuesta gubernamental. Hemos aprendido mucho y yo creo que ellos también han aprendido de nosotros (Castillo, 2017).

Pues sí voy a hacer referencia a mi experiencia. Yo empecé con el tema desde el doctorado, que era muy interdisciplinario. Estudios ambientales en Ciencias Sociales en la Universidad de California [...] Cuando realicé la tesis de licenciatura estuve trabajando en una comunidad maya en Punta Laguna de la península de Yucatán, haciendo cosas super biológicas con monos, pero me involucré mucho con los procesos en la comunidad donde estaba viviendo y me quedó muy claro que el problema de la conser-

vación era un problema de opciones de desarrollo para la gente que vivía ahí (Ayala, 2017).

Desde la licenciatura, yo estudié ingeniería agrícola. Era una licenciatura multidisciplinaria. Pero yo percibí que no tuvimos como mucho trabajo teórico-conceptual con otras formas de conocimiento, no obstante la riqueza agrícola del país (Moreno, 2017).

Los anteriores relatos también están mostrando una forma de trabajo en constante relación con poblaciones y actores no académicos, quienes están involucrados directa y vivencialmente con los objetos y temas de interés de estos investigadores. Relaciones previamente establecidas con pobladores, técnicos o trabajadores, con representantes comunitarios, con comunidades o poblaciones diversas a partir del desarrollo de actividades de investigación, que llegan a derivar en posteriores vínculos laborales, sociales y hasta vínculos afectivos, a quienes los investigadores suman a su red personal de trabajo y muchas veces a la red de investigación que tienen bajo su responsabilidad.

Pero además de este papel central de impulso y conformación de la red que tienen los investigadores, resalta el que también sean los principales articuladores de los sentidos que se gestan dentro de la red. Tal es el caso, por ejemplo, en: el interés de investigar sobre el uso del conocimiento, reflexionar sobre cómo se conecta el conocimiento científico con los pobladores que habitan en los ecosistemas (Castillo, 2017), por preguntarse sobre el papel de las poblaciones humanas en el logro de la conservación (Ayala, 2017) por conocer el conocimiento que portan los actores no académicos y entender y co-definir las problemáticas ambientales desde la óptica de los actores que viven en los escenarios de estudio (Moreno, 2017). Sentidos presentes en los temas emergentes de las agendas de investigación contemporáneas sobre el campo de las ciencias ambientales en México.

Los siguientes son algunos de los rasgos que sobresalen de su agencia y son pertinentes como guía de valoración:

- La agencia de los investigadores se realiza en relación estrecha con los contextos y las situaciones de estudio y con la diversidad de proyectos de los distintos actores de la red.
- Mantienen vínculos y articulan las agencias con otros investigadores y con actores no académicos de la red. Como ejemplos: se generan nuevos vínculos a través de convenios o acuerdos, se logran nuevas formas de financiamiento, se abren más espacios de intercambio (ferias, tianguis, exposiciones de carteles).
- Estos vínculos suponen diálogos constantes.
- Son gestores de nuevos vínculos y de múltiples y diversos recursos para el funcionamiento de la red.
- Captan, rastrean y recrean sentidos para la colaboración entre la diversidad de actores y participan de la generación de nuevos sentidos.
- Son capaces de realizar numerosas proyecciones temporales de la red.

- Se trata de una agencia muy dinámica capaz de trascender las fronteras institucionales y a la vez de beneficiarse del apoyo de la administración institucional. Una agencia de negociación continua con las fuertes tensiones que caracterizan al campo de las ciencias ambientales y la sustentabilidad.

Construcción de agendas emergentes y construcciones metodológicas de participación conjunta

Las redes de investigación son espacios en los cuales no solo se siguen temas emergentes de las agendas de investigación contemporánea para el campo de conocimiento que atiendan las redes, sino que además son activas generadoras de los temas de estas agendas.

En relación con el campo de las ciencias ambientales y de la sustentabilidad, los casos de redes de investigación que aquí se refieren atienden a un campo de conocimiento complejo, de conformación multi, inter o transdisciplinaria desde sus inicios, caracterizado por una alta emergencia y riesgo socioambiental, con relevantes y alarmantes aspectos de vulnerabilidad en los escenarios naturales de estudio y de implicación social, que afectan y que son afectados por dinámicas productivas cambiantes y extensivas y de alto extractivismo y exacerbación en la explotación de recursos. Un campo de conocimiento que ha demandado un notorio dinamismo de acción y reflexión, con fuertes ligas hacia la política de toma de decisiones globales y directamente implicado en las dinámicas productivas económicas, distributivas y comerciales de las sociedades contemporáneas. Un campo atravesado por temas como los de nuevo orden económico internacional, migración, género, sistemas y seguridad alimentaria.

En la Red SAM, la atención al campo supone una preocupación expresa por “la pérdida de diversidad natural y cultural, el cambio climático y la inseguridad alimentaria, entre otros problemas” (Red SAM, 2017).

De manera que, para la Red SAM, sus desafíos consisten en lidiar con múltiples contradicciones y tensiones relativas a: lograr la sustentabilidad en ámbitos productivos o de alto nivel de explotación de recursos, promoción de sistemas productivos orgánicos en lugar de sistemas de producción industrial de mayor captación de recursos para los habitantes y los productores locales, impulso de prácticas de preservación y a la vez incremento de la productividad. Estas son algunas de las tensiones que expresan enfrentar, en sus respectivas presentaciones de proyectos de investigación, los actores de estas redes, tensiones que cobran presencia en la construcción de las agendas de investigación de dentro de la red.

Las redes constituyen la apertura de espacios de intercambio y reflexión colectiva y diálogo en torno a los temas más significativos de la red, tal como es para el caso de la Red SAM, la definición y significado sobre la agroforestería:

Los *Sistemas Agroforestales* (SAF) integran la deliberada retención o introducción de la diversidad silvestre o forestal en coexistencia con cultivos y/o animales domésticos en formas de manejo agrícolas con el objetivo de obtener beneficios ecológicos, económicos y sociales de tal integración.

En México los SAF pueden incluir a *terrazas, campos elevados y milpas* donde se conserva la mayoría de la riqueza de los maíces, frijoles, calabazas y quelites nativos y de especies de frutales nativos, a los *huer-tos familiares* para la autosuficiencia alimentaria, los *agrobosques* para la producción de café, canela, vainilla, piña y cacao para la obtención de ingresos a través de los mercados locales, regionales y globales, y los *sistemas agrosilvopastoriles* de origen colonial y recientes (Red SAM, 2017).

La anterior más que una definición es una caracterización general, pero a su vez singular para el ámbito agroforestal mexicano, la cual se nota atravesada por distintos temas, problemas, escalas y sistemas productivos, políticas, espacios, productos, perspectivas analíticas. Una especie de entramado articulado que liga el discurso científico con una diversidad de ámbitos sociales, políticos y naturales. En todo esto, sin mostrar puntos únicos y precisos de partida u origen, ni delimitaciones fijas de alcance.

Los integrantes de la Red SAM son especialistas activos sobre el tema de la agroforestería pero no están conformes con la definiciones existentes y revisan, debaten y aportan nuevos contenidos para resignificar a los sistemas agroforestales a partir de varios movimientos reflexivos o, como veremos adelante, en *movimientos recursivos*.

Indudablemente la definición de la agenda sobre las ciencias ambientales o la sustentabilidad del ambiente se afectará por este tipo de debates, en los cuales, además de la participación decidida de los investigadores, se cuenta con la participación de especialistas de otros campos sociales y de actores no académicos de distintos sectores sociales.

En los casos revisados, se abren espacios para la expresión e interacción con percepciones, sentidos, formas de pensar, de hacer, de experimentar de dichos actores no académicos. De manera que desde la construcción de los problemas de investigación y la definición de contenidos, temas y subtemas a atender hay una construcción a través de la colaboración y el intercambio.

Al respecto resalta como ejemplo el interés por realizar acciones participativas entre investigadores y actores locales y comunitarios, a través del siguiente tipo de herramientas: reordenamientos espaciales comunitarios, diagnósticos participativos, atlas y mapeos participativos, repositorios de procesos y productos. Actividades y no solo herramientas, que se promueven dentro de los distintos proyectos de investigación con que se entreteje

la red. Si bien se trata de, en general, herramientas comunes de indagación en disciplinas experimentales (biología, agronomía y agroforestería por ejemplo) y por lo tanto en las ciencias ambientales y de la sustentabilidad, también constituyen fuentes de información y de definición de problemas de estudio, con alto potencial en la construcción conjunta de agendas de investigación.

Para el caso de la Red de Sistemas Agroforestales, la reunión de octubre-noviembre de 2017⁴ supuso la identificación o señalización de algunos temas a tratar en paneles y mesas de trabajo que parecían tener mayores puntos de interconexión y que también podrían interpretarse como nódulos de profundización sobre sistemas agroforestales y por lo tanto de la agenda de interés sobre estos sistemas.

1. Territorios, paisajes, sistemas agroforestales y beneficios socio-ambientales.
2. Diversidad biocultural, historia ambiental y etnoagroforestería.
3. Seguridad y soberanía alimentaria, satisfacción de necesidades globales y generación de ingresos de sistemas agroforestales.
4. Diseño de sistemas agroforestales.
5. Docencia, capacitación y formación de recursos humanos en sistemas agroforestales.
6. Mitigación y adaptación del cambio climático a través del manejo agroforestal.
7. Experiencias de redes y asociaciones agroforestales.
8. Política pública y gobernanza de sistemas agroforestales de México.
9. Vinculación y difusión de sistemas agroforestales.
10. Organización de la sociedad civil y sistemas agroforestales.

Al anterior listado habría que sumar la presencia de temas transversales en la mayoría de los proyectos presentados en las dos reuniones de esta red: género, migración, salud y poblaciones vulnerables.

Se trata de temas que expresan trabajo previo de investigación y la actual reflexión conjunta, los cuales reflejan parte de la agenda de investigación en este campo de estudios y además aportan temas y formas de estudio a esta agenda de las ciencias ambientales y de la sustentabilidad. De esta forma es posible considerar que, particularmente, en la Red SAM se establecen formas dinámicas de diálogo entre diferentes conocimientos y formas de producción del mismo (Luengo, 2014; Street, 2015; Vázquez y Reyna, 2016), además de diálogos entre culturas.

En las agendas de investigación para el campo, los siguientes pueden ser algunos aspectos a desprender, los cuales puedan ser considerados como claves de valoración

- La realización de reuniones como espacios de intercambio, escucha, diálogo, aprendizaje, negociación de significados y generación de nuevos sentidos.
- Presencia de diversas metodologías, propias de los ámbitos de acción de cada actor, que se adecúan, combinan, ajustan o transforman. Se retoman herramientas de

4 Reunión de la Red SAM en la Universidad de Baja California Sur los días 30 y 31 de octubre y 1 de noviembre de 2017.

trabajo experimental y se proponen como acciones de participación conjunta.

- Creación de repositorios de información sobre los actores, instituciones, proyectos, productos, que favorecen el intercambio y con ello, los lazos y flujos de conocimientos y saberes.
- Ejercicios reflexivos conjuntos.
- Organización de la acción colectiva de la red para el trabajo de campo, la gestión, la organización, el financiamiento.
- Identificación y caracterización de temas emergentes para las agendas de investigación del campo de estudio.

Complejos temáticos

Algunos aspectos relativos a la producción de conocimiento en redes me permiten proponer la identificación de complejos temáticos en los cuales ubico complejos entramados temáticos y núcleos analíticos o referencias circulantes. No son elementos separables, sino más bien cualidades identificables en interrelación, que se muestran en movimientos recursivos (Wiessman et al. 2008), características analíticas de la producción de conocimiento de estas redes, respecto de las cuales sería posible ubicar los análisis hermenéuticos que nos proponen autores como Hans Diéleman (2015).

Núcleos analíticos o referencias circulantes

La producción de conocimiento en red se relaciona con la notoria presencia de núcleos analíticos de clara y reiterada expresión discursiva en los documentos y diálogos y entre los actores. Estos núcleos permiten identificar a la red por nombre y por los problemas y temas de su atención. Pueden entenderse como categorías analíticas de trabajo que cambian con el tiempo en contenido y orientación (Zemelman, 2005), cuyos cambios se producen y a la vez son producto del curso que sigue la investigación en red. También se van mostrando con distintos contenidos a lo largo de constantes movimientos, que llamaremos recursivos. Se trata, por ejemplo, de los bienes comunes o los comunes en el caso de la IASC (Gutiérrez, 2016) y de los sistemas agroforestales en la Red SAM.

Para el caso de la Red SAM, los sistemas agroforestales funcionan como *categorías de análisis* que guían y orientan el diseño de la investigación y el trabajo de campo mismo, así como en el análisis de resultados y en la reflexión colectiva.

Interesa recuperar lo arriba expuesto sobre los sistemas agroforestales, para también considerar a los núcleos analíticos como *entramados articulados* que ligan y religan el discurso científico con una diversidad de ámbitos sociales, políticos y naturales, lo que recuerda la postura Latourina de negar la separación pretendida entre lo científico, lo social y lo natural. Una propuesta por reensamblar lo social, en palabras de Latour (2001 y 2008).

Pero además de esta característica articuladora o re-ensambladora, está el constante movimiento y resignificación de estos núcleos analíticos. En el apartado anterior, se señalan una serie de herramientas habituales en los actores de la Red SAM para el desempeño profesional del rol de los investigadores, pero adaptadas a las formas de investigación en red, particularmente bajo la intención de ser usadas en conjunto con actores no académicos, como los reordenamientos espaciales comunitarios, diagnósticos participativos o atlas y mapeos participativos. Herramientas que posibilitan el traslado de espacios, de contenidos disciplinares y de problemáticas.

Entramados temáticos

Con entramados temáticos quiero destacar aquello que arriba se mencionó sobre la diversidad de proyectos y temas que entran o ya se encuentran en relación dentro de la red. De lo que resulta una especie de ramales de temas diversos que se entraman entre sí, que se conectan a partir de un tema general que les vincula, sostiene y atraviesa. Entramados temáticos de ramificación creciente, que permiten la profundización sobre el tema general o el campo de conocimiento que se cultiva.

Para el caso de atención pueden ser los sistemas agroforestales como núcleos temáticos, o las ciencias ambientales y de la sustentabilidad.

Es un entramado presente de inicio, con distintos temas y proyectos de investigación en conexión, que tiende a complejizarse conforme se trabaja en red, al incorporar nuevos temas, subdividirlos o reagruparlos, y también al potenciar nuevas conexiones temáticas.

Para el caso de la Red Temática de Sistemas Agroforestales de México, no solo hay cruces disciplinarios iniciales entre agrónomos, ecólogos, biólogos, veterinarios, geógrafos e incluso con historiadores: también se cuenta con proyectos temáticos dentro de los cuales se trabaja sobre sustentabilidad, sistemas silvopastoriles, producción agropecuaria, comercio justo, migración, género, identidad, etnología, etnoagroforestería, cultivos tradicionales, manejo de ranchos, milpas, vinculación productiva, agrobosques, cultivos de café y cacao, cooperativas y reservas comunitarias, cultura y comunidad, historia forestal y ambiental, conservación, restauración, cambio climático, captura de carbono, gobernanza, políticas y financiamiento productivo y sustentable, entre muchos otros temas. Se trata de temas diversos que se logran articular en un discurso polifónico y coherente, que no desconoce las tensiones, las controversias y los quiebres y, por lo tanto, es distinto a la idea de temas integrados, estructurados en una matriz de relaciones precisas.

Conclusión

El estudio de redes de investigación en el ámbito de la sustentabilidad y las ciencias ambientales arroja elementos sustanciales sobre las formas de trabajo en red y producción

transdisciplinar de conocimiento. Además de que su estudio permite desprender claves para la valoración del trabajo de estas redes, también considero que el trabajo de estas redes se fundamenta y a la vez promueve el diálogo entre distintos tipos de conocimiento, entre distintos sistemas de acción y entre distintas culturas.

Bibliografía

Publicaciones

- De La Garza, E. (2005). Neoinstitucionalismo, ¿opción ante la elección racional? Una discusión entre la economía y la sociología. *Revista Mexicana de Sociología*, 67(1), 163-203.
- Diéleman, H. (2015). La relevancia de la transdisciplinariedad para la producción de conocimiento contemporánea. En S. Street (ed.), *Trayectos y vínculos de la Investigación Dialógica y Transdisciplinaria. Narrativas de una experiencia*, (pp. 1-22). Recuperado de <https://www.crim.unam.mx/web/node/279>
- Emirbayer, M., y Mische, A. (1998). What is agency?. *The American Journal of Sociology*, 103(4), 962-1023.
- Freeman, L. C. (2004). *Development of social network analysis. A study of in the sociology science*. Nueva York: Empirical Press.
- González, J. (2015). *Configuraciones complejas en redes de acción científica: la construcción de conocimiento colaborativo en su relación con la política pública*. Tesis de doctorado. Universidad de Guadalajara.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., y Trow, M. (1998). *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*. Barcelona: Pomares Corredor.
- Gutiérrez, N. G. (2016). *Senderos académicos para el encuentro: conocimiento transdisciplinario y configuraciones en red*. Cuernavaca: Universidad Nacional Autónoma de México / Juan Pablos.
- Haas, P. M. (1992). Introduction: epistemic communities an international policy coordination. *International Organization, Special Use. Knowledge, power and international policy coordination*, 46(1), 1-135.
- Hirsch, G., Hoffmann-Riem, H., Biber-Klemm, S., Grossenbacher-Mansuy, W., Joye, D., Pohl, C., ... Zemp, E.(2008), *Handbook of Transdisciplinary Research*. Dordrecht: Springer.
- Latour, B. (2001). *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*. Barcelona: Gedisa.
- Latour, B. (2008). *Reensamblar lo social. Una introducción a la teoría del actor-red*. Buenos Aires: Manantial.
- Latour, B. (2013). *Investigación sobre los modos de existencia. Una antropología de los modernos*. Buenos Aires / México: Paidós.
- Luengo, E. (2014). *El conocimiento de lo social. Principios para pensar lo social*. Guadalajara: ITESO.
- Luna, M. (2003). La red como mecanismo de coordinación y las redes de conocimiento. En M. Luna (ed.). *Itinerarios del conocimiento. Formas dinámicas y contenido. Un enfoque de redes*, (pp. 51-78). México / Barcelona: UNAM/ Anthropos.
- Najmanovich, D. (2005), Estética del pensamiento complejo. *Andamios. Revista de Investigación Social*, 1(2), 19-42.
- Najmanovich, D. (2007), El desafío de la complejidad: redes, cartografías dinámicas y mundos implicados. *Utopía y Praxis Latinoamericana: revista internacional de filosofía iberoamericana y teoría social*, 12(38), 71-82.
- Najmanovich, D. (2008). *La organización en redes de redes y de organizaciones*. México: Universidad Nacional Autónoma de México
- Najmanovich, D. (2016). El cambio educativo: del control disciplinario al encuentro comunitario. En S. Fincocchio, D. Najmanovich, y M. Warschauer (eds.). *Diversos mundos en el mundo de la escuela*, (pp. 77-165). Buenos Aires: Gedisa.
- Ostrom, E. (2011). *El gobierno de los bienes comunes: la evolución de las instituciones de acción colectiva*. México: Fondo de Cultura Económica.

- Red Temática de Sistemas Agroforestales de México (2017). *Reunión Nacional. Libro de resúmenes*. Recuperado de: http://www.red-sam.enesmorelia.unam.mx/wp-content/uploads/RedSAM-Libro_resumenes-I-Reunion-Nacional.pdf
- Scott, J., y Carrington, P. (2011). *The SAGE Handbook of Social network analysis*. Londres / California / Nueva Delhi / Singapur: SAGE.
- Street, S. (2015). Introducción. En S. Street (ed.). *Trayectos y vínculos de la investigación dialógica y transdisciplinaria. Narrativas de una experiencia*. Cuernavaca: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <https://www.crim.unam.mx/web/node/279>
- Vázquez, J. P., y Reyna, P., (2016). Towards a dialogue between knowledge systems. En M. Khun y H. Vessuri (eds.). *Contribution to alternative concepts of knowledge*, (pp. 21- 40). Stuttgart: World SSH Net.
- Wiesmann, U., Biber-Klemm, S., Grossenbacher-Mansuy, W., Hirsch Hadorn, G., Hoffmann-Riem, H., Joye, D., Pohl, C., y Zemp, E. (2008). Enhancing Transdisciplinary Research: A Synthesis in Fifteen Propositions. En G. Hirsch Hadorn et al. (eds.). *Handbook of Transdisciplinary Research*, (pp. 433-441). Suiza: Springer.
- Zemelman, H. (2005). *Voluntad de conocer. El sujeto y su pensamiento en el paradigma crítico*. Barcelona: Anthropos.

Entrevistas

- Ayala, B., (2017, marzo). Entrevista realizada por Norma G. Gutiérrez Serrano, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Morelia, Michoacán.
- Castillo, A., (2017, enero). Entrevista realizada por Norma G. Gutiérrez Serrano, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Morelia, Michoacán.
- Moreno Calles, A. I., (2017, marzo). Entrevista realizada por Norma G. Gutiérrez Serrano, en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Morelia, Morelia, Michoacán.

Página Electrónica

- Red SAM. (2017). *Red de Sistemas Agroforestales de México*. (Web). Recuperado de <http://www.red-sam.org>

Nombres: Red Temática de Sistemas Agroforestales de México.

Título: Los sistemas agroforestales de México : avances, experiencias, acciones y temas emergentes en México / Red Temática de Sistemas Agroforestales de México.

Descripción: Primera edición. | Morelia, Michoacán : Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, 2020.

Identificadores: LIBRUNAM 2099509 | ISBN 978-607-30-4076-1.

Temas: Sistemas agroforestales -- México. | Agroforestería -- México. | Indios de México -- Agricultura.

Clasificación: LCC S494.5.A45.S57 2018 | DDC 634.99—dc23

Los Sistemas Agroforestales de México: Avances, experiencias, acciones y temas emergentes

Dra. Ana Isabel Moreno Calles, ENES Morelia, UNAM

Dra. María Lorena Soto Pinto, ECOSUR

Dra. Martha Micheline Cariño Olvera, UABCS

Dr. José Manuel Palma García, UC

Dr. Sergio Moctezuma Pérez, UAEM

Dr. Jesús Juan Rosales Adame, CU Costa Sur, U de G

Dra. Patricia Irene Montañez Escalante, UADY

Dr. Vinicio de Jesús Sosa Fernández, INECOL

M.C. María del Rocío Ruenes Morales, UADY

Wilfrido López Martínez, ENES Morelia, UNAM

Primera edición: diciembre 2020

D.R.© **Universidad Nacional Autónoma de México**

Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.

Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia

Cuidado de la edición: Cecilia López Ridaura, Jorge Andrés Trinidad González,
Eduardo González Palacios y Juan Benito Artigas Albarelli

Diseño editorial y armado: Carlos Villaseñor Zamorano

ISBN 978-607-30-4076-1

La presente publicación contó con dictámenes de expertos externos de acuerdo con las normas editoriales de la ENES Morelia, UNAM.

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Hecho en México