

PLANTAS, CULTURA Y SOCIEDAD

Estudio sobre la relación entre seres humanos
y plantas en los albores del siglo XXI

PLANTAS, CULTURA Y SOCIEDAD
ESTUDIO SOBRE LA RELACIÓN ENTRE SERES HUMANOS Y
PLANTAS EN LOS ALBORES DEL SIGLO XXI

Editores

Beatriz Rendón Aguilar

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa

Silvia Rebollar Domínguez

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa

Javier Caballero Nieto

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

Miguel Angel Martínez Alfaro

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa

Secretaría del Medio Ambiente,
Recursos Naturales y Pesca

2001

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Rector General

Dr. José Luis Gázquez Mateos

Unidad Iztapalapa

Rector

Dr. Luis Mier y Terán Casanueva

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Director

Dr. Gerardo Saucedo Castañeda

Jefe del Departamento de Biología

Biól. Marco Aurelio Pérez Hernández

Primera edición, 2001

ISBN: 970-654-782-7

Derechos Reservados © 2001, UAM-I

San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa

México, D. F., 09340

Diseño y portada

Carmen Carolina Delgadillo Espinoza

Víctor Hugo Alcalá Benítez

Ilustraciones

Víctor Hugo Alcalá Benítez

Esta publicación no puede ser reproducida, ni total ni parcialmente, registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo, por escrito, de la editorial.

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico

Dedicamos este volumen al Dr. Arturo Gómez-Pompa y a todos los etnobotánicos de México que en el pasado y en el presente se han abocado a entender los complicados procesos biológicos y culturales que ocurren dentro de la relación planta-hombre. De igual manera, este libro está dedicado a todos aquellos grupos étnicos y mestizos de México, quienes hacen del conocimiento, uso y manejo de los recursos vegetales su *modus vivendi* y aportan, con su conocimiento empírico, ideas orientadas a la conservación de la biodiversidad.



Dr. Arturo Gómez-Pompa



Escribir acerca de una personalidad importante, que al mismo tiempo es maestro, amigo y colega, siempre será una tarea gratificante, pero también representa un reto describir de una forma muy general y lo menos apasionada posible, las principales cualidades como persona y las aportaciones más sobresalientes como científico, del Dr. Arturo Gómez-Pompa.

Los miembros del Comité Organizador del Primer Coloquio "Plantas, Cultura y Sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI", realizado bajo el auspicio de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, en colaboración con el Dr. J. Salvador Flores Guido, de la Universidad Autónoma de Yucatán, preparamos la presente semblanza, como parte de un modesto reconocimiento, en la que tratamos de describir algunos de los aspectos clave en el desarrollo del trabajo académico y el gran esfuerzo profesional del Dr. Gómez-Pompa.

El Dr. Arturo Gómez-Pompa es, sin duda, uno de los biólogos mexicanos más importantes de las últimas cuatro décadas y su incursión en los campos de la enseñanza, de la investigación, de la difusión y de la gestión, desde la perspectiva ecológica, marcaron un estilo propio y generaron una serie de experiencias que se constituyen en invaluable aportaciones, sobre todo, en relación a la valoración social del quehacer de los biólogos en el contexto nacional.

Gracias a su gran capacidad de síntesis e integración, intuición científica y observación, el Dr. Gómez-Pompa logró esbozar hechos que son fundamentales en el desarrollo de la biología mexicana, con ideas que aún son relevantes. A fines de los cincuenta y principios de los sesenta (recién egresado de la carrera de biología) dirigió la Comisión Nacional para el Estudio de las Dioscóreas, institución que marcó el inicio de la mundialmente reconocida escuela mexicana de ecología tropical y el sitio en donde se formaron brillantes biólogos mexicanos. En la década de los sesenta, siendo jefe del Departamento de Botánica de la UNAM,



impulsó uno de los primeros esfuerzos a nivel mundial para sistematizar la información contenida en las colecciones de herbario. En el proyecto, cuya finalidad fue contar con una base de datos florística y ecológica computarizada de la flora de Veracruz, participaron varios alumnos de la Facultad de Ciencias, como el Dr. Flores Guido, iniciando uno de los primeros esfuerzos a nivel nacional por incorporar la tecnología informática a los estudios sobre el conocimiento de la biodiversidad. Esta visión a futuro, siempre fue un elemento distintivo en las ideas sobre las cuales fundamentó sus principales proyectos, dando prioridad a que la información científica del país llegara y se difundiera fácilmente entre todos los grupos de investigación.

Sus esfuerzos académicos y de gestión fueron fundamentales en la concepción, diseño y fundación del Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB, por sus siglas), considerada en su tiempo como una institución de avanzada. Hoy después de 30 años, se reconoce a nivel mundial, que la concepción de integrar la investigación científica y técnica de punta a la utilización racional de los recursos naturales, eje de desarrollo del INIREB, es un esquema alternativo de desarrollo social y económico ecológicamente armonizado que se adelantó al actual concepto de la SUSTENTABILIDAD ECOLÓGICA. En el Instituto queda constancia del tesón y la vocación del doctor Gómez-Pompa y su equipo de colaboradores, quienes contribuyeron al gremio con la formación de poco más de los primeros 40 maestros en Ciencias enfocados al Manejo y Conservación de los Recursos Bióticos, así como también a una gran cantidad de publicaciones.

En su momento, el Programa de Maestría del INIREB contenía no sólo conceptos innovadores, desde el punto de vista multidisciplinario, sino además un sistema de enseñanza-aprendizaje en el que la estructura curricular proporcionaba una gran flexibilidad para el desarrollo de los programas de investigación básica y aplicada que serían parte fundamental de las tesis de los alumnos que en su mayoría se enfocaban a temas de biología y ecología aplicadas.

Otro aspecto importante en el campo de la docencia que impulsó el doctor Gómez-Pompa, fue la creación del Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología (CNEB), dependencia que fomentó la publicación de textos en este campo, lo que contribuyó, sin duda alguna, al desarrollo de la enseñanza de la biología no sólo en México sino en toda Latinoamérica. Su labor como profesor es sumamente fructífera. En la actualidad aún imparte cursos vía Internet y participa en la formación de recursos humanos, como lo demuestra su participación importante en la dirección de una gran cantidad de tesis, tanto de licenciatura como de posgrado.



Fue uno de los principales promotores del Consejo Nacional de la Flora de México, organismo en el cual impulsó la realización de múltiples investigaciones florísticas. Desde la época de los sesenta y en vista del ya avanzado ritmo de deforestación del trópico húmedo mexicano, que había percibido desde su período como fundador y director en la Comisión para el Estudio de las Dioscoreáceas (CEDD) -conocidas como "barbasco"-, detectó la necesidad de generar metodologías adecuadas para el estudio de la regeneración de las selvas perennifolias, sobre todo a nivel de la autoecología de las especies secundarias. Las investigaciones se encuentran plasmadas en libros por todos conocidos como el de Ecología de la Vegetación del Estado de Veracruz y los de Regeneración de Selvas I y II, que son referencia de consulta obligada para los estudiosos de estos temas.

El doctor ha demostrado sus cualidades de buen investigador desde su época como estudiante y ya como maestro destaca la importancia del elemento objetivo y práctico dentro del desarrollo de cualquier proyecto biológico, ya que solía decir: «La investigación no necesita de Elefantes Blancos para llevarse a cabo». En ese sentido, planteaba que en las condiciones de nuestro país, se debería realizar investigación en aquellas áreas en las que realmente podría competir y realizar aportes importantes a la Ciencia, considerando prioritarios los campos del conocimiento necesarios para el desarrollo nacional. De hecho, su labor en la CEDD, fomentó programas de investigación que influyeron a nivel mundial, en el desarrollo de estudios etnobotánicos y etnoecológicos, incorporando como eje metodológico, el rescate de la información y el conocimiento cultural de las comunidades indígenas y campesinas acerca de la flora y su ambiente.

Sus trabajos y los de sus discípulos en planeación ecológica en la región cafetalera de Xalapa (de la zona del Cofre de Perote a la costa veracruzana), fueron pioneros en el uso de modelos de optimización y sistemas de información geográfica. Dentro de su prolífica producción de artículos científicos no puede dejar de mencionarse su célebre contribución titulada *Las Selvas Tropicales Perennifolias: Un Recurso No Renovable*, publicado en *Science*, en colaboración con los doctores Carlos Vázquez-Yañez y Sergio Guevara y que puede considerarse uno de los artículos publicados por científicos mexicanos más citados a nivel mundial sobre esta temática.

Un breve análisis de la información científica generada en los trabajos de investigación que el Dr. Gómez-Pompa dirigió o en los que colaboró, a muchos nos lleva a considerarlo, junto con su primer discípulo el Dr. José Sarukhán, uno de los fundadores de la ecología en México. La



originalidad de sus ideas y rigurosidad de su metodología aplicadas a los estudios sobre sucesión, diversidad y fitogeografía, contribuyeron de manera decisiva a marcar una nueva tendencia en el desarrollo de la investigación de la vegetación mexicana. Su formación científica y las múltiples relaciones académicas que cultivó, sobre todo con grupos de investigación y diversas instituciones en el extranjero, son un puente entre los estudiosos de diversos ecosistemas tropicales de México.

En el campo de la conservación, es un incansable gestor, colaborador e impulsor de múltiples dependencias e instituciones que promueven investigaciones y acciones en esta área. Destaca su contribución en la organización de lo que fue la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (precursora de la SEMARNAP y de la actual SEMARNAT), el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y el Programa de Acción Forestal Tropical (PROAFT), dentro del cual se concibe la figura de Reservas No Gubernamentales y Campesinas, en las que participan el sector privado y las organizaciones campesinas a través de una estructura de organización y desarrollo distinto a las áreas protegidas gubernamentales que permite agilizar los programas de investigación básica y aplicada relacionada con la conservación de la biodiversidad, sin las restricciones de la burocracia de las áreas gubernamentales.

Convencido de que en México no sólo es vasta la riqueza biológica, sino también la riqueza cultural y la importancia de esta última en el manejo y utilización de los recursos vegetales, el doctor impulsó una gran cantidad de investigaciones etnobotánicas y sus resultados y contribuciones son también muy significativas. Un ejemplo de lo anterior y de su capacidad de organización integrativa, lo constituye la implementación del Programa Sostenibilidad Maya, el cual desarrolló en colaboración con la Universidad de California Riverside en el área de la Península de Yucatán. Gracias a éste, la Universidad Autónoma de Yucatán creó el programa de Etnoflora Yucatanense, el cuál comprende el Herbario «Alfredo Barrera Marín», el Jardín Etnoflorístico «Alfredo Barrera Vázquez», la Base de Datos Florísticos de la Península de Yucatán y el Banco de Datos Etnobotánicos de la Península de Yucatán. Gracias a este esfuerzo y a la colaboración de profesionistas a la fecha se tienen publicados 18 fascículos de la Flora Yucatanense. El programa también ha sido piedra angular de la creación del Departamento del Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales de la Universidad de Yucatán y su respectivo Programa de Maestría, el cual apunta a convertirse, en corto plazo, en un polo regional de desarrollo de investigaciones y docencia sobre recursos bióticos.



Por la trascendencia de sus aportaciones científicas, su continuidad en el desarrollo de la investigación y su importante labor en la difusión del conocimiento científico y en la formación profesional de biólogos y ecólogos en México y en el extranjero, el Dr. Gómez-Pompa se ha hecho acreedor a múltiples premios y reconocimientos otorgados por diversos organismos e instituciones académicas, entre los que destacan:

- 1980. Medalla al Mérito Botánico de la Sociedad Botánica de México.
- 1984. Medalla Arca de Oro del Gobierno de Holanda.
- 1984. Medalla Alfonso Herrera.
- 1993. Premio Luis Elizondo en Conservación.
- 1994. Premio Tyler, por sus contribuciones al desarrollo de la ecología mundial.
- 1997. Miembro de las Academias de Ciencias de México, Latinoamérica y del Tercer Mundo.
- 1997. Premio Chevron en Conservación.
- 1998. Miembro del Comité de Ciencias Biológicas del Consejo Nacional de la Investigación Científica de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos de Norteamérica.
- 1999. Profesor Universitario por la Universidad de California (reconocimiento del más alto nivel que otorga dicha Institución).
- 1999. Miembro de la Academia Americana de Artes y Ciencias.

El presente libro es un homenaje a un hombre que ha dedicado toda su vida a la observación práctica y al estudio de las relaciones entre la flora y las comunidades humanas, y resume una parte importante de algunas investigaciones actuales realizadas por destacados especialistas en etnobotánica y botánica económica en el país y que de alguna forma fueron influidos por la obra del Dr. Gómez-Pompa. Es el deseo de todos los que colaboramos en la organización del Coloquio y en la génesis de la publicación, que la obra sea una motivación para los estudiosos de estas apasionantes disciplinas biológicas.

Por último, reconocemos que el doctor Arturo Gómez-Pompa, además de ser un biólogo excepcional, es un excelente maestro y un gran investigador. Para los que hemos tenido la oportunidad de tratarlo, siempre hemos encontrado al amigo que se caracteriza por su solidaridad, sencillez y calidad humana. Somos testigos que estudiantes e investigadores nacionales y extranjeros tienen el apoyo y la colaboración del doctor, lo que ha significado una verdadera oportunidad para su desarrollo profesional.

Por todo lo que significa amistad, profesionalismo, entrega y dedicación, ¡Muchísimas gracias, doctor!

CONTENIDO

Presentación.....	17
Agradecimientos.....	21
Prólogo.....	23

LAS PLANTAS MEDICINALES

Efecto tóxico de sustancias presentes en plantas alimenticias. <i>Alejandro Hernández Rodríguez.....</i>	31
El comercio de plantas medicinales: algunos rasgos significativos en el centro de México. <i>Paul Hersch-Martínez y Andrés Fierro.....</i>	53

EL MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD POR LAS POBLACIONES INDÍGENAS

Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. <i>Javier Caballero y Laura Cortés.....</i>	79
Agroecosistemas de la Sierra Norte de Puebla: su delimitación espacial y temporal. <i>Miguel Ángel Martínez Alfaro.....</i>	101
Silvicultura y domesticación de plantas en Mesoamérica. <i>Alejandro Casas.....</i>	123

Asignación de biomasa en tres colectas de amaranto (<i>Amaranthus</i> spp.) con diferente grado de manejo. <i>Cristina Mapes Sánchez</i>	159
--	-----

APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS VEGETALES

Desarrollo forestal comunitario. El caso del Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México (PROCYMAF) . <i>Gerardo Segura Warnholtz y Esteban García-Peña</i>	189
---	-----

Etnobotánica médica y desarrollo sustentable: el caso del ICBG-Maya en Los Altos de Chiapas. <i>Brent Berlin, E. A. Berlin, L. García, M. González, D. Puett y R. Nash</i>	221
---	-----

Contribuciones al conocimiento y manejo campesino de los palmares de <i>Brahea dulcis</i> (HBK) Mart. en la región de Chilapa, Guerrero. <i>Catarina Illsley G., Jasmine Aguilar, Jorge Acosta G., Jorge García B., Tonantzin Gómez A y Javier Caballero</i>	259
---	-----

Manejo y evaluación económica de una especie arbórea de la selva tropical: el «mamey» (<i>Pouteria sapota</i>) . <i>Martin Ricker</i>	287
--	-----

EPÍLOGO

El papel de la Etnobotánica y la Botánica Económica en la conservación, uso y manejo de la biodiversidad en el Siglo XXI <i>Beatriz Rendón Aguilar, Silvia Rebollar Domínguez y Marco Aurelio Pérez Hernández</i>	311
--	-----



PRESENTACIÓN

La presente compilación es resultado del *I Coloquio «Plantas, Cultura y Sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del Siglo XXI»*, llevado a cabo en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa en el año 2000. El trabajo representa un esfuerzo de los organizadores por reunir algunos de los exponentes más importantes de México en las disciplinas de la Etnobotánica y la Botánica Económica, así como de los ponentes por dejar testimonio de sus experiencias en estos campos. Particularmente, la Etnobotánica ha sido una disciplina en constante cambio y evolución debido a que México tiene los elementos biológicos y culturales que permiten a los científicos del área innovar metodologías y enfoques, abrir nuevas preguntas y generar hipótesis con relación a los complejos procesos que están involucrados en la interacción planta-hombre. Efraím Hernández-Xolocotzi, establece claramente que esta interacción es compleja, dinámica y muy particular en el tiempo y en el espacio, debido a la gran diversidad de ecosistemas y culturas de nuestro país. Sin embargo, aún dentro de las particularidades existentes en cada cultura, cada etnia y cada grupo mestizo, es posible definir patrones de los procesos cognitivos y de transformación de las formas como ellos realizan la apropiación de la naturaleza. La definición de estos patrones es crucial, porque desde el punto de vista epistemológico, la Etnobotánica como disciplina científica, debe establecer las generalidades de los procesos que estudia, definir los patrones universales y, por otra parte, facilitar la búsqueda de formas generales de uso y conservación de los recursos vegetales.



El lector encontrará una breve reseña de las contribuciones del doctor Arturo Gómez-Pompa, uno de los científicos mexicanos, pilar en el desarrollo de la Etnobotánica en México en los años setenta, quien ha aportado también grandes contribuciones en el campo de la Ecología Tropical.

Se presentan las experiencias de individuos y grupos de trabajo que se han abocado al entendimiento de algunas de las formas que existen en la relación planta-sociedades humanas. Las tres temáticas tratadas son: 1) Plantas medicinales, con dos tipos de estudios, el de análisis fitoquímicos en plantas alimenticias y medicinales de uso cotidiano y los efectos tóxicos que pueden tener en el ser humano y, el de las implicaciones sociales, económicas y biológicas del comercio de plantas medicinales en una región de México, así como las posibles soluciones al problema de la sobrercolección de plantas. 2) El manejo de la biodiversidad se analiza, considerando las implicaciones históricas, sociales, ecológicas y evolutivas. Se trata de establecer patrones universales de formas de uso y condiciones de manejo de los recursos vegetales. Los sistemas agrícolas tradicionales, se analizan a partir del enfoque ecosistémico desarrollado por algunas escuelas a nivel mundial. Se describen las formas en que los campesinos manipulan a las poblaciones de plantas y al ambiente en general, así como las posibles repercusiones que estas formas de manejo tienen en su evolución. Se plantean algunas hipótesis en cuanto al posible origen de la agricultura en Mesoamérica, tomando como base los modelos analizados. Esta sección termina con el análisis de la variación morfológica observada en el amaranto, una planta ampliamente conocida y utilizada que se encuentra en proceso activo de domesticación. 3) El aprovechamiento de los recursos vegetales, a través de proyectos de investigación enfocados al manejo y conservación de estos recursos, se analizan desde diversas perspectivas institucionales como es el caso del proyecto PROCYMAF, que resume las políticas del proyecto y algunos avances logrados durante los años pasados. El proyecto ICBG-Maya, está claramente descrito en cuanto a sus objetivos, filosofía y algunos de los avances logrados en sus aspectos medulares. Un diagnóstico del manejo de una palma por comunidades del estado de Guerrero, muestra la relevancia que un estudio cuantitativo del manejo tiene para proponer políti-



cas a mediano y largo plazo en torno al uso y conservación de la biodiversidad. Finalmente, se presenta un análisis del valor económico que puede tener una selva tropical con un manejo definido, conservando de manera simultánea la diversidad de especies. Una propuesta novedosa en el campo de la Botánica Económica y muy poco trabajada en nuestro país.

Finalmente, se presenta un epílogo en donde se analiza el papel que debe jugar la Etnobotánica en conjunto con otras ciencias, biológicas y humanísticas, en las políticas de conservación, uso y manejo de los recursos vegetales, sobre todo que en la actualidad se han implementado proyectos mundiales enfocados no sólo a conocer y estudiar la relación planta-hombre, sino a hacer un uso del conocimiento que guarda dicha relación, ya sea en la explotación de plantas medicinales, la búsqueda de nuevas plantas alimentarias, la conservación *in situ* y el desarrollo de cultivos transgénicos derivados del descubrimiento de genes presentes en poblaciones silvestres.

La Etnobotánica y la Botánica Económica deben ser el punto de partida de ese conocimiento, pero también deben tener la responsabilidad de marcar los límites, precisamente partiendo del hecho de que cada grupo humano establece un vínculo particular con su entorno natural, con el fin de evitar que los mismos problemas que han provocado la pérdida de recursos vegetales, de habitats y de cultura en nuestro país, estén presentes en este nuevo milenio.



AGRADECIMIENTOS

Se agradece de manera especial al rector de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Dr. Luis Mier y Terán Casanueva por su apoyo para la realización del I Coloquio, al Dr. Gerardo Saucedo Castañeda, director de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, por todas las facilidades brindadas. Al biólogo Marco Aurelio Pérez Hernández, jefe del Departamento de Biología quien coordinó la realización del Coloquio y del libro. Con su apoyo y sobre todo con su entusiasmo, impulsó estas propuestas de manera significativa, nutriendolas con valiosas ideas. Al M. en C. Carlos Toledo Manzur, director de Programas Regionales de la SEMARNAP, por haber financiado parte de la publicación del libro y por su entusiasta participación en el evento y en la edición este volumen.

Agradecemos profundamente a todos nuestros destacados ponentes y autores de los capítulos del libro, así como a todos los asistentes al evento, su entusiasta participación sin la cual no hubiera sido posible la culminación de este proyecto.

A Jaime Rebollar Domínguez, por su labor en la corrección de estilo del trabajo. A Carmen Carolina Delgadillo Espinoza y a Víctor Hugo Alcalá Benítez, por su invaluable tarea final en el diseño de la obra. El libro fue financiado por la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAMI) y la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), hoy SEMARNAT.

Abril del 2001

Beatriz Rendón Aguilar
Silvia Rebollar Domínguez
Javier Caballero Nieto
Miguel Angel Martínez Alfaro



PRÓLOGO

La cultura es uno de los rasgos distintivos de la humanidad. Se da a partir de un proceso de aprendizaje y acumulación de conocimientos que se transmite de generación a generación. El surgimiento de los primeros grupos humanos y posteriormente de las grandes civilizaciones, tienen sus raíces más profundas en conocimientos derivados de la utilización de las plantas y de los animales que conformaron su ecosistema y los muy diversos procesos de domesticación que se fueron dando a través del tiempo. La especie humana, como entidad biológica y cultural, siempre tiene relación y depende de su ambiente y de otras especies.

Se puede afirmar que, desde sus orígenes, el desarrollo de las sociedades humanas y su cultura tienen relación con el conocimiento de la biodiversidad. Es evidente que gran parte del esplendor de las antiguas culturas de Mesoamérica se relaciona con el conocimiento que poseían los naturales prehispánicos de la región acerca del uso, las propiedades y las cualidades de una gran cantidad de especies vegetales. Así, el conocimiento y uso de las plantas por diferentes grupos humanos dentro de esta región del mundo, son tan diversos como las comunidades vegetales, estableciéndose una estrecha relación entre la diversidad cultural y la diversidad biológica.

En la actualidad esta relación persiste y se puede constatar por varios aspectos. El primero, es que actualmente existen aproximadamente 60 grupos étnicos que sobreviven en México y que son reconocidos principalmente por sus diferentes idiomas. El segundo, es que México ocupa dentro del continente americano el primer lugar en cuanto al número de indígenas y el cuarto en cuanto al número de etnias; de éstas, un poco más de dos tercios habitan en zonas rurales ubicadas por debajo del paralelo de los 27^o, área del país que en términos generales, concentra una gran diversidad vegetal terrestre distribuida en un variado mosaico ambiental y que es reconocida como parte de la "faja génica" o "zona de megadiversidad" y como un centro mundial de do-



mesticación. El tercero, es que precisamente, dentro de este ambiente de megadiversidad (se calcula que México es el segundo país en número de especies de plantas vasculares, ca. 22000 especies), existe un gran número de especies que son utilizadas de alguna forma. Al momento se tiene un registro de aproximadamente 5000 especies de angiospermas con algún tipo de uso y de éstas, 3300 tienen específicamente uso medicinal.

Esta situación refleja no sólo una alta potencialidad en la diversificación del uso de los recursos, sino además, en el riesgo latente de incrementar el nivel de impacto ecológico del hábitat y su diversidad biológica.

De esta forma, el concepto de "rescate científico" del conocimiento del uso tradicional de los recursos vegetales, dependerá no sólo de la conservación de la biodiversidad como tal, sino también de la conservación y estudio más profundo de las culturas de los diferentes grupos indígenas. Los procesos de pérdida, desaparición o transculturización de un grupo étnico, de su lengua y de su cultura conllevan a la pérdida de un enorme conocimiento. Los grupos étnicos en México no están exentos de estos procesos. Se calcula que en el Siglo XV se hablaban más de 160 lenguas indígenas, reduciéndose a casi 100 a finales del Siglo XIX. Sin embargo, paralelamente se ha documentado, tanto en México como en otros países de alta diversidad vegetal, que la información tradicional de las etnias indígenas proporciona una conceptualización de mayor diversificación y eficiencia en la utilización de los recursos vegetales, al quedar incluida una percepción de conservación aunada a la ampliación de uso sostenido a la mayor cantidad posible de especies y microhábitats que contiene el ambiente, asignándose a cada uno de ellos, prácticas compatibles con los ritmos de recuperación o regeneración natural.

Por ello, es necesario resaltar que México cuenta ya con una cantidad importante de información que va desde investigaciones de índole práctica-descriptiva, como catálogos e inventarios de plantas útiles (comestibles, de ornato, etc.), los estudios tan variados sobre la farmacopea en diversos grupos étnicos, hasta trabajos con enfoques integrativos como descripciones y análisis estructurales y funcionales de sistemas agrosilvícolas tradicionales, procesos de domesticación y esquemas de comercialización.

La Etnobotánica es una disciplina científica que aborda el estudio de las relaciones del hombre con su entorno vegetal desde el punto de vista biológico, histórico, social y cultural, bajo un enfoque de investigación multidisciplinaria. Uno de sus aportes fundamentales no sólo radi-



ca en el rescate del saber tradicional, sino que además, dichos conocimientos pueden ser la base para nuevos componentes y usos desconocidos, al integrarse a estos estudios otros enfoques como el de la Botánica Económica, la Fitoquímica, la Biotecnología o la Investigación Médica.

La Etnobotánica como la Botánica Económica, representan una síntesis del conocimiento tradicional sobre el uso de la flora. Proporcionan la plataforma en la que se pueden cimentar estrategias de uso racional de los recursos. Este tipo de investigaciones resultan de especial relevancia para México, en donde la tradición y la modernidad deben impulsar la conservación y utilización eficiente de sus recursos vegetales.

Volver la mirada al conocimiento tradicional no significa "vulgarizar" o "empirizar" la ciencia; más bien, implica enriquecerla, diversificarla y potenciarla si dicha visión se aplica con rigurosidad metodológica. Desde los años setenta, la Organización Mundial de la Salud, instituyó un ambicioso programa que tiene como meta evaluar y utilizar la herbolaria y, en general, la medicina popular, como instrumentos para contrarrestar los problemas de salud pública a nivel mundial.

La incorporación activa de grupos y comunidades autóctonas e indígenas a la dinámica política y socioeconómica de diferentes naciones, así como el reconocimiento de sus derechos y su marginación por grandes sectores de la sociedad, trae como consecuencia la aplicación de diferentes instrumentos jurídico-administrativos, tanto nacionales como internacionales, en donde se establece la importancia de la conservación étnica y cultural. El Convenio Internacional sobre Diversidad Biológica, firmado por una gran cantidad de países, en diciembre de 1993, menciona en su artículo 8:

"...con arreglo a su legislación nacional, respetará, preservará y mantendrá los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes con la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica y promoverá su aplicación más amplia, con la aprobación y la participación de quienes posean esos conocimientos, innovaciones y prácticas y fomentará que los beneficios derivados de la utilización de esos conocimientos se compartan equitativamente.."



Es claro que en estas expresiones se sintetiza el reconocimiento al saber tradicional étnico. Se advierte un cambio de actitud social hacia el valor de la diversidad cultural. En el proceso cabe mencionar el activismo político de biólogos, antropólogos, sociólogos y economistas que apoyan los esquemas de sustentabilidad en el uso de los recursos y la distribución equitativa de la riqueza generada.

En este contexto, en México se instituyeron como ejes de desarrollo nacional en el sexenio pasado (1994-2000), en la SEMARNAP (hoy SEMARNAT), los Programas de Desarrollo Sustentable de Regiones Marginadas Campesinas e Indígenas (PRODERS), como los principales instrumentos de planeación y operación técnica y administrativa. Los PRODERS, distribuidos en más de una veintena de regiones rezagadas, tienen como principal objetivo atender la compleja problemática del deterioro ambiental y el uso inadecuado de los recursos naturales, impulsar modelos de crecimiento económico y desarrollo social de comunidades campesinas e indígenas marginadas, que además sean compatibles con esquemas de conservación y uso racional de la naturaleza. Los programas establecen como estrategias básicas la promoción del rescate de los conocimientos ambientales y las tecnologías tradicionales de las comunidades indígenas y campesinas.

Desde hace tiempo, en el territorio nacional existen instituciones y grupos de investigación pertenecientes a diferentes sectores empeñados y comprometidos con el quehacer etnobotánico en el marco de la difusión e investigación. Algunos ejemplos son: el Herbario de Plantas Medicinales del IMSS, el Jardín Botánico de Plantas Medicinales "Maximino Martínez" de la UNAM, los Jardines Etnobotánicos de los estados de Morelos, Oaxaca y de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, el Programa de Flora Medicinal de México del Instituto Nacional Indigenista y algunos programas de estudio a nivel de posgrado, como el recientemente implementado en la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, denominado Especialidad en Acupuntura y Fitoterapia, perteneciente a la División de Ciencias Biológicas y de la Salud.

La obra que a continuación se presenta es editada por el Comité Organizador del Primer Coloquio "Plantas, Cultura y Sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI". Reune interesantes aportaciones de especialistas en las áreas de la Etnobotánica y de la Botánica Económica nacional. Los capítulos del volumen presentan un panorama general de las disciplinas estudiadas y proporcionan datos originales de las investigaciones de campo y laboratorio.



El Departamento de Biología de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, ha propuesto impulsar estas temáticas dentro de los programas de investigación y docencia, en el entendido de que el quehacer profesional no debe de limitarse sólo a la generación del conocimiento, sino también, a la generación de soluciones a problemas concretos.

Este libro también rinde un modesto homenaje a la brillante trayectoria académica del doctor Arturo Gómez Pompa, como uno de los impulsores e investigadores más importantes de la Etnobotánica y la Ecología Tropical. Por fortuna, el doctor colabora desinteresadamente en diversas instituciones nacionales, apoya su desarrollo y contribuye con su vasta experiencia, a la formación y consolidación de grupos de investigación.

Biólogo Marco Aurelio Pérez Hernández

Abril, 2001

L ~~ash~~erials





EFECTO TÓXICO DE SUSTANCIAS PRESENTES EN PLANTAS ALIMENTICIAS

Alejandro Hernández Rodríguez

*Departamento de Biotecnología, D.C.B.S.,
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.
Apdo. Postal 55-535. C.P.09340 México D.F.*

Resumen

Se resalta la importancia de los vegetales y su relación con el hombre. Se detallan algunas sustancias tóxicas que se encuentran en plantas comestibles y su efecto potencial dañino en el hombre. Algunas se pueden inactivar por el calor, o porque la cantidad no es suficiente para que ejerzan su acción tóxica, a menos que la cantidad ingerida sea excesiva, lo que provocará una alteración crónica por la ingestión cotidiana. También se hace hincapié en la importancia que tiene conocer el tipo de sustancias farmacológicamente activas que contienen las plantas que se aplican en la medicina tradicional.

Abstract

The relevance of plants and their relation with human been is quoted. Some toxic substances that are present in food plants are analysed in detail, as well as their potential effect as toxic plants. Some of these toxic plants are inactivated by the effect of hot, some of them are ineffective because the amount is not enough to provoke a toxic effect, so the amount consumed is determinant to produce a chronic alteration. Also, it is quoted the importance of known the pharmacological active substances that are present in plants and that are applied in traditional medicine.

Palabras clave: planta comestible, sustancias tóxicas, compuestos cianogénicos, alcaloides, principios activos.

Key words: food plant, toxic substances, cyanogenic compounds, alkaloids, active principles.



La íntima relación que ha existido desde siempre entre el hombre y los vegetales ha permitido que el ser humano aproveche las ventajas que éstas le brindan, ya sea como alimento o en la medicina tradicional. Pero aún no termina de conocerlos. Son seres tan complejos como él mismo y son tantos los géneros y las especies que existen, que sólo ha podido estudiar a fondo cuando más a un 10 por ciento. Con este porcentaje ha encontrado las principales sustancias con las que ha curado algunas enfermedades. Para ello tuvo que experimentar en múltiples ocasiones con él mismo, con el fin de conocer las virtudes medicinales de las plantas. Su imaginación se convirtió en razonamiento y debió obtener resultados desalentadores a cambio de pocos beneficios. Aprovechó la experiencia de los animales para saber cuales plantas eran venenosas. Así conoció el peligro que representaba el acónito (*Aconitum napelus*), el «veratro» o «elébora blanco» (*Veratrum album*), la «nuez vómica» (*Strychnos vomica*), la «coronilla» (*Coronilla glauca*), la «dedalera» (*Digitalis purpurea*), el «estrofantus» (*Strophantus kombe*), etc.

Sus investigaciones las inició observando la naturaleza, pero el descubrimiento de las propiedades curativas de las plantas es tan antiguo como la especie humana. Los antiguos egipcios, 3,000 años antes de nuestra era, ya utilizaban un buen número de productos obtenidos de los vegetales. El Papiro de Ebers que data de hace 3,500 años y que ahora se encuentra en la Universidad de Leipzig, reporta como medicamentos al «aloe» (*Aloe vera*), la «goma de acacia» (*Moringa oleitera*), el «aceite de ricino» (*Ricinus communis L.*), la «adormidera» (*Papaver somniferum*), la «cáscara de granada» (*Punica granatum*), la «linasa» (*Linum*



usitatissimum), la «escila» (*Urgina marítima*), el «apio» (*Apium graveolens*), la «hierbabuena» (*Mentha viridis*), el «anis» (*Pimpinella anisum*), el «hinojo» (*Faeniculum vulgare*), el «azafrán» (*Carthamus tinctorius*), el «beleño» (*Hyoscyanus niger*), el «ajo» (*Allium sativum*), etc. En China, en la tumba Han No tres se encontró un manuscrito en seda que tuvo su origen 168 a. de C., donde se mencionan 300 recetas en las que se utilizan 243 sustancias medicinales de naturaleza vegetal (Shih 1977).

En el siglo 1 antes de nuestra era, un médico de los ejércitos de Nerón llamado Dioscórides, escribió seis libros sobre lo que llamó materia médica. En ellos menciona plantas medicinales conocidas por los griegos. Describe 600 especies de vegetales e indica las virtudes que se les atribuían y la manera de administrarlos. Durante 15 siglos fue considerada la mejor obra de botánica y farmacia.

Se ha escrito mucho acerca de las virtudes curativas de las plantas. Estos conocimientos se transmitieron de generación a generación para dar lugar a la medicina moderna, porque de ellos se han separado un gran número de productos con acción farmacológica, que en ocasiones se aíslan, se identifican y posteriormente se sintetizan para aplicarlos terapéuticamente. Cuando no se pueden sintetizar por el número de carbonos asimétricos que contienen, sólo se extraen, se purifican, se estandarizan y se aplican. En otras ocasiones se aprovechan los compuestos que producen para transformarlos por reacciones químicas y convertirlos en compuestos activos como sucede en el caso de los esteroides (Applezweig1962).

En la actualidad no se utilizan las plantas como medicamentos por diferentes razones: la comodidad que exige el mundo moderno, la existencia de sustancias más activas y más específicas, muchas veces derivadas de los principios activos producidos por los vegetales, la propaganda comercial, la imposibilidad para dosificar una planta de la cual se ignora la concentración de principios activos que contiene, lo cual impide la existencia de una fitoterapia, la dificultad que existe en las grandes ciudades para conseguir las plantas con propiedades específicas, que algunas veces fallan, pues los vegetales son verdaderos laboratorios que



fabrican diferentes tipos de compuestos, pueden tener varias aplicaciones y generalmente se dice que una misma planta puede curar varias enfermedades. Lo anterior podría ser cierto si las plantas medicinales se cultivaran en condiciones apropiadas y no se encontraran sujetas a los cambios del medio ambiente que influyen en la producción de los principios activos. Además, la medicina herbolaria ha caído en manos de personas sin preparación, que utilizan más la imaginación que los conocimientos, la explotación irracional sin tener en cuenta el equilibrio ecológico, el interés comercial que el beneficio de sus semejantes, los engaños de buena fe y los fraudes premeditados. Todo esto ha hecho que la mayoría de la gente pierda la confianza en las bondades de estos conocimientos que han sido herencia de las generaciones pasadas y que en la actualidad se pueden aplicar con más seguridad cuando se conocen las sustancias que contienen las plantas medicinales (Aguilar y Zolla 1982).

Por otro lado, el reino vegetal se encuentra formado por seres vivos capaces de promover en su organismo cambios evolutivos o adaptaciones al medio, como tuvo que suceder en las plantas terrestres para mantenerse erectas. En ellas se formaron paredes alrededor de las células que sin duda estuvieron primero formadas por carbohidratos, principalmente celulosa y sustancias pécticas que luego se hicieron más complejas con el agregado de lignina, suberina, sílice y otros compuestos. Los cambios evolutivos no pueden seguir otro camino que el de las sendas biogenéticas y así la elaboración de materiales cerosos, de sustancias pécticas, de triglicéridos, de lignina, de suberina, de fosfolípidos, de pigmentos derivados del indol, de los derivados de la gama pirona como los flavonoides, de los pigmentos quinónicos, de los glucósidos cardiotónicos. A éstos se suman los compuestos esteroidales, de los factores de crecimiento como los elaborados en los fenómenos de fototropismo, de las sustancias que permiten la reproducción en cualesquiera de sus modalidades, la formación de compuestos que intervienen en los mecanismos de defensa contra los depredadores tales como los alcaloides, iridoides, terpenolactonas, cumarinas, lectinas o hemoaglutininas, aminoácidos no proteicos glucósidos cianogénicos, etc. Todos ellos son elaborados biosintéticamente en reacciones catalizadas por enzimas.



Esto no significa que en todas las plantas se encuentren presentes todas las sustancias de defensa y que por ello representen un peligro de intoxicación. Generalmente en algunas pueden existir una o dos de ellas, aunque por efecto de las condiciones climáticas estacionales, por la composición del suelo, o en una determinada etapa de desarrollo de la planta, esta puede presentar características tóxicas, que en otras condiciones, o en una etapa diferente de desarrollo ontogénico, puede no sólo ser inocua sino altamente útil para la alimentación y la salud. Por ello muchas especies son utilizadas en determinadas dosis como plantas medicinales, pero la parte de la planta que se usa, la vía de administración, la cantidad ingerida, el conocimiento de las sustancias que contiene etc., son requisitos que deben tomarse en cuenta para utilizarse como medicamentos. Por ejemplo, la «belladona» (*Atropa belladonna*) es una planta que contiene al mismo tiempo un veneno letal y un medicamento útil. Es sumamente tóxica, incluso una dosis relativamente bajas puede producir estados de coma o incluso la muerte. Produce alcaloides derivados del tropan, como la tropina y la escopolamina. Sus isómeros ópticos, la hiosciamina y la hioscina son magníficos antiespasmódicos que se usan en dosis apropiadas para tratar los cólicos, diarreas, irritaciones del cólon y úlceras pépticas. Además, la atropina se aplica en oftalmología como midriático. Otra planta interesante es la «dedalera» (*Digitalis purpurea*). También es sumamente peligrosa. Basta masticar una flor o una hoja para que sobrevenga la parálisis, el paro cardiaco y la muerte. Produce glucósidos como la digitoxina, digitoxigenina, digitogenina y a la mezcla de ellos se da el nombre de digitalilna. Otro glucósido de la misma especie es la estrofantidina, capaz de matar a un ratón de 20 g en unos pocos minutos cuando se le aplican siete milésimas de miligramo. Sin embargo, una dosis adecuada estimula al corazón y regula su ritmo, y no existen fármacos que tengan la misma eficacia de los glucósidos cardiotónicos para el tratamiento de la insuficiencia cardiaca. Otro caso es la «vinca de Madagascar» (*Catharantus roseus*) la cual produce alcaloides como la vincristina y vinblastina, que inhiben el crecimiento de tumores cancerosos. La vincristina ha mostrado mayor eficacia en los casos de leucemia infantil y la vinblastina en el tratamiento del cáncer testicular.



Como muchos de los fármacos que se utilizan en la terapia del cáncer, los alcaloides producen náuseas y caída del pelo. Otras plantas como la «vinca pervina» (*Vinca minor*) y la *Rauwolfia serpentina* también producen alcaloides, entre ellos la reserpina que es un magnífico hipotensor. A continuación se hará una breve descripción de los metabolitos secundarios más importantes presentes en algunas especies vegetales de uso alimentario.

HEMOAGLUTININAS O LECTINAS

Algunas veces los vegetales contienen compuestos que pueden causar trastornos si se ingieren en ciertas cantidades o si no se inactivan por el calor. Esto sucede con algunas leguminosas, principalmente del género *Phaseolus* en la mayor parte de sus especies, donde se encuentran dos factores que impiden el papel nutricional de las proteínas. Uno de ellos, presente también en el «frijol de soya», es un inhibidor de la tripsina que impide que las sustancias proteicas sean metabolizadas, en tanto que el otro es una hemoaglutinina que interfiere en la absorción intestinal.

Desde 1917, Osborne y Mendel observaron que el «frijol soya» sin cocer durante algunas horas no favorecía el crecimiento de las ratas. Esto dio lugar a una serie de investigaciones, porque generalmente se acepta que el valor nutritivo de una proteína está determinado por la composición de sus aminoácidos. Los estudios de Evans y McGinnis (1946) se realizaron con el fin de comprobar si la suplementación del material protéico con aminoácidos podía alcanzar el mismo efecto que el calentamiento. Utilizaron una harina de soya sin calentar, a la que agregaron cistina y metionina y otra sometida al calentamiento. Al compararlas por medio de su valor nutritivo, obtuvieron valores semejantes. Los resultados fueron posteriormente reforzados por el aislamiento, purificación y caracterización de una proteína labil de la «soya» (Liener y Pallansch 1952), que inhibía la actividad proteolítica de la tripsina y que la eficiencia proteica de la soya parcialmente calentada, aumentaba en proporción a la destrucción del inhibidor enzimático (Jaffe y Vega 1968).



Los estudios del efecto suplementario de la metionina no sólo sirvieron para demostrar el efecto antitriptico del inhibidor, sino también para demostrar que las preparaciones crudas de esta sustancia iban acompañadas por un tóxico que luego fue identificado como una hemoaglutinina por su acción aglutinante sobre los glóbulos rojos de la sangre y su intervención en los procesos de absorción intestinal.

La actividad de las hemoaglutininas depende de la planta que las produce. Por ejemplo, en las ratas alimentadas con harina de soya cruda o con harina de «frijol negro» cruda se observa que ambas producen una hipertrofia pancreática, pero la excreción de nitrógeno fecal es mayor en las ratas alimentadas con «frijol negro». La diferencia se debe a la diferente actividad de las hemoaglutininas las cuales permanecen activas en el excremento.

Estas sustancias se conocen desde hace más de cien años, cuando se observó la capacidad que tenían para aglutinar a los glóbulos rojos y a otros tipos de células como los linfocitos, fibroblastos, espermatozoides, bacterias y hongos. No sólo se han encontrado en las plantas sino también en algunos invertebrados como el caracol, pero las leguminosas son particularmente ricas en aglutininas y estas pueden llegar a presentar de 1.5% a un 3% del contenido proteico de la semilla de soya, o de concaavalina «A» en la de *Phaseolus vulgaris* conocido en Chiapas como «frijolón». El mecanismo de la coagulación se aclaró cuando se supo que la superficie celular se encontraba tachonado por moléculas de azúcares ramificados y se comprobó que estos compuestos de tipo proteico se ligaban a los azúcares formando uniones muy similares a las de las enzimas con sus sustratos y a las de los anticuerpos con sus antígenos. Existen varios tipos de aglutininas y cada una de ellas se une en forma más o menos específica a una determinada molécula o a un determinado número de moléculas de azúcar y por esta razón de selectividad se les ha llamado lectinas.

Las lectinas que poseen múltiples lados de unión, se unen con los azúcares y ponen en mutua conexión a un gran número de células provocando su aglutinación o reagrupamiento (Sharon 1977) (Figuras 1, 2 y 3). Debido a su selectividad son capaces



de distinguir los glóbulos rojos de distinto grupo sanguíneo, las células malignas de las células normales y estimular la división de los linfocitos pertenecientes al sistema inmunológico. Durante el proceso mitótico aumenta el tamaño del núcleo del linfocito y los distintos cromosomas se convierten en estructuras discretas, por lo que las lectinas son una herramienta importante en los estudio cromosómicos e inmunológicos.

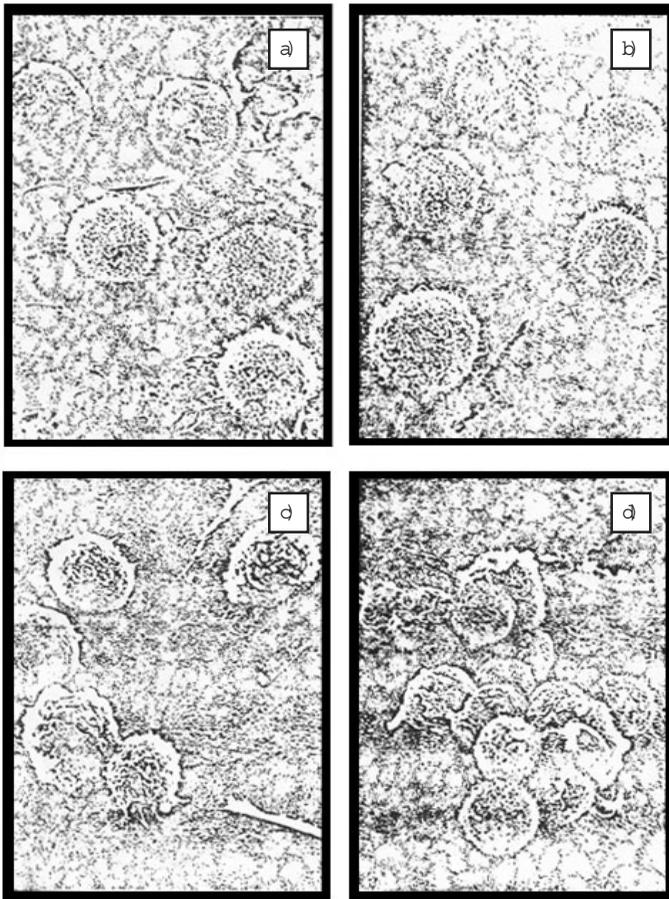


FIG. 1. EFECTO DE LAS LECTINAS. En la figura a) se observa una preparación de fibroblastos normales de ratón, b) la misma preparación a la que se ha agregado concanavalina «A» sin que se provoque aglutinación, c) los fibroblastos después de ser expuestos a un virus carcinogénico de simio, parecen comportarse de forma distinta y d) las células transformadas en malignas, tratadas con concanavalina «A» se aglutinan (basado en Sharon 1977) .

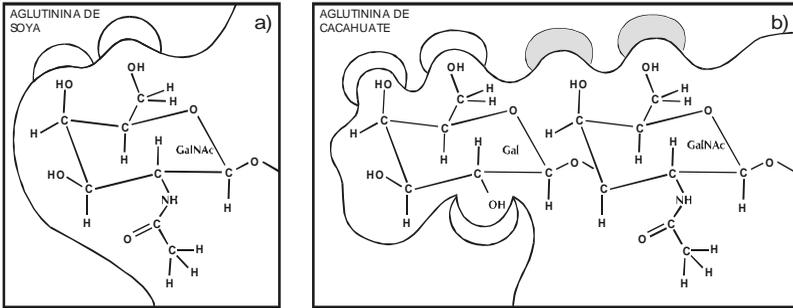


FIG. 2. La unión de las lectinas con los azúcares se produce por contacto entre grupos laterales del azúcar y la dos de unión de las lectinas. a) La aglutinina de la soya se une a la acetil galactosamina y b) la aglutinina del cacahuete se une a la galactosa, pero más firmemente lo hace a una combinación de unidades de galactosa y de acetilgalactosamina (basado en Sharon 1977)

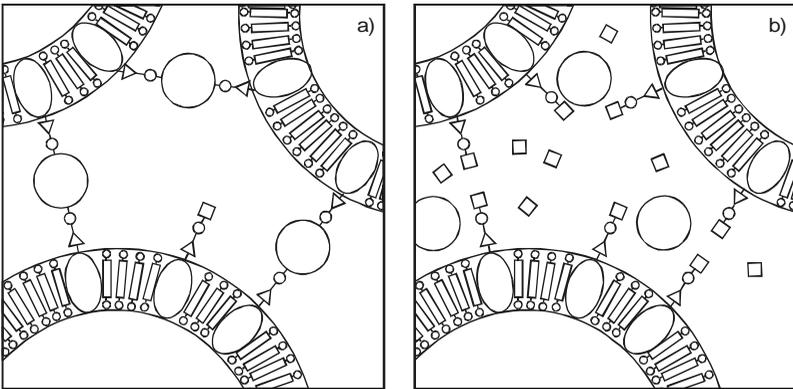


FIG. 3. La aglutinación es el resultado de uniones intercelulares provocadas por lectinas que se unen a receptores específicos. a) La aglutinación se impide o se inhibe cuando se añade a la suspensión de células el monosacárido responsable de la unión. (basado en Sharon 1977)



COMPUESTOS CIANOGENICOS

Muchas plantas son capaces de sintetizar compuestos que al hidrolizarse liberan ácido cianhídrico. Esta capacidad que se conoce desde hace siglos y que se denomina cianogénesis, les permite rechazar a los depredadores y se encuentra muy extendida en la naturaleza. Alrededor de 800 especies la contienen, ya sean monocotiledóneas o dicotiledóneas como gramíneas, rosáceas, leguminosas, euphorbiáceas, etc. La mayor concentración de sustancias se encuentran en las hojas, pero también existen en raíces, semillas y en otros tejidos vegetales y su acción se manifiesta en diferentes tipos de animales herbívoros que a veces manifiestan preferencia por ciertas plantas. Por ejemplo, el «pata de pájaro» (*Lotus corniculatus*), rechaza por efecto de los compuestos cianogénicos tanto a moluscos como a ratones de campo. El «trébol ladino» (*Trifolium repens*), rechaza a los conejos y el «tlalzoltomatla» (*Cardiospermum alicacabum*), a diferentes herbívoros. El «sorgo» inmaduro (*Sorghum bicolor*), que también tiene estos compuestos, con frecuencia provocan intoxicaciones en el ganado al ingerirlo (Conn 1974).

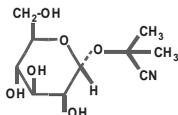
En el hombre, los casos de intoxicación por cianogénesis sólo son accidentales porque las sustancias cianogénicas se encuentran en plantas comestibles como «durazno» (*Prunus amygdalus*) o «chabacano» (*Prunus armeniaca*) en forma de amígdalina tanto en hojas como en semillas, donde van acompañadas de la enzima que las hidroliza llamada emulsina. Otras veces, gran número de personas se encuentra expuesta diariamente a concentraciones de estos compuestos como en Nigeria donde se consume la harina de «casava» (*Manihot sculenta*) en proporción aproximada de 750 g al día que liberan cerca de 35 mg de ácido cianhídrico equivalente a la mitad de una dosis letal. Aunque el organismo humano puede desintoxicar cantidades apreciables del ácido cianhídrico, con frecuencia se presentan alteraciones neurológicas por envenenamiento crónico (Seigler 1974).

Los compuestos cianogénicos se presentan en la naturaleza en forma de glucósidos o de cianolípidos, ambos derivados del alfa hidroxinitrilo. Los dos liberan un componente carbonílico y el ácido cianhídrico, cuando el azúcar o los ácidos grasos son re-

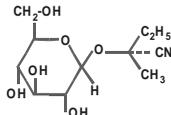


movidos por hidrólisis ácida o enzimática. En los dos casos se considera que biosintéticamente derivan de algunos aminoácidos, pero los glucósidos cianogénicos son más abundantes que los cianolípidos que sólo se encuentran en los aceites de algunas semillas. A pesar de que se sabe que muchas plantas son cianogénicas, sólo se conoce la estructura de aproximadamente 30 compuestos estudiados en menos de 50 especies de plantas, tal vez por la dificultad que representa su aislamiento y purificación (Figura 4).

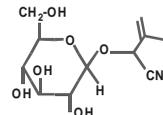
Derivados de la valina, leucina e isoleucina



Linamarina

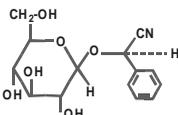


Lotoaustralina

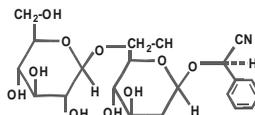


Acacipetalina

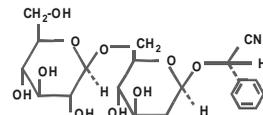
Derivados de la fenilalanina



Prunacina

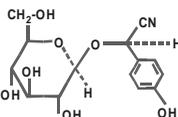


Amigdalina

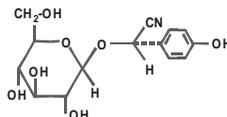


Vicianina

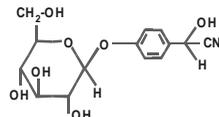
Derivados de la tirosina



Taxifilina



Durrina



p-Glucosimandelonitrilo

FIG. 4. Compuestos cianogénicos derivados de algunos aminoácidos.



GLUCOALCALOIDES

Uno de los alimentos más comunes en todo el mundo, es sin duda la papa o la patata, del género *Solanum* en todas sus variaciones. Tiene un sabor característico, que en ocasiones llega a ser indeseable. El sabor se debe a un complejo de glucósidos que tiene un mismo aglicone de naturaleza esterooidal, pero que como contiene un nitrógeno en su molécula se le considera un alcaloide y recibe el nombre de solanidina. Cuando el alcaloide se une con una molécula de glucosa, otra de ramnosa y otra de galactosa, el glucósido formado se llama alfa solanina, pero si se une con dos moléculas de ramnosa y una de glucosa se llama alfa chaconina; si sólo se une con una de ramnosa y una de galactosa entonces se forma la beta solanina. Si sólo se une con una de ramnosa y una de glucosa se forma la beta chaconina. También existe el mismo aglicone sin la doble ligadura de los carbonos 5 y 6 al que se le llama demisidina que puede unirse con una molécula de xilosa, dos de glucosa y una de galactosa para formar la demissina, o bien al unirse con tres moléculas de glucosa y una de galactosa forma la commersonina (Figura 5).

La concentración de estos compuestos en los tubérculos de papa, cambia para las diferentes variedades. Así, se han reportado cantidades de 2.8 a 13 mg por cien gramos de tejido fresco para 32 variedades que crecen en Wisconsin; de 2.1 a 22.2 mg para 58 variedades alemanas y hasta 30 mg en algunas variedades de Checoslovaquia. La mayor concentración se encuentra en la cáscara y esta puede ser el doble de lo que contiene la pulpa, es decir, que puede llegar a 50 mg por cien gramos de tejido fresco. También se considera que una concentración mayor de 26 mg por cien gramos de peso fresco no sólo causa un sabor amargo indeseable, sino que cuando se consume de uno a dos kilos del producto pueden aparecer síntomas de gastroenteritis, dolor de cabeza, cólicos severos, inflamación del abdomen, fiebre, pulso rápido, vómitos, diarrea, debilidad y depresión (Willimott 1933).

Se ha observado que varios cultivos de papas de diferentes variedades adquieren cierta resistencia a las plagas patógenas cuando se les ha incorporado cierto clon descubierto en el

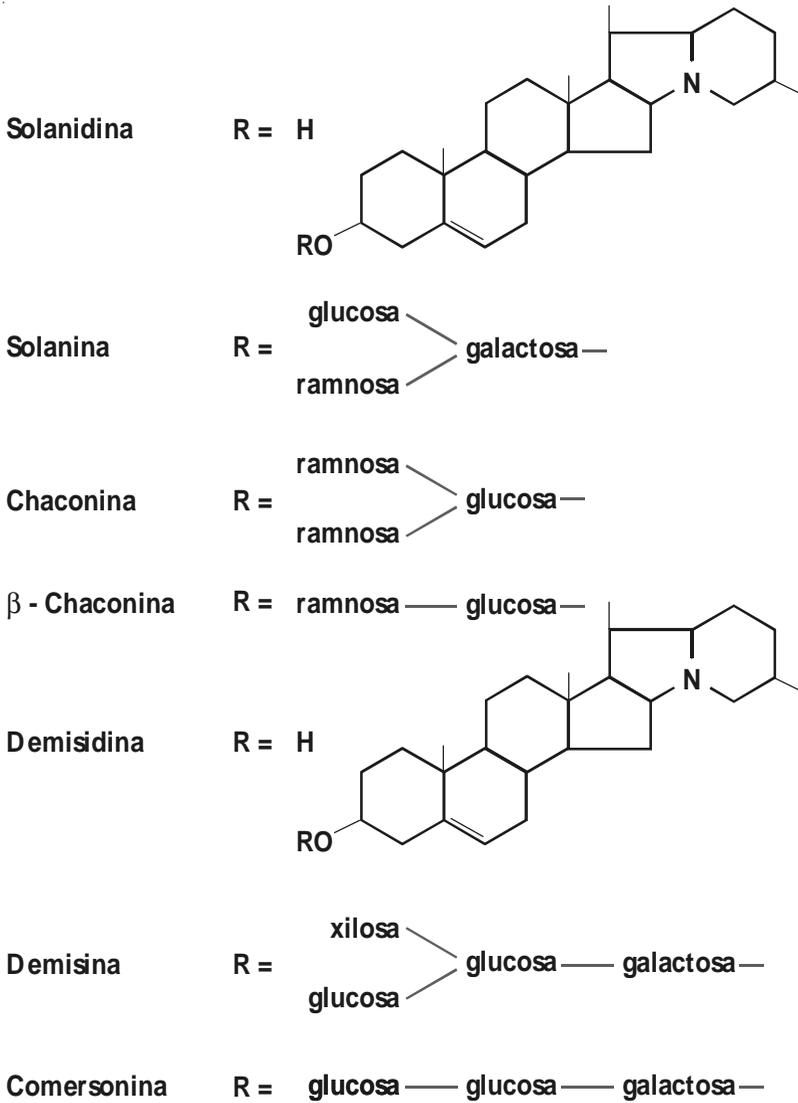


FIG. 5. Algunos glucoalcaloides presentes en tubérculos.



Solanum demissum, por lo que se le ha llamado resistencia multigénica. Esto permite que las plantas permanezcan en producción varias semanas más que las plantas susceptibles y aunque la naturaleza de esta resistencia es desconocida, los mecanismos de defensa no específicos, como las barreras físicas y las sustancias tóxicas, se han considerado factores necesarios. La solanina es uno de los constituyentes de la planta que se ha sugerido como un posible factor de resistencia para insectos, pestes y hongos patógenos (Schreiber 1957). Los híbridos de *S. tuberosum* y *S. demissum* tienden a presentar un contenido más alto de solanina y otros glucoalcaloides. Además, el alto contenido de estas sustancias en el follaje de las patatas híbridas, está relacionado con la resistencia que presentan hacia los escarabajos y algunos de estos híbridos son papas no comestibles por su alto contenido de glucoalcaloides (Wilson 1959).

AMINOÁCIDOS NO PROTEICOS

Desde hace tiempo se conocen los pormenores de la biosíntesis proteica. Se sabe cómo algunos, o los veinte aminoácidos que se conocen, pueden ser ordenados para que al unirse formen los diferentes tipos de proteínas. Todos ellos contienen un grupo amino en posición alfa; algunos contienen otros en diferente posición. Se conoce también la biosíntesis de cada uno de ellos y pueden ser alifáticos, alifáticos con azufre, aromáticos, homocíclicos, heterocíclicos, monoamino monocarboxílicos, diamino monocarboxílicos, etc. Pero los vegetales también sintetizan un gran número de aminoácidos diferentes que se encuentran en estado libre o formando compuestos de bajo peso molecular como los cuatro glutamil derivados. Siempre acompañan a las proteínas, pero nunca se han encontrado como constituyentes de las mismas; entre ellos, también existen los alifáticos como el ácido dos amino butírico (Figura 6a), la N-metil alanina, la N-metil serina, la 3 hidróxi-4-oxo piriden alanina, conocida también como mimosina (Figura 6b), que se encuentra en varias especies de *Leucaena*, género de leguminosas conocido comúnmente como «guaje». Algunas especies son *L. leucocephala*, *L. glauca*, *L. confusa*, etc. que se han reportado como arbustos que crecen prolíficamente en climas subtropicales, con follaje



abundante y vainas aplanadas. Las semillas son comestibles cuando están tiernas, las hojas contienen alrededor de 25% de proteína de buena calidad, pero desafortunadamente también poseen un porcentaje elevado de mimosina, que en las semillas es de 7-8%. El aminoácido aromático, cuando lo consume el ganado provoca la caída del pelo o de la lana de los carneros, además de causar alteraciones hepáticas (Bell 1980). Como aromáticos también existe la fenil glicina, la tres carboxi fenil alanina, la 3 amino etil fenil alanina, etc. De los alifáticos con azufre se conocen la S-metil cisteína (Figura 6c) de los *Phaseolus vulgaris*, la homo metionina de la *Brassica* sp. («col») y el sulfóxido de la S-metilsisteína que también se encuentra en la col y que es responsable de la llamada «anemia de la col» que aparece en el ganado cuando se alimenta de ese vegetal. La anemia se caracteriza por marcados cambios hematológicos, anorexia y debilidad, según reporta Smith et al. (1974).

De los diamino monoácidos se conocen la indospicina de la *Indigofera spicata* (Figura 6d), que semejante a la mimosina causa lesiones hepáticas y provoca abortos en las ovejas que ingieren el follaje de la planta; la canavanina del *Canavaliun ensiformis* (Figura 6e), que es un antimetabolito de la arginina y el ácido dos amino tres metil amino propiónico de la *Cycada circinalis*, que es un potente neurotóxico.

El papel biológico de los aminoácidos no proteicos aún no es claro. Algunos de ellos como la homoserina, sacaropina, ornitina y citrulina son compuestos intermedios de algunas sendas metabólicas primarias. La mayoría no tienen una función reconocida y tampoco se les puede considerar dentro de la categoría de los compuestos secundarios. Sin embargo, uno de los hechos que más llama la atención, es la cantidad en que se encuentran en las plantas que los contienen, pues se ha reportado una concentración mayor del diez por ciento de canavanina en *Canavaliun ensiformis*, una concentración superior al catorce por ciento, de cinco por ciento de hidroxitriptofano en las semillas de leguminosas del género *Griffonia*. En las semillas de *Mucuna argyrophilla* (ojo de venado) se encuentra más de cinco por ciento de tres cuatro dihidroxifenilalanina y en otras plantas también existen cantidades apreciables de estas sustancias.



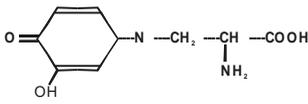
<i>Latarius odoratus</i> <i>Vicia sativa</i>	$\text{COOH} \text{---CO---NH---CH}_2 \text{---CH---COOH}$ NH_2 <p>Ácido β-oxalil-α-β-diamino propionico</p>	Neurotóxico	6a)
	$\text{NH}_2 \text{---CH}_2 \text{---CH}_2 \text{---CH---COOH}$ NH_2 <p>Acido α-γ-diamino butirico</p>	Osteolatirogénico	
<i>Leucaena leucocephala</i> ("Guaje")	 <p>Mimosina</p>	Caída del cabello o de la lana	6b)
<i>Brassica oleracea</i>	$\text{CH}_3 \text{---S---CH}_2 \text{---CH---COOH}$ NH_2 <p>Sulfóxido de la S-metil cisteina</p>	Anemia de la col	6c)
<i>Indigofera spicata</i> ("Añil")	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{NH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array} \text{---CH}_2 \text{---CH}_2 \text{---CH---COOH}$ NH_2 <p>Indospicina (Ácido α-amino-ε-amidin caproico)</p>	Lesiones hepáticas y abortos	6d)
<i>Canavaliu ensiformis</i> ("Frijolón")	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{NH} \\ \\ \text{NH} \end{array} \text{---O---CH}_2 \text{---CH}_2 \text{---CH---COOH}$ NH_2 <p>L-canavanina</p>	Antimetabolito de la arginina	6e)

FIG. 6. Algunos aminoácidos no proteicos.



Lo anterior hace pensar que los aminoácidos no proteicos pueden actuar como materiales de reserva a semejanza de lo que sucede con algunas dioscoreáceas que almacenan en sus rizomas grandes cantidades de saponinas. Esto puede pensarse en el caso de la canavanina que contiene un alto porcentaje de nitrógeno y que desaparece durante la germinación. Pero esto no sería una explicación convincente porque la función también podría efectuarla la arginina que no se encuentra libre u otros aminoácidos ricos en nitrógeno. Además tampoco se explicaría la presencia de canavanina en otras especies donde sólo se encuentra como componente menor.

Lo que sí está claro es el papel tóxico que tienen algunos de ellos tanto para el hombre como para los animales, es decir, que actúan como sustancias químicas de defensa en una forma evidente sobre la larvas de escarabajos, gusanos y langostas. Por ejemplo, la *Locusta migratoria* que se alimenta principalmente de las hojas de *Acacia* sp. En el hombre es más evidente la toxicidad ya que pueden ocasionarle trastornos inmejorables como sucede con el beta amino propionitrilo, el amino acetónitrilo y la beta ciano etil amina. Todos ellos se encuentran en el género *Lathyrus*, principalmente en el *Lathyrus odoratus*, *L. strictus* y *L. silvestris*. La acción de estas sustancias se manifiesta por lesiones en el esqueleto y se conoce como latirismo; médicamente se conoce como osteocondritis y siempre se asocia con necrosis de la cabeza femoral, malformación de los huesos largos y de la curvatura de la espina dorsal. En otros casos, interferencia con los procesos de calcificación, espasticidad o rigidez de los músculos, retardo en el desarrollo sexual y otros desórdenes (Rolfs 1952).

Otro ejemplo de toxicidad de estos compuestos se relaciona con la ocupación militar por parte de los Estados Unidos en la Isla de Uam. Después de la ocupación, los americanos encontraron una tribu nativa llamada de Los Chamorros. En ésta había una gran incidencia de padecimientos neuropatológicos semejante a la esclerosis lateral amitrófica que surge de una degeneración de las células de los cuernos anteriores de la médula espinal, algunas células motoras del tallo cerebral y neuronas de la corteza motora; hasta la fecha se desconoce su etiología. Las



primeras investigaciones descartaron la existencia de un virus y de factores hereditarios, por lo que se obligaron a estudiar los factores ambientales selectivamente asociados con la cultura de la tribu para obtener una información étnica. Uno de los hábitos más comunes era el consumo de los frutos de una palma típica de la región, la *Cycada sircinalis*, donde se pudo identificar un aminoácido no proteico poco conocido: el ácido dos amino tres metil amino propiónico o tres beta metil amino alanina que tiene características neurotóxicas. Cuando lo dieron a los macacos desarrollaron una disfunción corticomotora neural y anomalías de comportamiento debido a cambios degenerativos en las neuronas motoras de la corteza cerebral. Esto apoyaba la hipótesis de que los frutos de la palma jugaban un papel importante en la etiología de la enfermedad.

Existen otros casos de toxicidad en los que se provocan enfermedades en forma indirecta, como sucede con el «frijol de soya» cuando se administra a los infantes en forma de leche. Durante un tiempo aparecen síntomas de bocio y aún se desconoce la existencia de un factor que bloquee el aprovechamiento de yodo por la tiroides. También se ha visto que existe pérdida de tiroxina fecal, por lo que se ha considerado que el factor interfiere en la absorción de nutrientes por su acción sobre la mucosa intestinal. Otro caso es la formación de compuestos que se transforman en sustancias activas de naturaleza tóxica. Esto sucede en el género *Brassica*, tanto en *Brassica napus* («nabo»), *B. nigra* («colza») y en *B. oleracea* («col»), donde se encuentra un glucósido, la sinigrina o gluconapina sobre la cual actúa la mirosinasa, una enzima que lo hidroliza y libera alil isotiocianato o crotonil isotiocianato los cuales por oxidación se ciclizan y forman la L-cinco vinil dos tioxasolidona que se combina fácilmente con el yodo del coloide tiroideo y actúa como factor bociogénico.



CONCLUSIONES

La información anterior muestra que una gran cantidad de plantas sintetizan sustancias importantes desde el punto de vista biológico y antropocéntrico. Si bien es cierto que en algunos casos se encuentran en cantidades pequeñas, el uso indiscriminado de ellas puede acarrear trastornos severos. Este es el peligro que se debe tener en cuenta en las prácticas terapéuticas de la medicina tradicional, la cual debería apoyarse en estudios fitoquímicos que indicaran la naturaleza de las sustancias contenidas en las llamadas plantas medicinales. También deben apoyarse en estudios farmacológicos que demuestren su mecanismo de acción en los diferentes órganos del cuerpo humano y en su acondicionamiento en forma de preparados farmacéuticos a fin de poderlos dosificar.



BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, C. A., y C. Zolla.** 1982. Plantas Tóxicas de México. Instituto Mexicano del Seguro Social. D.F., México.
- Applezweig, N.** 1962. Esteroid Drugs. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, Estados Unidos de América.
- Bell, E. A.** 1980. Non protein aminoacids in plants, their chemistry and possible biological significance. Revista Latinoamericana de Química. 11: 26-34.
- Conn E. E.** 1974. Biosynthesis of cyanogenic glucosido. Biochemistry Society Symposium 38:277.
- Evans, R. J., y M. J. McGinnis.** 1946. The influence of autoclaving soybean oil meal on the availability of cystine and methionine for the chick. Journal of Nutrition 31: 449.
- Jaffe, W. G., y L. C. Vega.** 1968. Heat labile growth inhibiting factors in beans (*Phaseolus vulgaris*). Journal of Nutritions 94: 203-210.
- Liener, I. E., y M. J. Pallansch.** 1952. Purification and toxic proprieties of a substance from defatted soybean flour. Biological Chemistry 197: 29.
- Osborne, T. B., y L. B. Mendel.** 1917. The use of soybean as food. Journal of Biological Chemistry 32: 309.
- Rolfs, H. D.** 1952. Lathyrism. A study of various factors entering into the production of the syndrome M.S. Thesis Louisiana State University Baton Rouge, Louisiana, Estados Unidos de América.
- Schreiber K.** 1957. Naturally occurring plants resistance factors against the Colorado potato beetele (*Leptinotera decemlineata*), and their possible mode of action. Zuchter 27: 289-299.
- Seigler, D. S.** 1974. Aisolation and characterization of naturally occurring cyanogenic compounds. Phytochemistry 14: 9-29.
- Sharon, N.** 1977. Lectinas. Investigación y Ciencia.
- Shih-Lin, Hu.** 1977. Plantas medicinales de China. Instituto Mexicano para el Estudio de las Plantas 1: 15-22.
- Smith, R. H., C. R. Earl, y N. A. Metheson.** 1974. Biochemistry Society 2: 101.



Willimott, D. 1933. An investigation of solanine poisoning. *Analyst*. 58: 431-438.

Wilson, G. S. 1959. A small outbreak of solanine poisoning. *Medical Research Council Mon. Bulletin* 18: 207-210.



EL COMERCIO DE PLANTAS MEDICINALES ALGUNOS RASGOS SIGNIFICATIVOS EN EL CENTRO DE MÉXICO

Paul Hersch Martínez

*Proyecto Actores Sociales de la Flora Medicinal en México,
Instituto Nacional de Antropología e Historia.
Leon@dunsun.cti.uaem.mx*

Andrés Fierro Alvarez

*Departamento de Producción Agrícola y Animal,
Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco*

Resumen

Se abordan algunos rasgos significativos del comercio de plantas medicinales, en particular desde una zona de recolecta y acopio, ubicada en la colindancia occidental de Puebla y Guerrero. Los recolectores y acopiadores de la zona operan articulados a una red de acopiadores regionales externos que se abastecen entre sí y abastecen a grandes mayoristas en el país. Dicha red se basa en la oferta diferencial de especies, posibilitada por la diversidad fisiográfica del país, y se recurre principalmente a especies silvestres. Ello tiene implicaciones ambientales ante una creciente demanda, como se ejemplifica con algunos casos locales de especies sobresolicitadas. La situación requiere una política definida de protección ambiental y desarrollo fitotécnico, así como alternativas que tomen en cuenta la multiplicidad de factores sociales y naturales involucrados.

Abstract

We present some significant elements about medicinal plants commerce, regarding particularly a gathering and stock zone, located in the western boundary of Puebla and Guerrero states. Gatherers and local merchants work within a net of regional traders from outside the mentioned zone, that supply themselves and furnish major wholesalers in the country. Such net is based upon a differential offer of species, as an expression of the physiographic diversity in the country, depending mainly on wild species. Such fact has environmental implications



subsequent to an increasing demand, as it is exemplified with some local cases of over-required species. This situation requires clear politics of environmental protection and phytotechnical development, and also alternative proposals which take in account the multiplicity of the social and natural factors implied.

Palabras clave: México, plantas medicinales, comercio, medio ambiente.

Key words: *Mexico, medicinal plants, commerce, environment.*



El tema del comercio de las plantas medicinales en nuestro país es amplio e involucra a diversas disciplinas y procesos, pues justamente confluyen en él naturaleza y sociedad. Exponemos a continuación algunos de sus rasgos e implicaciones esenciales, relativos en particular a una zona de abasto relevante en el centro de la República Mexicana.

La planta medicinal lo es en el seno de la sociedad y la cultura. Es en ese contexto que se le atribuyen propiedades curativas, y, al adquirir además una connotación comercial, aparece como un importante marcador de procesos tanto ambientales como económicos.

La planta se integra a un circuito comercial no como cualquier cosa. Ella presenta una estructura y una funcionalidad susceptibles de ser descritas en estudios anatómicos y fisiológicos, pero también es portadora refleja de cultura. Así, la flora medicinal se integra a las redes mercantiles en un proceso complejo, donde se enlazan realidades biológicas y sociales diversas.

Las plantas medicinales se extraen de diferentes ámbitos fisiográficos y económicos contrastantes, propios de la diversidad biológica y cultural que enriquece a nuestro país, pero propios también de la desigualdad social que hoy lo lacera.

Ilustraremos algunos aspectos relacionados con esta realidad social y biológica del comercio de las plantas medicinales en México. Con las limitaciones inherentes a una visión general, expondremos algunos de esos aspectos, partiendo de ciertos antecedentes históricos, para luego focalizar una zona de abasto que consideramos representativa en el país. Desde ahí trazaremos la ruta comercial de algunas especies silvestres, a través de los



procesos de trabajo local requeridos desde la recolección, hasta su integración a la red de comercializadores regionales. Referiremos también en este sentido, la oferta diferencial de especies por regiones fisiográficas, entendida aquí como la capacidad de ofrecer especies procedentes de un ámbito fisiográfico determinado, y también las implicaciones ambientales de la sobrerrecolecta, con algunos ejemplos de cuantificación realizados, para finalmente ilustrar, con algunos estudios de caso, el paso de ciertas especies al mercado exterior.

ALGUNOS ANTECEDENTES

El comercio de la flora medicinal constituye una actividad muy antigua en nuestro país. A pesar de la escasa disponibilidad de testimonios referentes al México precortesiano, sabemos del conspicuo lugar de las plantas medicinales en los mercados, y de la importancia misma otorgada, a través de los jardines botánicos de entonces, a las diversas especies que eran aportadas desde regiones remotas y apreciadas por sus diversas aplicaciones (Díaz del Castillo 1968; del Paso y Troncoso 1988; Sahagún 1989; Cortés 1992).

La medicina practicada entonces en Mesoamérica tenía en la vegetación su fuente básica de recursos terapéuticos. No es de extrañar entonces que a la llegada de los europeos, surgiera en ellos un profundo interés en la flora local, dado el extraordinario acervo de especies autóctonas de diverso uso, desconocidas hasta entonces en el «viejo continente» (Martínez-Alfaro 1990).

Si bien este fenómeno de la diversidad florística y del intercambio subsecuente en el Siglo XVI ha sido abordado por diversos autores (Crosby 1991), lo que deseamos subrayar aquí es justamente la dimensión comercial de este proceso. La búsqueda misma de especies condimenticias había jugado un papel fundamental como motivación en el descubrimiento europeo de las denominadas Indias Occidentales, y la flora hallada en América habría pronto de constituirse en objeto notorio de interés mercantil para los recién llegados, como un rubro relevante en el horizonte económico colonial.



Entre los primeros comercializadores de las plantas medicinales hacia el exterior de la Nueva España se encontraba Francisco de Mendoza, hijo del primer virrey. El comercio de plantas medicinales que ocupara a la familia abarcó también al Perú, donde Don Antonio fungió también como autoridad colonial; el mismo y célebre Códice de la Cruz Badiano refiere a esta realidad comercial, pues su confección fue motivada justamente por ese móvil mercantil, ya que además de ser un valioso testimonio de la flora medicinal en uso en el Siglo XVI, constituye de hecho el primer catálogo comercial de nuestra flora medicinal (Viesca, com. Pers.).

La magnitud del flujo de especies medicinales y condimenticias a nivel continental, para su exportación a Europa, aún se manifiesta en rasgos como el hecho de que la resina del árbol *Myroxylon pereirae* es denominada bálsamo del Perú, justamente porque era enviado a Europa como proveniente del Perú, cuando en realidad procede, aún hoy como entonces, de El Salvador y de otras zonas de América Central.

La relevancia del comercio de la flora medicinal proveniente de América se refleja también en otra obra significativa, la del sevillano Nicolás Monardes, quien además de ejercer la medicina, difundió y comercializó desde Sevilla hacia Europa las diversas especies curativas provenientes de nuestro continente (Monardes 1990; Esteva de Sagrera 1992). El proceso a través del cual se transformó progresivamente la materia médica disponible en Europa con la incorporación de especies provenientes de América y de otras amplias regiones del planeta, enriqueció considerablemente a la farmacognosia misma, como un efecto de su insoslayable dimensión comercial.

A lo largo de la época colonial se estableció una estructura de abasto de estas especies medicinales americanas hacia el Viejo Continente. En este sentido, los estudios relativos a ese comercio, como son los efectuados en las relaciones de carga de los navíos, han permitido caracterizar esos movimientos y el flujo de diversas especies (Martínez-García 1991; del Campo 1993).

Para fines del Siglo XIX, Fernando Altamirano, quien fuera director del Instituto Médico Nacional, publicó cifras relativas a



la exportación, entonces, de plantas medicinales como la damiana de California (*Turnera diffusa* Willd) o la raíz de Jalapa (*Ipomoea purga* (Wend.) Hayne), y enfatizó en el carácter comercial promisorio de especies como la aceitilla (*Bidens pilosa* L.), el zapote blanco (*Casimiroa edulis* Llave et Lex.) o el estafiate (*Artemisia mexicana* Willd) (Altamirano 1899).

Entre los autores que abordaron luego el tema del comercio de las plantas medicinales en México, aunque fuese de manera tangencial, se encuentran Terrés (1917), Ugalde (1927), Gándara (1930), Noriega (1934) y Bezanilla (1939).

EL CONTEXTO ACTUAL

Trabajos más recientes se han llevado a cabo en diversos mercados, al ser éstos de gran relevancia como espacios de acopio y distribución de la flora medicinal, desde estudios generales como los realizados por Valencia (1965) hasta análisis recientes en el Mercado Sonora y otros (Bye y Linares 1983; Bye 1986; Heinrich et al. 1992; Nicholson y Arzeni 1993).

En términos más específicos, cabe destacar el estudio realizado sobre el comercio de plantas medicinales en el sureste de la ciudad de México llevado a cabo por Ryesky y Paniagua (1979) y el de Álvarez et al. (1991), en torno a los productos de tipo naturista y su comercialización, y referir, dada la ausencia de trabajos al respecto, el muy básico de Argáez (1989), así como estudios sobre el intermediarismo en la Ciudad de México, como el de Rosales (1979).

Como parte del contexto actual, es necesario mencionar la existencia de una corriente actual de renovado interés en la flora medicinal en diversas regiones del mundo. Este interés proviene de la preocupación por retornar a modos de vida más naturales, dada la insatisfacción respecto a ciertas limitaciones presentes en la asistencia biomédica actual, y expresa así mismo problemas de insuficiente cobertura asistencial frente a demandas que traducen el efecto de un mercado deterioro en la calidad de vida de importantes segmentos de la población. Esta situación, de



origen múltiple, se traduce en un incremento de la demanda de plantas medicinales en nuestro país (Hersch-Martínez 1995, 1996, 1997), en una situación que guarda similitudes con otras regiones del mundo, como sucede en diversas áreas de Africa y Asia (Wijesekera 1991; Cunningham 1994).

En todo este panorama, es importante señalar un factor determinante en la estructuración de la comercialización de la flora medicinal en nuestro país, que es el origen silvestre de la mayor parte de las especies que se consumen actualmente con fines curativos en México, muchas de las cuales se incorporan en medicamentos que no requieren prescripción médica alguna. Domina la colecta sobre el cultivo como fuente de este recurso, situación común a otras regiones del planeta (Bernath 1988, Gupta 1991, Tetenyi 1991).

En general, en México sólo son cultivadas aquellas especies medicinales que presentan además utilidad condimenticia, como es el caso de la «hierbabuena» (*Mentha piperita* L.), el «romero» (*Rosmarinus officinalis* L.) y el «albahaca» (*Ocimum basilicum* L.), o son de uso ornamental o industrial, como la «cúrcuma» (*Curcuma longa* L.), el «cempazúchil» (*Tagetes erecta* L.) o la «mercadela» (*Calendula officinalis* L.).

Pero además de su origen mayoritariamente silvestre, a través de la comercialización de la flora medicinal en México, deseamos resaltar la diversidad de especies medicinales existentes en el mercado, como reflejo de la diversidad fisiográfica del país, y también las implicaciones biológicas y sociales del proceso, donde figura centralmente el nexo de la flora medicinal con diversos conjuntos de la población, no sólo como recurso terapéutico, sino como objeto económico y cultural.



EL COMERCIO DE LA FLORA MEDICINAL DESDE UNA REGIÓN DE ABASTO

A continuación se abordan las condiciones concretas de abasto de la flora medicinal silvestre en una región de selva baja caducifolia del país que consideramos representativa (Figura 1). La ubicación general del área a la cual nos vamos a referir está relacionada con las regiones fisiográficas como las ha planteado J. Rzedowsky (1978) en el centro de nuestro país.

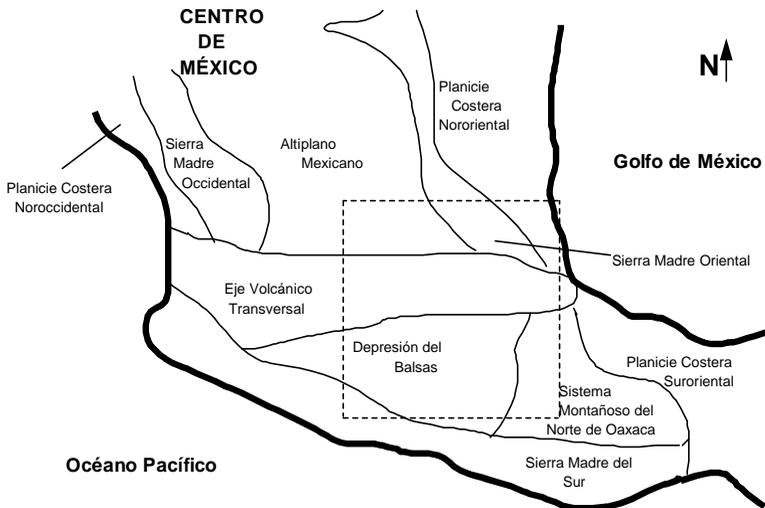


FIG. 1. Ubicación del área de estudio y su relación con las provincias fisiográficas del centro de México (Basado en Rzedowski 1978).

Dentro de este marco geográfico existen algunos centros de acopio de plantas medicinales silvestres, los cuales se han ubicado así para subrayar su adscripción a regiones fisiográficas diferentes, lo cual constituye justamente la fuerza de los acopiadores regionales. Es decir, es de fundamental importancia en las redes de comercialización, la disposición de una oferta diferencial de las especies medicinales (Figura 2).

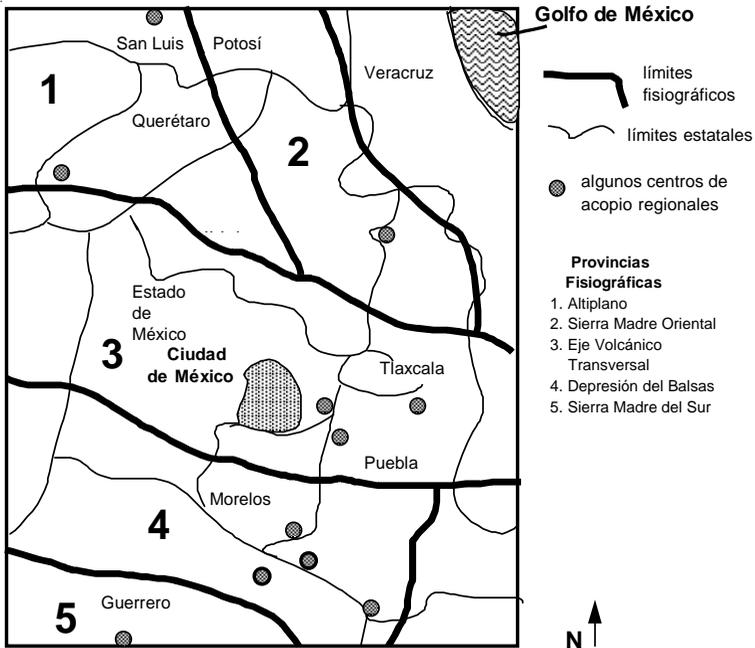


FIG. 2. Provincias fisiográficas y algunos centros de acopio de plantas medicinales silvestres en el centro de México.

En el caso de la flora medicinal, la riqueza florística de nuestro país se expresa en un dinámico y no siempre evidente intercambio comercial de especies colectadas, a través de una red de mercadeo que se basa en la oferta diferencial de acopiadores regionales en todo el país (Hersch-Martínez 1995). Un acopiador regional dispone de especies requeridas por otros acopiadores regionales y requiere a su vez las de éstos. Así, en una sola bodega regional de acopio, se pueden encontrar especies provenientes de muy diversas zonas fisiográficas (Hersch-Martínez 1997) (Figuras 1-3).

La Figura 2 presenta bajo el número cuatro los límites aproximados de la depresión del Balsas, que constituye la región fisiográfica correspondiente a la colindancia de Guerrero, Puebla y Morelos, que es la zona de estudio que tomamos aquí como referencia.

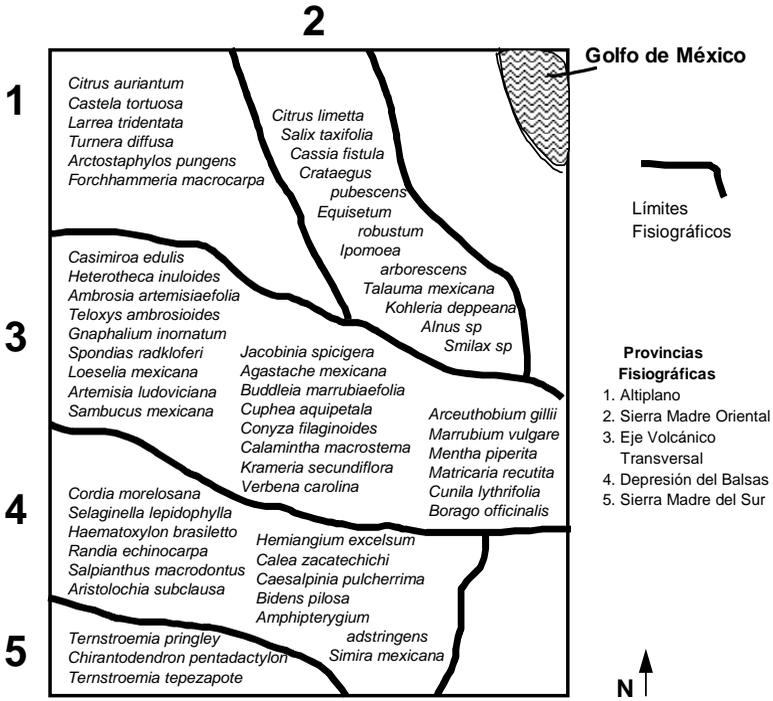


FIG. 3. Provincias fisiográficas como origen de algunas especies medicinales silvestres en el México central.

La oferta diferencial de plantas medicinales procedentes de diversas regiones, permite la operación de redes de acopio y comercialización en las cuales se lleva a cabo un dinámico intercambio de plantas adscritas a la práctica médica popular. Estas redes constituyen la base del abasto de especies medicinales silvestres para el consumo nacional y también para la exportación. Los acopiadores de flora medicinal silvestre frecuentemente procesan parte de sus existencias para venderlas combinadas de acuerdo con usos populares. Este procesamiento incluye la molienda, la mezcla para diversas formulaciones populares y el empaque.

Además de este procesamiento para infusiones y decocciones, también han iniciado ya el encapsulado de mezclas finamente molidas. Este tipo de procesamiento es elemental y carece fre-



cuentemente de controles de calidad adecuados, presentándose suplantaciones de unas plantas por otras y ausencia de condiciones sanitarias adecuadas. Se trata, en síntesis, de un sistema rudimentario de procesamiento, a pesar de una creciente demanda de este tipo de productos.

Algunas de las especies medicinales significativas en el mercado, se pueden agrupar de acuerdo a su adscripción fisiográfica, aún con las reservas que implica la coexistencia de diferentes tipos de vegetación en una misma región fisiográfica (Figura 3). Entre las especies analizadas en la zona de referencia se encuentran el «palo prieto» o «anacahuite» (*Cordia morelosana* Stand.), contra la tos; la «doradilla» (*Selaginella lepidophylla* Spreng.) vendida usualmente contra enfermedades de los riñones; el «palo brasil» (*Haematoxylon brasiletto* Karst.) recomendado contra «enfermedades de la sangre»; la «bola granjel» (*Randia echinocarpa* Moc. et Sess.) también preconizada contra enfermedades del riñón y de las vías urinarias; la «cancerina» (*Hemiangium excelsum* HBK A.C. Smith) a la cual nos referiremos más adelante, recomendada en heridas; la «garañona» o «zacatechichi» (*Calea zacatechichi* Schl.) en problemas digestivos; el «cuachalalate» (*Amphipterygium adstringens* (Schlecht) Schiede) cuya corteza se utiliza también en heridas y en gastritis, o la «quina roja» (*Simira mexicana* (Bullock) Steyermark), una de tantas especies llamadas «quina», utilizada en fiebres y «anemia». Como hemos podido constatar mediante entrevistas y observaciones, todas estas especies tienen relevancia comercial, son silvestres, son recolectadas mayoritariamente en la zona de referencia por campesinos que viven en condiciones económicas sumamente precarias, y son exportadas también a los Estados Unidos por acopiadores regionales.

EL PROCESO DE COLECTA Y SUS IMPLICACIONES

Mediante investigaciones en curso actualmente y desde 1987, a través de entrevistas a recolectores y acopiadores locales y regionales, reuniones con comuneros y visitas conjuntas a campo, hemos podido detectar un importante grado de explotación de diversas especies silvestres.



Ejemplos significativos de especies silvestres demandadas comercialmente y sujetas a creciente explotación en la zona, son la «cancerina» (*Hemiangium excelsum* HBK A.C. Smith), buscada por la corteza de su raíz, las diversas «quinas» (entre ellas *Simira mexicana* (Bullock) Steyemark, *Hintonia latiflora* Sessé et Mociño ex D.C., *Hintonia standleyana* Bullock y *Exostema caribaeum* (Jacq.) Roem. Et Schult.), solicitadas por su corteza delgada, el «cuachalalate» (*Amphipterygium adstringens* (Schlecht) Schiede) el cual se vende su corteza gruesa, la «garañona» o «zacatechichi» (*Calea zacatechichi* Schl.) vendida por sus hojas, o el «palo brasil» (*Haematoxylon brasiletto* Karst.) del cual se extrae la médula de su tronco. En estos casos, la sobrerrecolecta expresa una demanda que se apoya en los sistemas naturales de reproducción de las especies, de modo que el incremento sostenido en esa demanda, existente en los últimos quince años en la zona de acuerdo con recolectores y acopiadores, aunado a las precarias condiciones del campesinado, afecta a tal grado a estas especies, que muchas de ellas se hallan en áreas cada vez más alejadas de los centros de población, e inclusive, como es el caso de la cancerina o de las diversas quinas, ya no se accede a ellas en las regiones originales de recolecta en el extremo suroccidental de Puebla, de manera que los acopiadores las requieren de zonas cada vez más lejanas en el estado de Guerrero.

La extracción sostenida e intensiva, que involucra a nuevos recolectores impulsados a esa práctica por sus condiciones precarias de existencia, se manifiesta en prácticas radicales, que afectan irreversiblemente a los especímenes, como resulta con la extracción total de las raíces, el desprendimiento perimetral de las cortezas que impide la nutrición de las raíces y mata los árboles, o de plano su derribo total (Hersch-Martínez 1996, 1997).

Los recolectores y acopiadores perciben una disminución progresiva en el acceso a diversas especies medicinales, requeridas ante una demanda creciente externa. Esta demanda se da en la ausencia de programas aplicados de conservación y desarrollo. El proceso además se lleva a cabo en un contexto de creciente globalización comercial; es éste, uno de los campos donde se expresan con claridad las contradicciones y potencialidades que surgen en el encuentro entre culturas y economías de muy diversa naturaleza.



Los ingresos de los recolectores de plantas y de los acopiadores regionales no tienen relación alguna con los ingresos que esa flora genera tanto en su venta al menudeo como cuando es exportada (Hersch-Martínez 1996), en una situación que no es privativa para México (Freese 1998). Se trata de una cierta modalidad de doble subsidio: tanto las condiciones precarias de vida del campesinado como la condición «no productiva» de su flora medicinal silvestre son capitalizados a costa de sus condiciones ambientales. Semejante situación multifactorial demanda estrategias inclusivas cuyo foco es doble: proteger tanto a la flora medicinal silvestre como a la población humana que depende de ella. En la consideración relativa a la dinámica entre uso y conservación de plantas medicinales, este planteamiento supone un matiz diferente, aunque no necesariamente antagónico, al planteado por Sheldon y colaboradores (1997), donde los polos considerados en balance crítico, son por un lado «los intereses de un mercado en desarrollo basado en terapias con vegetales» (que no supone necesariamente a los actores sociales referidos antes), y la protección simultánea a recursos limitados y vulnerables. La diferencia de matices amerita reflexión.

EL ABASTO DE PLANTAS MEDICINALES Y SU NEXO CON LA POBLACIÓN HUMANA

Es necesario tomar en cuenta el nexo existente entre las condiciones de abasto de las plantas medicinales y la población que depende de ese abasto en México, en el momento de presentar propuestas que impliquen el aprovechamiento industrial de la flora medicinal, que no sólo constituye una mera materia prima potencial, sino un recurso económico adscrito a una estrategia de sobrevivencia de poblaciones humanas carentes de bienes y servicios básicos.

En este contexto de la comercialización de la flora silvestre, los medicamentos elaborados con plantas medicinales, productos naturales y a la vez culturales, reflejan el entorno social y ambiental en que son producidos y consumidos. Sea de manera directa o indirecta, las características peculiares de la sociedad humana se expresan en los medicamentos herbolarios. Ellos con-



forman un heterogéneo conjunto de mercancías consumidas por una diversidad de grupos sociales. Así, la planta medicinal, por su potencial terapéutico innegable, se encuentra adscrita en América Latina a una estrategia popular de sobrevivencia y es simultáneamente un insumo comercial de moda y también un recurso terapéutico legítimo y pertinente.

Las condiciones de abasto de plantas medicinales están íntimamente relacionadas con la insuficiente caracterización experimental, biomédica y agronómica, de la flora medicinal mexicana. Es decir, la planta medicinal en tanto que mercancía, se encuentra mayoritariamente integrada en nuestro país a un modelo subalterno de atención, y esa subalternidad implica su marginación respecto a posibilidades de desarrollo, tanto de sus indicaciones terapéuticas, como en lo que respecta a optimizar un abasto sustentable, sea a través de recolecta o producción. En ese sentido, conocemos poco de las casi seis mil diferentes especies de plantas medicinales existentes en nuestro país (Aguilar, com. pers.), y muy poco en particular sobre sus propiedades fitotécnicas y clínicas.

ALGUNAS CUANTIFICACIONES

Ahora bien, presentaremos finalmente algunas cuantificaciones, para exponer algunas de las consecuencias de la sobrerrecolecta. Los muestreos se realizaron en diversas comunidades del municipio de Copalillo, en Guerrero (Hersch-Martínez y Fierro 2000). El efecto combinado de dos actividades humanas sobre las plantas recolectadas puede incidir en diferentes aspectos ecológicos relativos a esas especies (Figura 4). Las actividades referidas son el pastoreo de cabras y la recolecta comercial. En este caso, la especie analizada es el «linaloe» (*Bursera aloexylon* Schiede ex Shlecht Eng.), cuyo uso principal es como material para artesanía y perfumería, aunque también presenta aplicaciones medicinales en Guerrero y Morelos para tratar ciertos dolores de cabeza, o mediante su aceite diluido en agua para picaduras de alacrán. La sobrerrecolecta a que nos referimos aquí es, sin embargo, para la venta de la madera a los artesanos de Olinálá para la confección de cajitas decoradas y otros productos laqueados ampliamente conocidos. Al momento



del análisis, la madera de un árbol de linaloe completo era comprada por cinco pesos. Es decir, cinco pesos por un arbolito que tarda en crecer a plenitud unos 25 años.

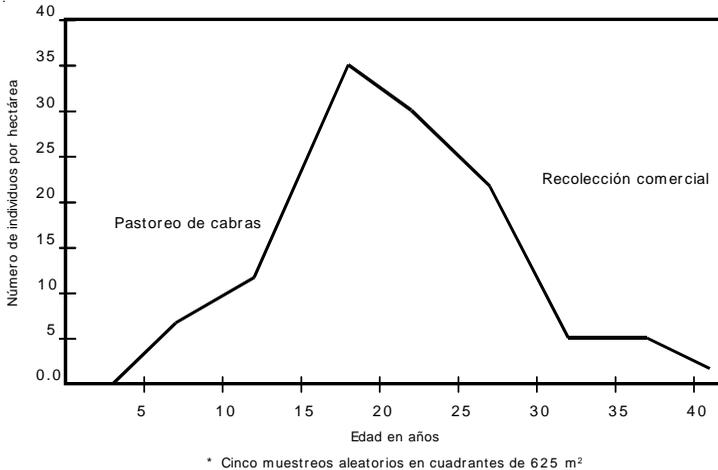


FIG. 4. *Bursera aloexylon* (linaloe). Concentración media por edad y hectárea*. Copalillo, Guerrero, México 1997.

La situación carencial misma del recolector que derriba el árbol es por supuesto un asunto de trascendencia ecológica que ilustra la necesidad de enfoques integradores. Tanto el pastoreo de cabras como la recolecta afectan la densidad de los conjuntos de este árbol, pero en diferentes estadios de su crecimiento. Cuando las cabras alcanzan, comen. Cuando el árbol es lo suficientemente grande como para tener valor comercial por su resina o su madera, es derribado. El problema que anuncia la figura es a futuro, porque el pastoreo de cabras implica que ya no serán derribados más linaloes ahí, no por efecto de control humano alguno, sino justamente porque esos rumiantes anulaban cualquier posible sustitución natural a los árboles derribados.

La *Hintonia standleyana* (Figura 5) es una de las especies silvestres conocidas y comercializadas como «quina blanca», demandada como alivio en fiebres y enfermedades digestivas. Un



análisis en tres muestreos en el mismo municipio referido permite detectar un patrón similar al presentado en la Figura 4; sin embargo, y partiendo del testimonio repetido de recolectores y acopiadores locales, y de visitas a campo, se puede afirmar que la delgada corteza que es la parte comercial de la planta, dada la sobrerrecolecta, empieza a ser desprendida cada vez más pronto del arbolito, antes de su cuarto año de edad. En esta especie, al problema del pastoreo se añaden las condiciones difíciles para la germinación de las semillas (como el escurrimiento acentuado por pendientes pronunciadas y los suelos someros; Fierro et al 2000) y el efecto de la recolección comercial es patente, en particular cuando, como hemos referido, se retira la corteza en sentido perimetral.

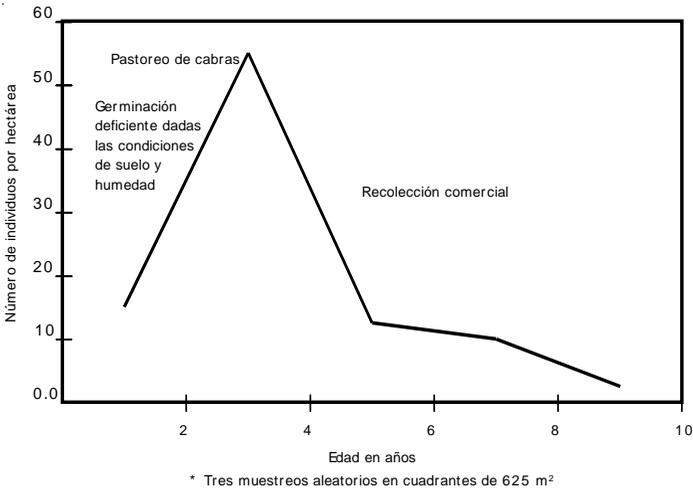


FIG. 5. *Hintonia standleyana* (quina blanca). Concentración media por edad y hectárea*. Copalillo, Guerrero, México enero-mayo, 1998.

La Figura 6 refiere a la misma especie (*Hintonia standleyana*) y zona, y se puede apreciar el mismo fenómeno; vemos la relación de la concentración media de los árboles en la zona ya no con respecto a su edad sino a su altura, y nos podemos percatar del mismo efecto: la corteza es separada inclusive antes de que el árbol alcance los dos metros de altura, como efecto de una sobre demanda.

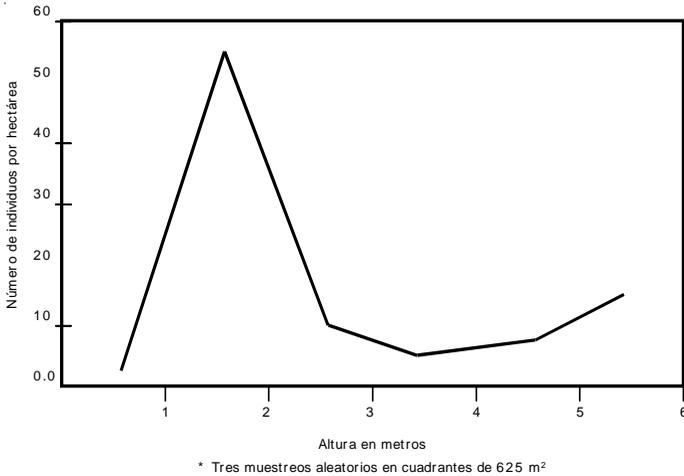


FIG. 6. *Hintonia standleyana* (quina blanca). Concentración media por edad y hectárea*. Copalillo, Guerrero, México enero-mayo, 1998.

En el «cuachalalate» (*Amphipterygium adstringens*), se aprecian diferentes patrones, relacionados con la modalidad de uso en diferentes zonas muestreadas (Figura 7). Los efectos diferenciales refieren a usos diferenciales. El pastoreo de cabras se introdujo recientemente en la zona 2, explicando ello el pico que se muestra; la zona 3 ha sido sometida desde hace muchos años a pastoreo, y ésto se refleja justamente en el trazo correspondiente a ese número, de manera que se puede apreciar el efecto devastador en la exigua proporción de árboles más viejos.

El flujo de especies silvestres medicinales desde una zona de abasto hacia los Estados Unidos se esquematiza en la Figura 8. Si en ese momento el recolector recibía 1.5 pesos por kilo de una determinada especie medicinal, por ejemplo de «garañona» (*Calea zacatechichi*) esa misma planta, del otro lado de la frontera y vendida en paquetes bien presentados de 14 g, en un salón de belleza en California, costaba un dólar. Ello equivale a un incremento de 1.5 a 536.7 en un proceso en el cual los recolectores, su entorno natural e incluso los acopiadores regio-



nales, se encuentran subvencionando a mayoristas y detallistas sin equilibrio y sin lineamientos que permitan proteger a los conjuntos sociales y los entornos vegetales que constituyen el origen de este proceso.

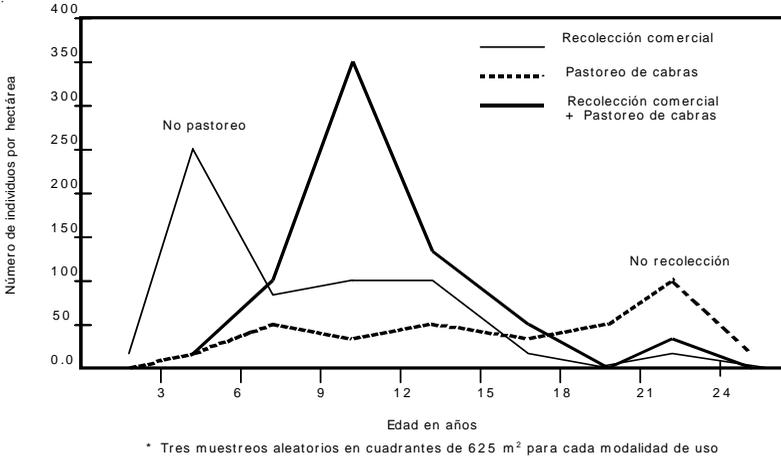


FIG. 7. *Amphipterygium adstringens* (cuachalalate) Concentración media por edad y hectárea*, en tres zonas con diferente modalidad de uso. Copalillo, Guerrero, México enero-mayo, 1998.

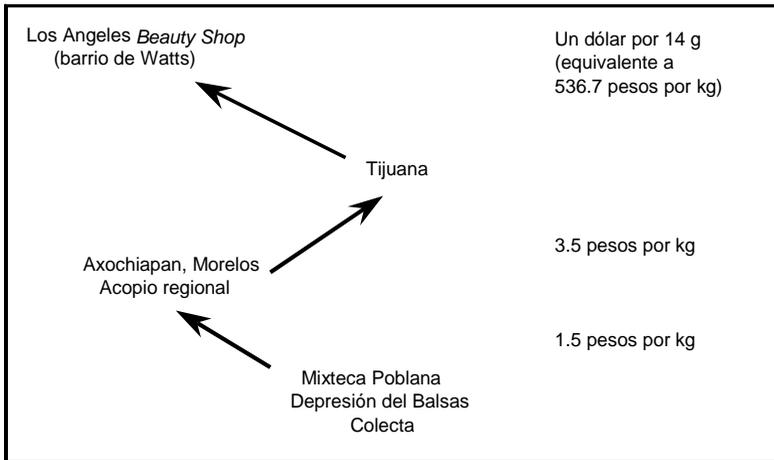


FIG. 8. Incremento de precio en la garañona o prodigiosa (*Calea zacatechichi*) desde su zona de origen hasta su destino fuera de México, 1992.



CONCLUSIONES

En síntesis, hemos abordado algunos elementos que pueden permitir una reflexión amplia, porque el comercio de la flora medicinal silvestre en nuestro país involucra, como dijimos al principio, realidades de diverso orden y diferentes sectores sociales. Los recolectores y acopiadores de plantas, la modalidad de procesamiento y de uso, la intensidad creciente en la demanda de estas especies, las condiciones económicas en las zonas de abasto, el papel del Estado y el grado de participación política de la población, son entre otros, factores esenciales (Figura 9).

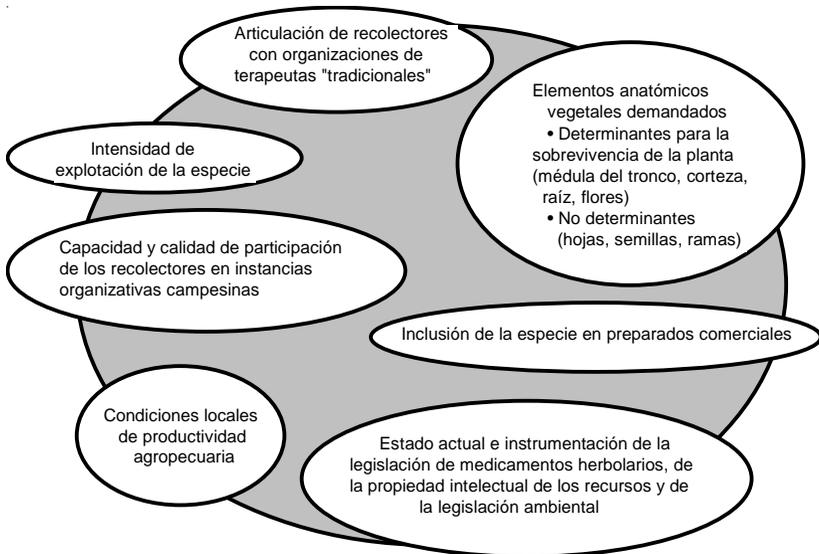


FIG. 9. Algunos elementos involucrados en la vulnerabilidad y conservación de especies medicinales silvestres.



El comercio de flora medicinal silvestre se encuentra en la interfase de la dimensión biológica y social, y también demanda no sólo descripciones, sino intervenciones sensatas. Los elementos diversos que se exponen en este cuadro final refieren a una vulnerabilidad compartida entre las poblaciones humanas y sus recursos vegetales (Figura 10).

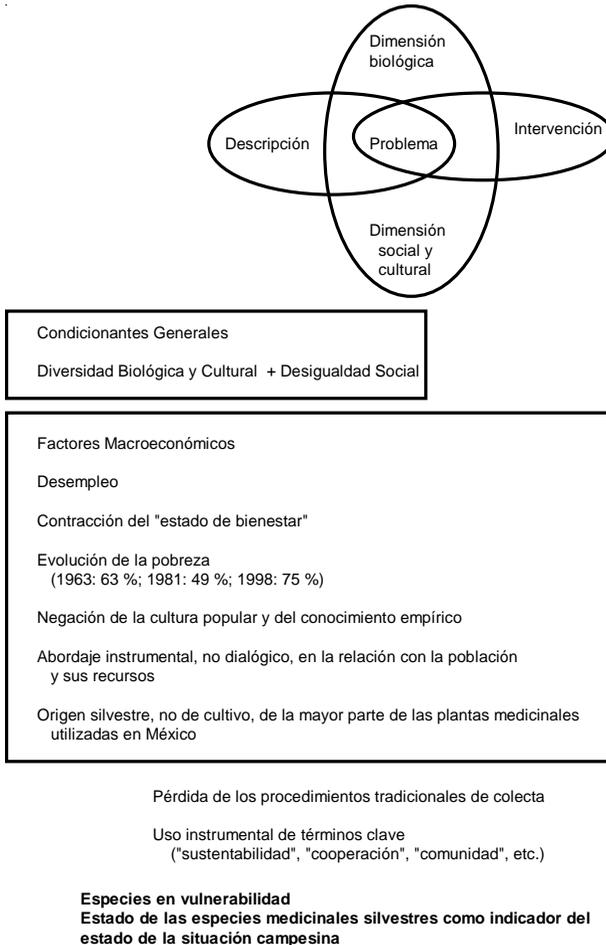


FIG. 10. Dimensiones implicadas.



BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano, F.** 1899. Plantas susceptibles de Comercio Interior y Exportación. *La Farmacia* 8:154-160.
- Alvarez, L., M. García, y M. Garzón.** 1991. Medicamentos naturistas en México. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, México, D. F., México.
- Argáez A., E.** 1989. Plantas medicinales. Análisis-comercialización-estrategias. Tesis de licenciatura, Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.
- Bernath, J.** 1988. Congress reports. *Medicinal Plants Newsletter* 1:22-24.
- Bezanilla, T.** 1939. Proyecto propuesto. *La Farmacia* 9:7-10.
- Bye, R.** 1986. Medicinal plants of the Sierra Madre: comparative study of Tarahumara and Mexican market plants. *Economic Botany* 40:103-124.
- , y **E. Linares.** 1983. The role of plants found in Mexican markets and their importance in ethnobotanical studies. *Journal of Ethnobiology* 3:1-13.
- Cortés, H.** 1992. Cartas de relación. Introd. de M. Castro Gutiérrez, Editores Mexicanos Unidos, México, D. F., México.
- Crosby, A. W.** 1991. El Intercambio Transoceánico. Consecuencias biológicas y culturales a partir de 1492. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.
- Cunningham, A. B.** 1994. Management of medicinal plant resources: an Africa-wide overview. Proceedings of the XIIIth plenary Meeting, AETFAT, Malawi, 1:173-189.
- Del Campo, I.** 1993. Relación de especies americanas introducidas en España desde mediados del Siglo XVIII hasta principios del Siglo XIX. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España.
- Del Paso y Troncoso, F.** 1988. La botánica entre los nahuas y otros estudios. Introd. de P. Máynez, Secretaría de Educación Pública, México, D. F., México.
- Díaz del Castillo, B.** 1968. Historia verdadera de la conquista de la Nueva España. Introd. de J. Ramírez Cabañas, Editorial Porrúa, México, D. F., México.
- Esteva de Sagrera, J.** 1992. Historia de la farmacia. Apuntes de la Cátedra de Farmacia y Tecnología Farmacéutica, Universidad de Barcelona, Barcelona, España.



- Fierro, A., C. Guerrero, P. Hersch, y A. Pérez.** 2000. Seis especies medicinales silvestres cuya corteza presenta importancia comercial, provenientes de la selva baja caducifolia: algunas condiciones sobre su propagación. Páginas 543-550, en R. Monroy, H. Colin y J. C. Boyas, eds., *Los sistemas agroforestales en Latinoamérica y la selva baja caducifolia en México*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Morelos, México.
- Freese, C. H.** 1998. *Wild species as commodities*. Island Press, Washington, Estados Unidos de América.
- Gándara, G.** 1930. La Herbolaria Mexicana en la actualidad. *Salubridad* 2:223-232.
- Gupta, R.** 1991. Agrotechnology of medicinal plants. Páginas 43-57, en R.O.B. Wijesekera, ed., *The Medicinal Plant Industry*, CR Press, Boca Raton, Florida, Estados Unidos de América.
- Heinrich, M., A. Nereyda, y M. Kuhnt.** 1992. Arzneipflanzen in Mexiko. Der Markt von Matías Romero (Oaxaca). *Deutsche Apotheker Zeitung* 132:351-358.
- Hersch-Martínez, P.** 1995. Commercialization of wild medicinal plants from Southwest Puebla, Mexico. *Economic Botany* 49:197-206.
- . 1996. *Destino Común. Los recolectores y su flora*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D. F., México.
- . 1997. Medicinal Plants and Regional Traders in Mexico: Physiographic Differences and Conservational Challenge. *Economic Botany* 51:107-120.
- **y A. Fierro.** 2000. *Bursera aloexylon* (Shiede et Shlecht) Eng.: una especie de la selva baja caducifolia ilustrativa en torno a las propuestas de «sustentabilidad». Páginas 563-572, en R. Monroy, H. Colin y J. C. Boyas, eds., *Los sistemas agroforestales en Latinoamérica y la selva baja caducifolia en México*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Morelos, México.
- Martínez-Alfaro, M. A.** 1990. *Contribuciones latinoamericanas al mundo. La utilización de las plantas en diversas sociedades*. Editorial Anaya, Madrid, España.
- Martínez-García, C.** 1991. *Drogas importadas desde Nueva España (1689-1720). Estudio estadístico farmacoterapéutico*. Publicaciones de la Universidad de Sevilla, Sevilla, España.
- Monardes, N.** 1990 [1574]. *Historia medicinal de las cosas que se traen de nuestras Indias Occidentales (título original)*, Instituto Mexicano del Seguro Social (como *Herbolaria de Indias*), Redacta, México, D. F., México.



- Nicholson, M. S., y C. B. Arzeni.** 1993. The market medicinal plants of Monterrey, Nuevo León. *Economic Botany* 47:184-192.
- Noriega, J. M.** 1934. La fitoterapia. *Gaceta Médica de México* 65:128-148.
- Rosales, M.** 1979. Los intermediarios agrícolas y la economía campesina. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D. F., México.
- Ryesky, D., y M. Paniagua.** 1979. El comercio de plantas medicinales en el sureste del Distrito Federal: cinco estudios de caso. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D. F., México.
- Rzedowski, J.** 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México, D. F., México.
- Sahagún, B.** 1989. *Historia General de las cosas de la Nueva España*. Introd. de J. García Quintana y A. López Austin. Alianza Editorial Mexicana y Consejo Nacional de la Cultura y las Artes, México, D. F., México.
- Sheldon, J. W., M. J. Balick y S. A. Laird.** 1997. Medicinal plants: Can utilization and Conservation Coexist? *Advances in Economic Botany* 12. New York Botanical Garden, New York, Estados Unidos de América.
- Terrés, J.** 1917. Reseña histórica del Instituto Médico Nacional de México. *Gaceta Médica de México*, 11:131-138.
- Tetenyi, P.** 1991. Biological preconditions for cultivation and processing of medicinal plants. Páginas 33-41 en R.O.B. Wijesekera, ed., *The Medicinal Plant Industry*, CR Press, Boca Raton, Costa Rica.
- Ugalde, A.** 1927. En el Congreso de Droguistas y Proprietarios de Boticas. *La Farmacia* 2:385-388.
- Wijesekera, R. O. B., ed.** 1991. *The Medicinal Plant industry*. CR Press, Boca Raton, Florida, Estados Unidos de América.
- Valencia, E.** 1965. La merced, estudio ecológico y social de una zona de la Ciudad de México. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D. F., México.

E hāngaitōtōtia pōwhiriāra





PERCEPCIÓN, USO Y MANEJO TRADICIONAL DE LOS RECURSOS VEGETALES EN MEXICO

Javier Caballero y Laura Cortés

*Jardín Botánico, Instituto de Biología,
Universidad Nacional Autónoma de México.
Apartado Postal 70-614, D.F 04510, México.
jcnieto@servidor.unam.mx*

Resumen

Se analizan tendencias y patrones en las formas de conocer, utilizar y manipular los recursos biológicos. Aunque en general los sistemas indígenas de nomenclatura y clasificación de plantas siguen los principios generales de clasificación folk descubiertos por Brent Berlin y otros autores, se observan algunas categorías taxonómicas y sistemas de nomenclatura estrechamente asociados a las formas de uso de los recursos locales. Una proporción muy grande de las cerca de 7000 especies de plantas útiles de México, son recursos de uso múltiple para las poblaciones humanas locales. Las plantas herbáceas son utilizadas en mayor proporción que los árboles y los arbustos. El mayor número de especies es utilizado como medicina. En general, las familias botánicas con mayor número de especies útiles son las Asteraceae y las Leguminosae. Existen complejas formas de manejo incipiente de individuos y poblaciones de especies silvestres, las cuales están dirigidas a aumentar la disponibilidad o mejorar la calidad de los recursos obtenidos. El análisis detallado de los patrones mesoamericanos de uso y manejo de los recursos vegetales podría contribuir significativamente al entendimiento de los principios que regulan la relación entre los seres humanos y su entorno ecológico.

Summary

An overview of ethnobiological information obtained among indigenous peoples of Mexico is presented. An analysis of the patterns and tendencies in the forms of perceiving, using, and manipulating plant resources is presented. In general folk plant classification systems among local peoples follow the general principles formulated by Brent Berlin and other scholars. Nevertheless, the existence of local names and plant categories



closely related to utilitarian factors is observed. A significant proportion of the 7000 useful plant species of Mexico are used for a more than one use. Herbs are more widely utilized than trees and shrubs. Most species are used for medicinal purposes. The plant families with the highest number of useful species are the Asteraceae and the Leguminosae. There exist complex forms of management of plant individuals, populations and communities that are focused to enhance both their temporal and spatial availability, as well as to improve the quality of the products obtained. The comparative study of the use and management of plant resources may contribute to the understanding of the principles regulating the relationships between humans and the environment.

Palabras clave: *Etnobotánica, manejo tradicional de plantas, Mesoamérica, México, domesticación, plantas útiles.*

Key words: *Ethnobotany, Mesoamerica, México, plant domestication, plant management, useful plants*



La riqueza biológica de México, su diversidad cultural, así como la larga historia de poblamiento del territorio, se han traducido en el desarrollo de una vasta tradición etnobotánica. Ésta incluye el conocimiento, el uso y el manejo de una gran cantidad de especies vegetales a través de complejas formas de interacción entre las comunidades locales y su entorno vegetal (Caballero 1987; Bye 1993; Bye y Linares 2000; Caballero et al. 2000). Las interacciones humanos-plantas son fenómenos complejos, y variables en las diferentes regiones ecológicas y culturales del territorio mexicano. El análisis comparativo de la etnobotánica de diferentes grupos étnicos de México, indica que a pesar de la diversidad ecológica y cultural de la región, existen tendencias comunes en las formas de percepción, clasificación, utilización y manejo de los recursos vegetales por las poblaciones indígenas. En el presente trabajo se presenta un panorama de las formas de interacción entre las culturas mesoamericanas y su entorno natural; se identifican procesos, mecanismos y patrones, y se discute su relevancia teórica para la Etnobiología.

LA PERCEPCIÓN DEL ENTORNO VEGETAL

La evidencia etnosemántica y etnoecológica disponible, indica que los grupos indígenas de México han desarrollado un amplio y detallado cuerpo de conocimiento sobre su entorno vegetal. Este conocimiento es el resultado de formas comunes de percepción y clasificación de las discontinuidades del mundo vegetal. La percepción indígena del mundo vegetal puede examinarse tanto al nivel de las especies, como al de los procesos y las formas de



organización ecológica. Al nivel de las especies, los estudios etnosemánticos realizados por Brent Berlin y sus colaboradores (Berlin et al. 1973, 1974) han sugerido la existencia de principios comunes en la manera de conocer, nombrar y clasificar las discontinuidades del mundo natural entre las sociedades tradicionales, independientemente de su lengua y cultura particular.

En el caso de los Maya Tzeltales de Los Altos de Chiapas, Berlin et al. (1974) describieron la existencia de un complejo sistema de nomenclatura y clasificación de las plantas el cual tiene una gran similitud con la taxonomía Linneana utilizada por la ciencia occidental. En forma análoga a la taxonomía científica, la clasificación botánica Tzeltal está basada en la percepción y comparación de atributos biológicos, principalmente morfológicos de las plantas. De acuerdo con Berlin et al. (1974), este sistema de clasificación es jerárquico y presenta cinco niveles de inclusividad: principio único, forma de vida, género, especie y variedad. Los taxa genéricos representan la mayor parte de los taxa que se pueden reconocer en estos sistemas. Es común también que al nivel jerárquico de forma de vida, existan taxa no bien definidos que corresponden a familias botánicas con formas distintivas consideradas "atípicas" o "aberrantes". Este es el caso de las especies pertenecientes a las familias Arecaceae, Agavaceae y Cactaceae.

Aunque los sistemas de clasificación biológica encontrados entre varios grupos étnicos de México, coinciden en general con lo descrito por Berlin y sus colaboradores (Barrera et al. 1976; Hunn 1977; Toledo et al. 1980; Mapes et al. 1981, 1982; Argueta 1988; Williams 1990), algunos muestran diferencias importantes. En contradicción con los principios universales de clasificación tradicional, propuestos por Berlin et al. (1974), en la clasificación micológica Purhepecha, el principio único está bien definido y recibe un nombre ("*terekuicha*" o "los hongos"), mientras que los taxa de nivel forma de vida son ambiguos y carecen de un término que los identifique (Mapes et al. 1981, 1982). La clasificación botánica en esa misma lengua muestra también algunas variantes importantes no previstas por el modelo de Berlin y sus colaboradores, particularmente en lo que se refiere a los taxa forma de vida. Aunque los taxa correspondientes a árbol,



hierba o bejuco, si existen en esta clasificación, se puede reconocer la existencia de un taxon del nivel forma de vida, el cual agrupa a las plantas con flores vistosas o aparentes. En varias clasificaciones botánicas mesoamericanas tales como la Nahua, la Purhepecha y la Mixteca, puede reconocerse la existencia de un taxon de nivel forma de vida definido por las propiedades utilitarias de las especies incluidas en el, cuyas flores, hojas o tallos tiernos pueden comerse hervidos o guisados a manera de verdura (Toledo et al. 1980; Caballero y Mapes 1985; Casas et al. 1994, Casas y Caballero 1996). No obstante las incongruencias observadas entre varias clasificaciones biológicas mesoamericanas y los principios generales propuestos por Berlin et al. (1974 y 1992), el gran número de géneros folk que corresponden uno a uno con géneros de la taxonomía Linneana es una muestra de la precisión biológica de las taxonomías folk y la estrecha correspondencia entre la ciencia occidental y el conocimiento biológico tradicional.

La percepción y clasificación de las discontinuidades de la naturaleza al nivel ecológico es también una parte importante del conocimiento biológico de los grupos indígenas de México. Aunque no ha sido estudiado en forma detallada y sistemática, la evidencia disponible sugiere que el conocimiento etnoecológico mesoamericano es muy detallado y está en estrecha correspondencia con la ciencia occidental. En el caso de la Península de Yucatán, prácticamente todos los tipos de vegetación reconocidos por los científicos tienen un equivalente en la clasificación tradicional Maya (Flores 1983). Los Mayas también identifican y nombran un total de 11 etapas sucesionales desde una milpa recién abandonada hasta la selva madura. En forma similar, Martin (1993) indica que los Mixes y Chinantecos de Oaxaca reconocen y clasifican las comunidades vegetales con base en los mismos criterios fisionómicos, de hábitat y de estructura florística utilizados por la ecología vegetal. Tanto en Mixe como en Chinanteco hay términos que designan las diferentes etapas sucesionales desde los terrenos en descanso hasta el bosque maduro (Tabla 1). Por su parte, los Purhepecha del Lago de Pátzcuaro reconocen diferentes tipos de bosque y comunidades de plantas acuáticas de acuerdo a las especies dominantes. Estas coinciden uno a uno con las que han sido descritas para la



región en estudios botánicos (Toledo et al. 1980). En la lengua Purhepecha existen también nombres para diferentes tipos de comunidades secundarias tanto de plantas herbáceas y tres de arbustivas, las cuales forman parte de la sucesión secundaria desde los terrenos agrícolas abandonados hasta el bosque maduro (Tabla 1). Esto sugiere que existe un conocimiento preciso de los procesos de regeneración ecológica asociados a las actividades y el disturbio antropogénico.

Tabla 1. Algunas comunidades vegetales primarias y secundarias reconocidas por varios grupos indígenas de México. Fuente: Toledo et al. (1980) y Flores (1983)

Grupo Étnico	Vegetación Primaria		Vegetación Secundaria o Antropogénica	
	Nombre local	Equivalente en la Ecología Occidental	Nombre Local	Equivalente en la Ecología Occidental
Maya Península de Yucatán	<i>ka'anal'kaax</i> u <i>kool k'aax</i> or <i>kool che'</i> <i>mokox-che'</i> <i>akalche'</i>	selva alta perennifolia	<i>sak'aab-kool</i>	barbecho
		selva baja caducifolia	<i>sak'aab-hubche'</i>	acahual de 2-5 años
	Manglar	<i>kanbal hubche'</i>	acahual de 5-10 años	
	Vegetación inundable			
<i>chak'an</i> <i>petén</i>	Savana			
			<i>kanalhubche'</i>	acahual de 11-14 años
			<i>kelenche'</i>	acahual de 15-30 años
Purhepecha Lago de Pátzcuaro	<i>Pukuricharu</i>	Pinar	<i>anatapu sapicharu</i>	matorrzal secundario
	<i>Urikuicharu</i>	Encinar	<i>ambá abákuri</i>	pastizal inducido
	<i>Patzimuru</i>	vegetación de hidrófitas emergentes		

Aunque algunos autores sostienen que el conocimiento etnobiológico como el descrito anteriormente tiene primordialmente una motivación cognoscitiva (Levi-Strauss 1962; Berlin 1992), es claro que este conocimiento es confrontado, enriquecido y aplicado por los agricultores indígenas en su interacción cotidiana con su entorno natural. En realidad, las estrategias tradicionales de uso del suelo y manejo de los recursos vegetales no se pueden explicar sin un conocimiento vasto y detallado de los procesos biológicos y ecológicos que posibilitan, regulan o limitan las actividades humanas.



EL USO DE LAS PLANTAS

La información etnobotánica sobre el uso tradicional de las plantas por la población indígena de México se encuentra dispersa en numerosas fuentes y es altamente variable en cuanto a su amplitud, detalle y orientación científica. Esto dificulta su análisis comparativo e interpretación. En el Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de México hemos desarrollado la Base de Datos Etnobotánicos de Plantas Mexicanas (BADEPLAM) la cual reúne información de la literatura, los herbarios y las colectas de campo para un total de 3,500 especies de plantas vasculares. Se estima que en México existen unas 7000 especies de plantas útiles, lo cual representa entre un tercio y un quinto de la flora de plantas vasculares (Caballero 1987). Un análisis comparativo preliminar de los datos disponibles revela algunos patrones generales y tendencias en el uso tradicional de las plantas en México. En cuanto a la forma biológica de las especies utilizadas, se observa que las hierbas son utilizadas en mayor proporción que los árboles y los arbustos. Esto puede ser un reflejo de la mayor frecuencia con que ocurren estas familias en la naturaleza. También puede ser un resultado del proceso de transformación antropogénica del paisaje. En efecto, el disturbio ecológico asociado a las actividades humanas tales como la agricultura y el pastoreo generan o amplían hábitats donde prosperan plantas herbáceas colonizadoras. Estas áreas podrían representar una fuente de recursos vegetales más conspicua y accesible que los bosques donde son menos abundantes las plantas herbáceas.

Las plantas de México son utilizadas para fines muy diversos. Una proporción muy grande de ellas representa recursos de uso múltiple para las poblaciones humanas locales. De las 3500 especies registradas en BADEPLAM, la mitad tiene más de un uso, en tanto que cerca del 25% tiene cinco usos diferentes o más. Como puede verse en la Tabla 2, la comparación de las formas de uso de los recursos vegetales entre varias etnias de México muestra que el mayor número de especies es utilizado como medicina y en segundo lugar como alimento seguidos de otros usos tales como, combustible, materiales para construcción, ins-



trumentos, utensilios, sombra, cercas vivas, materiales para elaboración de artesanías y construcción. En esta comparación hemos omitido plantas ornamentales, melíferas y forrajeras, pues aunque la gente frecuentemente reconoce ese tipo de cualidades en muchas plantas, en realidad en pocos casos son utilizadas para tal fin. Como puede verse en la misma Tabla 2, este patrón se mantiene cuando se comparan todos los datos disponibles para el país. Llama la atención el hecho de que generalmente el mayor número de especies sea utilizado para fines medicinales y no para alimento o alguna otra necesidad básica. Esto puede ser un reflejo no tanto de la frecuencia, sino de la diversidad de enfermedades existentes, así como del amplio cuadro de remedios vegetales empíricamente desarrollados a lo largo de la historia. De este modo, es frecuente encontrar una larga lista de especies que pueden ser utilizadas para un mismo síntoma o enfermedad, aunque casi siempre existe una o un grupo pequeño de ellas que son consideradas las mejores o más efectivas mientras que otras son sustitutas o remedios considerados como menos efectivos (Tabla 3).

Tabla 2. Número de especies utilizadas para diferentes propósitos por algunos grupos indígenas y el total en México. Fuente: Pennington (1963), Barrera et al. (1976), Caballero y Mapes (1985), Casas et al. (1994), Martínez et al. (1995) y BADEPLAM.

	Mixtecos	Mayas Yucatecos	Tarahumara	Purhepecha	Nahuas y Totonacos	Total en BADEPLAM
Medicinal	145	309	106	120	366	2140
Comestible	146	103	97	45	182	948
Combustible	100	4	0	18	88	189
Construcción	74	1	1	8	44	203
Cercas vivas	30	0	1	6	24	50
Artesanías	20	29	0	14	5	94
Veneno	17	7	7	3	7	97
Jabón	5	4	7	4	4	70
Instrumentos y Utensilios	-	5	13	17	36	220



Tabla 3. Número de especies de plantas consideradas como útiles para tratar diversas enfermedades. Fuente BADEPLAM.

Enfermedad	Síntoma o Actividad	Número de Especies Útiles
Orgánicas	Fiebre	215
	Diarrea	176
	Dolores en general	166
	Enfermedades de la piel	140
	Diurético	89
	Reumatismo	79
	Mordedura de serpiente	73
	Cólicos	56
	Dolor cabeza	32
	Asma	44
	Parasitosis (helmintos)	43
	Afecciones cardíacas	42
	Tos	30
Circulación	23	
Culturales	Aire	44
	Empacho	37
	Susto	24
	Mal de Ojo	20

En general, las familias botánicas con mayor número de especies útiles, particularmente medicinales y comestibles son Leguminosae, Arecaceae, Solanaceae y Euphorbiaceae (Tabla 4). Otras familias con alto número de especies útiles son Cactaceae y Labiatae. Al menos en el caso de las plantas medicinales, la



importancia relativa de las compuestas y las leguminosas es similar a la reportada en otras regiones del mundo (Tabla 5). Como ha sido discutido por Moerman (1991, 1996) y Moerman et al. (1999) la importancia utilitaria de estas familias parece ser un reflejo del mayor tamaño de estas familias botánicas. De acuerdo con esos autores, el análisis comparativo de las floras medicinales entre poblaciones humanas separadas unas de otras, muestra la existencia de un patrón global de conocimiento humano mediante el cual la gente ha seleccionado especies similares o pertenecientes a las misma familias. La mayor frecuencia de selección de especies de compuestas puede estar también asociada con la elevada frecuencia con que las especies de esta familia presentan compuestos químicos secundarios con efectos terapéuticos. Puede decirse que las poblaciones humanas tradicionales no sólo han percibido estos fenómenos, sino que han tomado ventaja de ellos. Esto es una expresión de la eficacia y la naturaleza sistemática del conocimiento botánico empírico desarrollado por los pueblos indígenas de México y otras regiones del mundo.

Tabla 4. Familias botánicas con mayor número de especies utilizadas por varios grupos indígenas. Fuente: Barrera et al. 1976, Caballero y Mapes 1985, Casas et al. 1994, Martínez-Alfaro et al. 1995. M= medicinal, C= comestibles, T= total de especies útiles.

	Mixtecos de la Montaña de Guerrero			Mayas de Coba, Yucatán			Tarahumara			Purhepecha			Nahuas y Totonacos		
	M	C	T	M	C	T	M	C	T	M	C	T	M	C	T
Asteraceae	42	6	44	25	0	27	34	10	48	28	7	49	36	10	47
Leguminosae	17	23	35	39	8	64	9	5	13	5	2	18	9	5	45
Solanaceae	6	9	9	12	5	13	4	5	7	10	8	18	5	3	28
Euphorbiaceae	4	2	6	17	4	26	2	5	3	3	0	6	5	2	22
Cactaceae	0	4	4	2	4	6	5	1	6	2	3	3	1	5	18
Labiatae	3	1	3	4	0	5	1	0	1	13	4	17	2	1	17
Malvaceae	5	2	5	9	2	13	1	1	2	2	1	4	1	1	17
Verbenaceae	3	1	4	9	2	10	1	0	1	4	0	4	4	4	6
Rubiaceae	1	1	2	8	1	12	3	0	3	10	1	12	3	0	14
Rosaceae	0	5	5	0	0	0	3	3	4	1	4	5	3	2	11
Rutaceae	4	7	9	6	5	7	1	1	2	3	1	4	1	1	2
Agavaceae	1	2	2	0	0	6	0	0	6	1	1	3	1	4	6



Tabla 5. Número de especies útiles de las familias etnobotánicamente más importantes de México.
Fuente: BADEPLAM.

	Medicinales	Comestibles	Total de Especies Útiles
Asteraceae	272	32	304
Leguminosae	181	118	299
Solanaceae	66	51	117
Euphorbiaceae	90	26	115
Cactaceae	44	66	110
Labiatae	87	14	101
Malvaceae	55	13	68
Verbenaceae	56	9	65
Rubiaceae	54	7	61
Rosaceae	28	31	59
Rutaceae	26	19	45
Agavaceae	12	27	39

EL MANEJO DE LOS RECURSOS VEGETALES

Comúnmente se reconocen sólo dos categorías de plantas de acuerdo con su relación con los seres humanos: plantas silvestres y plantas cultivadas o domesticadas. El estudio comparativo del manejo de los recursos vegetales por las poblaciones indígenas de México sugiere sin embargo, la existencia de complejas y variadas formas y grados de manipulación de plantas aparentemente silvestres. Se trata de formas de manejo incipiente de individuos y poblaciones, las cuales están dirigidas a aumentar la disponibilidad o mejorar la calidad de los recursos obtenidos (Caballero 1987; Bye 1993; Caballero 1994a; Casas y Caballero 1996; Casas et al. 1997a, 1997b; Caballero et al. 2000). Una práctica común es dejar en pie uno o más individuos de especies



silvestres útiles durante la apertura de terrenos a la agricultura y otras actividades productivas. Esta es una práctica que involucra a un número grande de especies, principalmente arborescentes, y permite mantener la disponibilidad de recursos importantes para la economía doméstica. Un ejemplo de lo anterior es la práctica de los Mayas yucatecos de dejar en pie los individuos de palma de guano *Sabal* spp. en potreros y milpas (Caballero 1991, 1993; Martínez et al. en prensa). Con frecuencia, los agricultores toleran varias especies de plantas silvestres en los campos de cultivo. El resultado de esto, son agroecosistemas con una alta complejidad estructural y con una amplia variedad de recursos desde el punto de vista de su manejo.

Diversos autores han documentado prácticas de promoción de los individuos de diversas especies mediante acciones dirigidas a aumentar la distribución y la dispersión de propágulos sexuales y vegetativos de las plantas involucradas (véase Casas en este mismo volumen). Este es el caso sobre todo de especies de plantas arvenses comestibles tales como *Anoda cristata* (L.) Schlecht., *Amaranthus hybridus* L., *Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn. y *C. pumila* Orteg. cuyas semillas son dispersadas intencionalmente en los terrenos de cultivo y en barbechos. En casos como los de *Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry y *Solanum mozinianum* Dun. ex Poir. los campesinos protegen estas plantas durante las labores agrícolas en tanto que el paso del arado contribuye a su propagación vegetativa (Davies y Bye 1982; Williams 1985). Aunque no están suficientemente documentadas, existen también prácticas de protección de plantas útiles las cuales involucran la remoción de competidores, la exclusión de depredadores y algunas otras formas de cuidado las cuales dan ventaja a las plantas de interés antropogénico sobre sus competidores silvestres (Caballero et al. 2000; Casas en este mismo volumen).

Las acciones orientadas al aumento de la disponibilidad de algunos recursos vegetales "silvestres" pueden alcanzar altos niveles de complejidad. Estas acciones constituyen complejas estrategias que incluyen diversas formas de manejo, tales como la tolerancia, la protección y el fomento de individuos, así como la manipulación de la estructura de las poblaciones involucradas.



La combinación de estas formas de manejo en una misma población puede ocurrir simultánea o secuencialmente. Un ejemplo de esto es el manejo de la palma de guano (*Sabal mexicana* Mart. y *S. yapa* Wright ex Becc.) en los huertos familiares del área Maya de Yucatán. Esta palma ha sido un recurso vegetal de gran importancia para la cultura Maya yucateca desde hace más de 3,000 años (Caballero 1994b). En el presente, los usos más importantes de este recurso vegetal son el techado de viviendas y palapas con las hojas maduras de *S. yapa* y *S. mexicana* y la elaboración de artesanías con las hojas inmaduras de *S. mexicana*.

Como ha sido descrito por Caballero (1991, 1992, 1993, 1994b), *Sabal* es un elemento de gran importancia en los huertos familiares de ciertas zonas del área Maya donde este recurso ha desaparecido casi completamente en el medio natural como resultado de la deforestación y los cambios en el uso del suelo. Generalmente estas palmas eran parte de la vegetación original y fueron dejadas en pie cuando se establecieron los huertos. Una práctica común en los huertos es la protección de plántulas e individuos infantiles de la predación por guajolotes y otros animales domésticos. Algunas veces los campesinos dispersan o siembran algunas semillas en los huertos. Es frecuente observar que también los campesinos eliminan plantas arvenses e inclusive individuos de otras especies de árboles útiles para prevenir la competencia entre especies y asegurar el crecimiento de las palmas. Dado que estas palmas son especies de lento crecimiento, en el largo plazo, estas prácticas de manejo modifican la estructura de las poblaciones de palmas a favor de los agricultores (Tabla 6).

La comparación de la estructura de tamaños de poblaciones de *Sabal yapa* bajo diferentes formas de manejo, muestra que los individuos juveniles y los adultos de menor tamaño son significativamente más abundantes ($\chi^2 = 92.01$, $P < 0.0001$) en los huertos que en otro tipo de poblaciones (Martínez et al. en prensa). Como ha sido descrito por Martínez et al. (en prensa), los individuos adultos independientemente de su altura, producen más hojas por individuo, pero su cosecha resulta difícil y peligrosa, por lo tanto, los campesinos prefieren cosechar las hojas de los individuos juveniles y de los adultos de menor talla.



Esto, junto con la falta de otras fuentes para la obtención del recurso, puede ser la razón para el desarrollo de prácticas de manejo que aumenten la proporción de individuos juveniles. Ya que en una parte importante del área Maya yucateca los huertos familiares son prácticamente los únicos lugares donde se pueden obtener las hojas de *Sabal*, la manipulación de la estructura de tamaños de las poblaciones disponibles parece ser una acción consciente dirigida a maximizar la disponibilidad del recurso en áreas pequeñas.

Tabla 6. Densidad total y densidad de individuos cosechables (juveniles y adultos de la categoría A1 y A2) en poblaciones de palma de guano bajo diferentes formas de manejo. Fuente: Martínez et al. (en prensa).

	Total de Individuos/ ha	Individuos Juveniles/ ha	Total de Individuos Cosechables/ ha
Huerto 1	2446	167	177
Huerto 2	2720	305	313
Potrero	2409	87	124
Milpa	834	17	20

El manejo de las poblaciones de plantas útiles puede estar dirigido no sólo al aumento de la disponibilidad del recurso vegetal, sino también al mejoramiento de los productos obtenidos. Ciertamente, el manejo de plantas "silvestres" a menudo involucra formas de selección de fenotipos deseados, las cuales pueden constituir verdaderos procesos de domesticación incipiente. Estudios recientes (Casas en este mismo volumen; Casas et al. 1996, 1997a, 1997b, 1999), han documentado cómo la tolerancia selectiva de especies perennes en campos de cultivo y pastoreo, así como en terrenos en descanso, es una forma de domesticación *in situ* de plantas. En estos casos, el cultivo de las plantas no es una vía necesaria para la selección de los genotipos deseados, sino que la selección antropogénica se realiza en el hábitat original de las plantas mediante el manejo de sus poblaciones.



En el caso del «guaje colorado» (*Leucaena esculenta* (Moc. & Sessé ex A. DC.) Benth. subesp. *esculenta*), Casas y Caballero (1996) observaron que los Mixtecos de la región de la Montaña de Guerrero, cosechan las semillas comestibles tanto de los árboles silvestres, como de aquellos árboles que son dejados en pie cuando se abre un terreno para la agricultura o el pastoreo. Como fue reportado por esos autores, la tolerancia de individuos no es indiscriminada, sino que sólo aquellos árboles que se consideran mejores son dejados en el terreno, mientras que los demás son eliminados. Al comparar la morfología de las vainas y las semillas de muestras de individuos de acuerdo a su forma de manejo, dichos autores encontraron que las poblaciones de árboles tolerados y cultivados producían vainas y semillas significativamente más grandes que las poblaciones silvestres. Una situación similar ocurre en el caso del xoconostle (*Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) Riccobono), una cactácea columnar de las zonas áridas del centro de México, cuyas poblaciones toleradas tienen frutos significativamente más grandes y con más pulpa comestible que las poblaciones silvestres (Casas et al. 1998, 1999). Aunque no han sido suficientemente documentadas, estas prácticas de tolerancia selectiva en plantas perennes al parecer existen también en numerosas especies de plantas perennes en Mesoamérica tales como el maguey (*Agave* spp), el capulín (*Prunus* spp.), el tejocote (*Crataegus pubescens* Steud.), el mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn.), el chico zapote (*Manilkara achras* (Mill.) Fosberg) el «guamuchil» (*Pithecellobium dulce* Benth), el «nance» (*Byrsonima crassifolia* H. B. & K.) y el «ciruelo» (*Spondias mombin* L. y *S. purpurea* L.).

Estudios recientes han mostrado que en casos de plantas perennes como el del «guaje colorado» (*Leucaena esculenta* subesp. *esculenta*), la variación morfológica resultante de la tolerancia selectiva pueden tener ya una base genética (Zárate 1999). En otros casos la manipulación de las poblaciones de plantas útiles no induce la diferenciación genética, sino que sólo toma ventaja de la plasticidad genética de la especie involucrada. En un estudio de genética evolutiva del proceso de domesticación incipiente en *Anoda cristata*, una maleza muy común ampliamente utilizada como alimento en el centro de México, Rendón (2000) comparó poblaciones bajo dos niveles distintos de manejo. En un



caso eran poblaciones ruderales y en otras poblaciones agrestes fomentadas en campos de cultivo. Al comparar sus historias de vida y su desarrollo vegetativo, se encontró que la mayor robustez y otras características fenotípicas de las plantas fomentadas se deben más a las condiciones ecológicas favorables encontradas en el agrohábitat, que a una selección consciente de individuos con características morfológicas específicas. Como ha sido sugerido por Rendón (2000), la selección de plantas a nivel de hábitat observada en el caso de *Anoda cristata* puede ser un paso previo a un proceso de domesticación que en el largo plazo induzca diferencias morfológicas y genéticas. Puede tratarse también de una estrategia consciente de manejo del recurso, la cual no pretende domesticar la planta, sino que simplemente toma ventaja su plasticidad fenotípica para aumentar la disponibilidad del recurso, al tiempo que mejora su calidad.

Las acciones dirigidas tanto al aumento de la disponibilidad de los recursos vegetales, como al mejoramiento de los productos obtenidos, pueden también ocurrir en forma indirecta como parte de complejos sistemas agrosilvopastoriles, los cuales toman ventaja de los procesos de regeneración ecológica. Un ejemplo de esto es el aprovechamiento de los diferentes recursos vegetales existentes en el mosaico ecológico resultante de la agricultura itinerante. Al moverse a un nuevo sitio y permitir la regeneración de la vegetación después de algunos años de cultivo, los agricultores no sólo permiten la recuperación de la fertilidad del suelo para un nuevo ciclo de uso agrícola, sino que también generan una nueva fuente de recursos "silvestres". Diversos autores han señalado la gran importancia que tiene la vegetación secundaria en zonas tropicales para las poblaciones locales, principalmente como fuente de medicinas y otros recursos para la subsistencia (Posey 1984; Corneford 1996; Frei et al. 2000).

Las implicaciones etnobotánicas de la agricultura de roza no han sido suficientemente documentadas en México, sin embargo, la evidencia disponible sugiere que la vegetación secundaria es para los grupos indígenas una fuente de recursos tanto o más importante que la vegetación primaria (Caballero et al. 2000,). Esto ocurre tanto en las zonas cálidas húmedas de las tierras bajas como en las zonas templadas de las tierras altas. Como



puede verse en la Tabla 7, más de la mitad de las especies de plantas medicinales se encuentran en la vegetación secundaria tanto en zonas cálido húmedas como en las templadas. También es significativa la proporción de recursos para la alimentación y otras necesidades que son obtenidos de la vegetación secundaria. Como ha sido sugerido por Gómez-Pompa et al. (1964) en el caso de la selva tropical perennifolia, las especies de la vegetación secundaria raramente prosperan a lo largo de diferentes etapas sucesionales. Esto sugiere que a lo largo del proceso de regeneración las comunidades vegetales pueden constituir fuentes de diferentes recursos. De este modo, el reconocimiento de las diferencias en los recursos vegetales disponibles entre las diferentes comunidades secundarias parece ser un criterio que toman en cuenta los agricultores indígenas cuando toman decisiones tales como, qué sitio desmontar para agricultura, cuándo abandonarlo, o cuánto tiempo debe dejarse un sitio en descanso. Lo anterior sugiere que el paisaje en forma de un complejo mosaico que caracteriza a los territorios indígenas, es el resultado de una estrategia de uso del suelo y manejo de los recursos vegetales, el cual toma ventaja del proceso de regeneración ecológica a fin de maximizar la cantidad y la diversidad de recursos vegetales disponibles.

Tabla 7. Recursos vegetales «silvestres» disponibles en la vegetación primaria y en la vegetación secundaria en dos zonas ecológicamente contrastantes. Fuente: Gómez Pompa et al. (1964), Caballero y Mapes (1985) y BADEPLAM.

Uso	Pátzcuaro				Papaloapan			
	Primaria		Secundaria		Primaria		Secundaria	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Medicinal	53	39.8	80	60.2	36	23.5	117	76.5
Comestible	33	57.9	24	42.1	28	28.9	69	71.1
Construcción	4	66.6	2	33.4	14	35	26	65
Materia prima para artesanías	9	75.0	3	25.0	3	27.3	8	72.7
Leña	14	87.5	2	12.5	6	19.3	25	80.7



CONCLUSIONES

La evidencia etnobotánica disponible sugiere que la evolución de las civilizaciones mesoamericanas se basó en una estrategia diversificada de subsistencia, la cual involucró la acumulación de conocimiento, tecnologías y recursos vegetales. Esta estrategia, aunque modificada por la introducción de especies vegetales y tecnologías a partir de la conquista española, subsiste hasta el presente en muchas de las regiones indígenas de México. Esta estrategia incluye la explotación de recursos vegetales en diferentes niveles de manipulación en un complejo arreglo espacial y temporal. Históricamente dicha estrategia es el resultado del equilibrio entre las capacidades tecnológicas desarrolladas por las poblaciones humanas locales y las limitaciones que impone el medio ambiente.

Al análisis comparativo de las formas de conocimiento, clasificación y manejo de las plantas tiene una gran relevancia teórica en Etnobiología. Es indudable que la interacción entre los seres humanos y su entorno biológico adopta formas específicas en cada lugar y tiempo determinados, como resultado de la compleja interacción de factores biológicos, ambientales, sociales y culturales. No obstante lo anterior, el análisis comparativo de la etnobotánica mesoamericana muestra tendencias generales en las formas de percepción, clasificación, uso y manejo de los recursos vegetales por las sociedades tradicionales. El análisis detallado de estos patrones podría contribuir en forma muy significativa al entendimiento de los principios que regulan la relación entre los seres humanos y su entorno ecológico.



BIBLIOGRAFÍA

- Argueta, A.** 1988. Etnozoología purhé. historia, utilización y nomenclatura Purhepecha de los animales. Tesis de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., México.
- Barrera, A., A. Barrera-Vázquez y R. M. López-Franco.** 1976. Nomenclatura etnobotánica Maya. Instituto Nacional de Antropología e Historia - Secretaría de Educación Pública, México, D.F., México.
- Berlin, B.** 1992. Ethnobiological classification. Principles of categorization of plants and animals in traditional societies. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, Estados Unidos de América.
- , **D. E. Breedlove y P.H. Raven.** 1973. General principles of classification and nomenclature in folk biology. *American Anthropologist* 75: 214-242.
- , ----- **y** ----- . 1974. Principles of Tzeltal plant classification. Academic Press, New York, Estados Unidos de América.
- Bye, R. A.** 1993. The role of humans in the diversification of plants in Mexico. Páginas 707-731, en T.P. Ramamoorth, R. Bye, A. Lot & J. Fa, eds., Biological diversity in Mexico. Oxford University Press, New York, Estados Unidos de América.
- **y E. Linares.** 2000. Relationships between mexican ethnobotanical diversity and indigenous peoples. Páginas 44-73 en P. E. Minnis y W. J. Elisens, eds., Biodiversity and Native America. University of Oklahoma Press, Norman, Estados Unidos de América .
- Caballero, J. y C. Mapes.** 1985. Gathering and Subsistence Patterns among the Purhepecha of Patzcuaro, México. *Journal of Ethnobiology* 5: 31-34.
- . 1987. Etnobotánica y Desarrollo: La Búsqueda de Nuevos Recursos Vegetales. Páginas 70-96, en V.M. Toledo, ed., Hacia una Etnobotánica Latinoamericana. Asociación Latinoamericana de Botánica, Bogotá, Colombia.
- . 1991. Use and Management of *Sabal* palms among the Maya of Yucatan: A case of Technological Innovation Based on the Folk Biological Knowledge. Páginas. 13-23, en R.E Rhoades, V.N. Sandoval, y C.P. Bagalanon, eds., Best Paper Awards 1990. International Potato Center and User's Perspective with Agricultural Research and Development (UPWARD) Manila, Filipinas.
- . 1992. The Maya homegardens of the Yucatan Peninsula: Past, present and future. *Etnoecológica* 1: 35-54.



- . 1993. El caso del uso y manejo de la palma de guano (*Sabal* spp.) entre los Mayas de Yucatán. Páginas: 203-248, en E. Leff y J. Carabias, eds., *Cultura y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales*. CII-Universidad Nacional Autónoma de México y Grupo Editorial Miguel Angel Porrúa, México, D.F., México.
- . 1994a. La dimension culturelle de la diversite vegetale au Mexique. *Journal. d' Agriculture Traditionnelle. et de Botanique. Appliquee.*, nouvelle série, Vol. XXXVI: 1-12.
- . 1994b. Use and management of *Sabal* palms among the Maya of Yucatan. Tesis de Doctorado. University of California, Berkeley, Estados Unidos de América.
- . **A. Casas, L. Cortés y C. Mapes**. 2000. Patrones en el conocimiento, uso y manejo de plantas en pueblos de México. *Estudios Atacameños* 16: 1-15.
- Casas, A., J. L. Viveros y J. Caballero**. 1994. Etnobotánica Mixteca: sociedad, cultura y recursos naturales en la Montaña de Guerrero. Consejo Nacional de la Cultura y las Artes e Instituto Nacional Indigenista, México, D.F., México
- . **y J. Caballero**. 1996. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Moc. et Sessé ex A.DC.) Benth. (Leguminosae: Mimosoidae) in the Mixtec Region of Guerrero, México. *Economic Botany* 50: 167-181.
- ., **C. Vazquez, J. L. Viveros y J. Caballero**. 1996. Plant management among the Nahuatl and the Mixtec in the Balsas River basin, Mexico: an ethnobotanical approach to the study of domestication. *Human Ecology* 24: 455-478.
- ., **B. Pickersgill, J. Caballero, y A. Valiente-Banuet**. 1997a. Ethnobotany and domestication of the "xoconochtli" *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley and la Mixteca Baja, México. *Economic Botany* 51: 279-292
- ., **J. Caballero, C. Mapes y S. Zárate**. 1997b. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 61: 31-47
- ., **A. Valiente-Banuet y J. Caballero**. 1998. La domesticación de *Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) Riccobono (Cactaceae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 62: 129-140
- ., **J. Caballero, A. Valiente-Banuet, J. A. Soriano y P. Davila**. 1999. Morphological variation and the process of domestication of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in central Mexico. *American Journal of Botany* 86: 522-533.



- Comerford, S. C.** 1996. Medicinal plants of two mayan healers from San Andrés, Petén, Guatemala. *Economic Botany* 50: 327-336.
- Davies, T. y R. A. Bye.** 1982. Ethnobotany and progresive domestication of *Jaltomata* (Solanaceae) in México and Central América. *Economic Botany* 36: 225-241.
- Flores, S.** 1983. Nombres usados por los Mayas para designar a la vegetación. Cuadernos de divulgación 10. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, México.
- Frei, B., O. Sticher y M. Heinrich.** 2000. Zapotec and Mixe use of tropical habitats for securing medicinal plants in México. *Economic Botany* 54: 73-81.
- Gómez-Pompa, A., L. Hernández y M. Souza.** 1964. Estudio fitoecológico de la cuenca intermedia del río Papaloapan. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Publicación Especial No. 3. México, D.F., México.
- Hunn, E.** 1977. Tzeltal Folk Zoology: The classification of discontinuities in nature. Academic Press, New York, Estados Unidos de América.
- Levy-Strauss, C.** 1972. El pensamiento salvaje. Fondo de Cultura Económica, México, D.F., México.
- Mapes C., G. Guzmán y J. Caballero.** 1981. Etnomicología Purhepecha: El conocimiento y uso de los hongos en la Cuenca de Pátzcuaro. Dirección General de Culturas Populares, Secretaría de Educación Pública, Serie Etnociencia No. 2., México, D.F., México.
- ., -----y----- . 1982. Elements of Tarascan mycological classification. *Journal of Ethnobiology* 1: 231-237.
- Martin, G.** 1993. Ecological classification among the Chinantec and Mixe of Oaxaca, México. *Etnoecológica* 1: 17-33.
- Martínez-Alfaro, M. A., V. Evangelista, M. Mendoza, G. M. García, G. Toledo y A. Wong.** 1995. Catálogo de plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla, México, Cuadernos 27. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México.
- Martínez-Balleste, A., J. Caballero, V. Gama, S. Flores y C. Martorell.** (en prensa). Sustainability of the traditional managment of xa'an palms (*Sabal* spp., Arecaceae) by the lowland Maya of Yucatan, México. Proceedings of the VII International Congress of Ethnobiology, University of Georgia, Estados Unidos de América.
- Moerman, R. W.** 1991. The medicinal flora of native North America. *Journal of Ethnopharmacology* 31: 1-42



- . 1996. An analysis of the food plants and drug plants of native North America. *Journal of Ethnopharmacology* 52: 1-22.
- . **R. W. Pemberton, D. Kiefer y B. Berlin.** 1999. A comparative analysis of five medicinal floras. *Journal of Ethnobiology* 19: 49-67.
- Pennington, C.** 1963. *The Tarahumar of Mexico. The environment and material culture.* The University of Utah Press, Salt Lake City, Estados Unidos de América.
- Posey, D. A.** 1984. Hierarchy and utility in a folk botanical taxonomic system: Patterns in the classification of arthropods by the Kayapó Indians of Brazil. *Journal of Ethnobiology* 4: 123-134.
- Rendón, B.** 2000. Diferenciación genética e interacción genotipo-ambiente en *Anoda cristata*: su importancia en el contexto de la domesticación incipiente. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., México.
- Toledo, V. M., J. Caballero, C. Mapes, N. Barrera, A. Argueta y M. A. Núñez.** 1980. Los Purhepechas de la cuenca del Lago de Pátzcuaro: Una aproximación ecológica. *América Indígena* 40: 17-55.
- Williams, D.** 1985. Tres arvenses solanáceas comestibles y su proceso de domesticación en el estado de Tlaxcala, México. Tesis de Maestría, Colegio de Posgraduados, Chapingo, México.
- Williams, D. E.** 1990. A review of sources for the study of Nahuatl plant classification. *Advances in Economic Botany* 8: 249-270.
- Zárate, S.** 1999. Estudios sistemáticos del proceso de domesticación del género *Leucaena* Benth en México. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., México.

AGROECOSISTEMAS DE LA SIERRA NORTE DE PUEBLA: SU DELIMITACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL

Miguel Angel Martínez Alfaro.

*Jardín Botánico del Instituto de Biología,
Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado postal 70-614,
Delegación Coyoacán, México D. F. 04510, México;
malfaro@ib.unam.mx*

Resumen

Los sistemas agrícolas o agroecosistemas comprenden una línea de investigación dentro de la Etnobotánica muy importante para México, pues permite describir y analizar los diferentes aspectos biológicos y culturales que subyacen en la relación entre los cultivos y los grupos humanos. En nuestro caso, los estudios sobre los calendarios agrícolas, la agroecología y el manejo nos dan las bases para entender cómo se organizan en el tiempo y en el espacio las diferentes actividades agrícolas. En el trabajo se comenta cómo se pueden tipificar estos sistemas utilizando como ejemplo la experiencia desarrollada en la Sierra Norte de Puebla, región donde se ha realizado investigación desde hace 31 años; el análisis se centra al cultivo del maíz y se describen brevemente los estudios ecológicos que demanda este enfoque.

Abstract

The research on agricultural systems or agroecosystems is a very important subject in the mexican ethnobotany, because It allows the description and analysis of the different biological and cultural aspects underlying the relationship between crops and human groups. In our case, research on agriculture calendars, agroecology and management gives the basic background to understand the organisation throughout time and space of the agricultural activities. In this paper, we suggest how a agriculture systems typication can be made using the experience developed through thirty one years of researches in La Sierra Norte de Puebla; the analysis is made with the corn and ecological studies that demand this approach are describe.



Palabras clave: Sistemas agrícolas, agroecosistemas, la Sierra Norte de Puebla, Etnobotánica, milpa, maíz, calendarios agrícolas.

Key words: *Agriculture systems, agroecosystems, la Sierra Norte de Puebla, Ethnobotany, milpa, corn, agriculture calendars.*

Dentro de las investigaciones etnobotánicas hay un campo de estudio en el que vale la pena invertir más en México: el de la etnobotánica de los sistemas agrícolas. La especialidad investiga la variación de las plantas cultivadas, el origen de la agricultura, los procesos de evolución bajo domesticación, los recursos fitogenéticos, la historia de la agricultura, así como sus tendencias actuales y futuras y su impacto sobre el ecosistema natural. Desde la perspectiva del etnobotánico, los temas tienen una dimensión especial, ya que México es uno de los ocho centros mundiales de origen de plantas cultivadas y de la agricultura.

El estudio de los sistemas agrícolas es muy amplio ya sea que éstos se reduzcan a un cultivo hasta un pluricultivo. La finalidad es buscar eficiencia biológica y económica de los cultivos, es decir, que se adapten al desarrollo de las ciudades. La relación campo-ciudad es vital para entender los cambios del sector campesino. Por ello, disciplinas como la ecología agrícola, la sociología rural o la antropología social se orientan al análisis de esta relación. Así es como la Etnobotánica orientada a la investigación de los agroecosistemas cobra importancia en sus vertientes teórica y aplicada.

En general, la agricultura se aborda desde tres grandes perspectivas: biológica, económica y social, lo cual lleva a un enfoque multidisciplinario, perspectiva que comparte con la Etnobotánica, estudiando las relaciones del ser humano con las plantas sin considerar límites en las variables de tiempo y espacio.



Se considera que las sociedades donde prevalece la agricultura tradicional se localizan en países con diferentes niveles económicos y sociales. Según el geógrafo inglés Dasman (1976), las sociedades tradicionales son aquellas que dependen directamente de los ecosistemas donde viven. Sus necesidades biológicas y culturales las cubren del entorno ambiental donde se ubican. Por el contrario, muchas sociedades civilizadas establecen una relación mínima con su entorno ambiental. Dasman advierte que no influye el nivel económico, ni el tecnológico, pues se puede vivir en un país de Primer Mundo y depender del ecosistema (s).

Los agroecosistemas de la Sierra Norte de Puebla son muy variados en cuanto a espacio y tiempo, pero por las ideas generales ya presentadas, se les puede considerar como tradicionales o modernos si se analizan desde la perspectiva ecológica, sociológica y económica.

A partir de los estudios generales sobre sistemas agrícolas en la Sierra Norte de Puebla, se puede establecer lo siguiente: la zona, al ser montañosa, ofrece una amplia heterogeneidad en la composición florística de los agroecosistemas. Por ejemplo, no todos los cafetales o milpas ofrecen la misma composición florística. Es decir, no hay un uso similar del espacio por todos los campesinos serranos, pues éste se relaciona estrechamente con las condiciones ecológicas locales, la estructura económica del pueblo y la parcela estudiada. Con base en lo anterior, este trabajo tiene los siguientes objetivos: 1) Contar con los parámetros sugeridos por los agricultores y las ciencias biológicas sobre ecogeografía de cultivos locales que ayuden a delimitar los agroecosistemas maiceros en la Sierra Norte de Puebla; 2) Reconocer las características geográficas, climáticas y socioeconómicas que limitan al cultivo del maíz en su adaptación, desarrollo y producción dentro de una zona muy heterogénea, y 3) Conocer los estilos de cómo percibe el campesino a sus cultivos, principalmente al maíz, en términos económicos, tecnológicos y culturales.

LA ETNOBOTÁNICA AGRÍCOLA

Numerosos trabajos etnobotánicos están relacionados con la actividad agrícola y los grupos campesinos, por lo que es fácil orientar las investigaciones hacia la agricultura.

Actualmente la Etnobotánica cobra importancia debido a que la agricultura pasa por una etapa de reducción en tiempo y espacio, por lo cual se están perdiendo materiales genéticos y conocimientos acerca del cultivo de muchas especies.

El área de influencia de la etnobotánica se centra en tres temas: 1) la domesticación y origen de las plantas cultivadas, 2) la evolución y variación de los sistemas agrícolas y 3) el origen de la agricultura. También interesan los sistemas de clasificación de los cultivos, de los agroecosistemas, las herramientas utilizadas, los tipos de suelos y los paisajes agrícolas, aunque de éstos últimos hay pocos trabajos.

Las primeras investigaciones en la Sierra Norte de Puebla sobre los sistemas agrícolas revelan que la descripción espacial y temporal es muy preliminar, por lo que se requieren otros estudios que vayan más allá de los calendarios agrícolas. Los estudios realizados permiten tener un conocimiento superficial y general de la agricultura en el ámbito geográfico, pero falta precisar el límite geográfico y altitudinal óptimo para cada cultivo. Los parámetros citados influyen en el rendimiento de un cultivo, viéndose éste como la síntesis de varios elementos: nivel tecnológico, variedades sembradas, tipo de clima y de suelo, tipos económicos o étnicos del campesinado, lo que da diferencias en la percepción de la agricultura o de un cultivo al investigar poblaciones indígenas o mestizas. Los aspectos culturales son centrales para entender esos conocimientos y cómo aplicarlos en proyectos agronómicos, botánicos, económicos o antropológicos.

La etnobotánica agrícola se define como el estudio de las percepciones biológicas y socioeconómicas que tienen los campesinos sobre sus espacios dedicados a la agricultura, su visión social y económica de cómo se manejan las relaciones entre las sociedades rurales y otros sectores dentro de la sociedad donde



están insertados los campesinos. Pero lo más importante es conocer las formas de manejo, conservación, clasificación, que los campesinos tienen sobre las plantas que utilizan en sus actividades agrícolas, hortícolas, forestales y pecuarias.

El trabajo se centra en el cultivo del maíz en tres zonas piloto para su estudio agroecológico, delimitando los agrohábitats milperos bajo condiciones agroecológicas diferentes, clasificadas de acuerdo al tipo de clima, altitud y tipo de vegetación original de la cual deriva el agroecosistema investigado. El suelo es otro factor importante del cual se tienen pocos trabajos.

El objetivo final es conocer cómo un cultivo puede simular lo más cercanamente posible a la estructura biológica del ecosistema natural y cómo esta actividad se pueda adecuar a la realidad económica y social del grupo humano donde realizamos nuestras investigaciones.

ANTECEDENTES

Desde la perspectiva etnobotánica no hay antecedentes si se toma como elemento central de análisis a la agronomía y a la teoría de sistemas, Los estudios de Vinton (1978), sobre agricultura polinésica en Samoa; Boster (1984, 1985), que estudia la percepción y clasificación local de *Manihot* en la zona amazónica peruana; Yen (1993) en sistemas arborícolas de las Islas Santa Cruz en Polinesia y los estudios de Salick (1989) y Salick y Lundberg (1990) en la amazonía peruana. Estamos pues ante una propuesta novedosa. En el estudio de la agricultura tradicional en la Sierra Norte de Puebla, se tienen trabajos preliminares y son descriptivos con orientación más cualitativa hasta el trabajo de Evangelista (1999), que incursiona a enfoques más cuantitativos. En general, no había un tema concreto y se buscaban estudios iniciales que giraran en torno a la calendarización de las prácticas agrícolas. Se sugirió como elemento conceptual a la teoría de sistemas la cual es común a los agrónomos, geógrafos y economistas agrícolas, pues estos profesionistas empezaron a utilizar dicho enfoque.

Es lo común para quienes desean trabajar problemas como los sistemas de producción agrícola, desarrollo rural o extensionismo agrícola, tratar de establecer la definición y la delimitación teórica y metodológica dentro del análisis sistémico. Sin embargo, es un trabajo intelectual complejo. Pero su aporte teórico y metodológico está a la vista en la literatura sobre agroecosistemas a nivel mundial.

Los estudios de Wilken (1977, 1987) en Tlaxcala y Guatemala son pioneros en lo que ahora se pretende investigar. Los trabajos dan cuenta del papel que juega el clima en los calendarios de prácticas agrícolas, de la estacionalidad de cultivos y la distribución de cultivos como de las poblaciones campesinas. A mediados de los años setenta empiezan a trabajar geógrafos y agrónomos sobre el papel del ecosistema natural y su transformación en agroecosistemas, pues se ve a la agricultura como el principal proceso de modificación antropogénica del ambiente. También se ve a la agricultura como un área de estudio donde confluyen diferentes profesionistas y entonces se demanda un enfoque multidisciplinario.

Los primeros trabajos con este enfoque fueron los de Kostrowicki (1974), Spedding (1975), Papendick, Sánchez y Triplett (1976), Manshard (1974) y Ruthenberg (1980). A mediados de los años setenta aparece la revista *Agroecosystems* donde ya se analizan los ecosistemas agrícolas desde una perspectiva global y con énfasis en un análisis ecológico sobre ambientes transformados. Con el avance en los trabajos de campo, se adentró en la descripción y delimitación de los agroecosistemas. Se entendió la función y estructura de los mismos, lo cual llevó en un momento al modelaje de ellos y a entender el desarrollo y sucesión de cultivos, plantas y animales que están en un espacio agrícola. El abordaje ecológico de la agricultura permite el desarrollo de la agroecología, o para otros, la ecología agrícola. En esta especialidad es donde más se insiste en modelos simulados, saneamiento ambiental y se toma a la agricultura como base de estos estudios por su heterogeneidad, lo azaroso del clima sobre esta actividad, la variada organización y evolución socioeconómica del campesinado, los variados procesos de erosión y/o fertilidad en los suelos agrícolas.



Al mismo tiempo, la ecología agrícola toma al medio geográfico como base para estudiar la dinámica del ciclo de vida de un mono o pluricultivo, de sus características agroclimatológicas y adaptación a varios tipos de suelo. Los trabajos de Francis (1986), Sutherland (1995), Norman, Pearson y Searle (1997) y Nakasone y Paull (1998), dan la pauta del nuevo perfil que demanda el estudio geográfico y ecológico de la agricultura. Además, permiten encuadrar los principales problemas que enfrenta un cultivo para su total desarrollo.

En el caso mexicano, el estudio de los sistemas agrícolas se inicia en las décadas de los años setenta y ochenta por Márquez (1976), Dutch et al. (1981), Muench (1985) y Turrent (1985). La idea es crear un programa de investigación acerca de los sistemas de producción agrícola dentro de las actividades de la Subdirección de Centros Regionales de la Universidad Autónoma de Chapingo. Tal programa ha sido inconstante y aislado. Finalmente, en el Colegio de Posgraduados de Montecillos, Estado de México, se formó un grupo o red de investigación en sistemas agrícolas (1991) y los primeros resultados se registraron en las memorias del Primer Simposio Nacional sobre el tema (Navarro, Colin y Milleville 1993).

En general, la teoría de sistemas es la más apropiada para describir y descubrir los diferentes niveles de estudio de los agroecosistemas. Lo confuso de las variables involucradas en un paisaje agrícola permiten su jerarquización y ordenamiento, y de paso, reunir unidades parecidas para tipificarlas. Se toman las partes para entender la totalidad del proceso agrícola.

Los antecedentes ecológicos son muy variados, pero por el interés de pasar de la descripción a la interpretación de la agricultura, se debe atender con detalle al estudio de la estructura (organización) y a la función (vigor) de la milpa, conocer su evolución por lo menos a un nivel macro y superficial, a través de los servicios y productos que se obtienen del agroecosistema y que no se cuantifican por no ir hacia el mercado (Costanza 1980).

También se debe ver el impacto de la invasión de especies que modifican la producción del cultivo y su historial por lo menos en

los últimos cincuenta años. Son valiosos los trabajos de Elton (1958), DeAngelis (1975), Gilpin (1975), y Cousens y Mortimer (1995).

Con la invasión de especies o alteraciones naturales y humanas de la estructura milpera hay cambios en los procesos de flujo energético, se modifica la sucesión natural o antropogénica del agroecosistema y hay problemas de saneamiento ambiental (el que permite un buen desarrollo de un ecosistema y predecir limitantes ambientales sobre la producción). Estudios como los de Ulanowicz (1980,1997), Naeem (1994) y Christensen (1995), permiten adentrarnos en este campo, el cual demanda una fina delimitación geográfica y ecológica. En el caso de la agricultura serrana no se ha puesto atención a cómo se comporta la contaminación y sus efectos en la milpa, conviene asomarse de una manera inicial e indirecta a este campo por su gran importancia en la agricultura moderna. Además la contaminación influye en forma directa sobre la producción y adquiere características especiales según el clima y condiciones geográficas en las que se presenta su impacto como lo indican los estudios de Woodwell (1970) y Walker (1995).

PLANTEAMIENTOS TEÓRICOS

El marco teórico de la etnobotánica se encuadra en los siguientes aspectos:

- 1) En los sistemas de conocimientos que tienen los campesinos del mundo sobre la percepción de la naturaleza y en este caso de la agricultura tradicional.
- 2) En los conceptos ecológicos de delimitación ecosistémica, sucesión de las comunidades vegetales, manejo y conservación de la diversidad y modelos de simulación de ecosistemas.
- 3) La teoría de sistemas, pues la agricultura tiene varios sistemas y subsistemas de análisis, lo cual ocurre en el estudio de problemas complejos.



Por ello se necesita valorar el conocimiento que sobre escala temporal y espacial tienen los campesinos y cómo miden la dinámica y estructura del agroecosistema. Las propuestas de investigación deben ser pistas para su enriquecimiento por el saber campesino, cotejar sus puntos de vista con nuestra visión del problema a investigar. Los expertos en este campo saben que el conocimiento cultural y un cambio en la investigación actual es urgente. Los estudios desde la perspectiva del campesino cambian las premisas de los investigadores en lo referente a los paradigmas y a la «objetividad» de la ciencia occidental (Holt y Schoorl 1993). La combinación de ciencias o saberes es lo que busca la etnobotánica moderna. Es en la agricultura donde se tienen avances importantes.

En un momento donde las propiedades de un sistema son la productividad, estabilidad, sustentabilidad o equidad que dan sentido a la investigación agrícola moderna, en varios países no se tiene lo elemental de cómo se encuentra y en qué condiciones ecológicas, económicas o geográficas se desarrolla la actividad agrícola. De esto depende entender las propiedades citadas y reforzarlas con otras para una buena organización y entendimiento de estos sistemas abiertos. Se intenta salir del enfoque reduccionista que tiene la agronomía, principalmente de los países industrializados que esperan ser imitados por países en Vías de Desarrollo. La delimitación nos puede ayudar a entender cómo otras actividades económicas inciden sobre el mismo recurso, en nuestro caso la ganadería, la minería, el comercio, la silvicultura, etc.

Hasta el momento, la herencia agrícola de Occidente se basa en la continua expansión del espacio dedicado a esta actividad, pues se piensa que a mayor espacio mayor producción.

Las variables tan complejas que presenta el estudio de un agroecosistema se centrarán en las aportaciones mencionadas en los antecedentes. En la siguiente fase se debe acentuar el estudio del flujo energético vía cadenas tróficas, analizando su impacto económico y manejo del hábitat milpero. Para el manejo se tienen trabajos de ecología conservacionista que en su fase descriptiva atiende a la estructura y función del agroecosistema

y se sugieren parcelas experimentales donde hacer seguimiento de los procesos de sucesión y perturbación. En un primer nivel se reconocen los agentes que favorecen o impiden las acciones mencionadas.

También se identifican los estados de perturbación (hemerobiosis) y el estado sucesional pues ayuda a proponer o pensar en las vías ecológicas para restaurar un ecosistema. Las condiciones de perturbación y sucesionales son el primer paso para reconocer varios manejos agrícolas de un hábitat, en este caso el milpero. Aquí se puede estudiar la competencia entre el cultivo y el pastoreo, o por invasiones o con otras plantas cultivadas, predación, la fertilidad del maíz y de algunas plantas o animales, así como el estudio de los ciclos de vida, mecanismos de dispersión de plantas y animales, parches y mosaicos de especies a través de colonización, recolonización que afectan la estructura inicial del agrohábitat.

El impacto económico y sus consecuencias sobre la milpa se pueden abordar en un principio bajo las propuestas de la economía ecológica, en un análisis de cuánto vale un recurso y en el costo-beneficio que conlleva la actividad milpera y los recursos que la conforman (tanto humanos como naturales).

Dentro de un contexto ecogeográfico se debe basar la teoría en el campo de la adaptación física (geográfica) y biológica (mayor biomasa y alta producción) del maíz, con base en trabajos de fenología, principales especies faunísticas y de plantas (por lo menos las cinco más abundantes), la presencia y estacionalidad de plagas y enfermedades, migraciones de plantas y animales, y los mecanismos de dispersión involucrados en tales migraciones. Junto con este trabajo o sustituyéndolo, se puede ver la expansión de la milpa o las invasiones de arvenses vía introducción, colonización o naturalización, ya sea como causa natural o por influencia humana, en la adopción como estrategia económica del agricultor. Para entender el incremento de área y del sitio de ocupación de un cultivo con su flora arvense acompañante, la ecología mexicana ya tiene algunos avances (los ecólogos de poblaciones de plantas incursionan en el tema). Hay fórmulas muy simples para medir los incrementos de área (regresiones lineares).



En nuestro caso, los estudios experimentales darán la información precisa sobre la milpa, pues ya hay datos sobre densidad de siembra y época de siembra. Es necesaria más información sobre selección y rotación de cultivos, fertilización o uso de otros agroquímicos, limpia del terreno (evitar competencia), manejo y temporalidad del barbecho (descanso) y los efectos del clima sobre el maíz.

La teoría de sistemas que proponen Spedding y Ruthenberg o Zandstra seguirá adaptándose al marco teórico y metodológico en el estudio etnobotánico de la agricultura serrana, principalmente en lo que concierne al diseño de los puntos a investigar en la milpa (ver anexo de este documento).

METODOLOGÍA

El empleo de los métodos de observación, experimentación y estadístico, junto con diferentes técnicas derivadas de los estudios botánicos, ecológicos, antropológicos, geográficos y agronómicos, dan las bases metodológicas del estudio de agroecosistemas. Lo versátil de este campo lleva a conjugar disciplinas con sus respectivos métodos. El esquema metodológico se puede describir de la siguiente manera:

- 1) Visitas para conocer el área de estudio.
- 2) Entrevistas con las autoridades y la población para explicar el motivo del estudio en determinada comunidad.
- 3) Entrevistas abiertas para recopilar información etnobotánica.
- 4) Colectas botánicas mostrando las plantas a los informantes que nos acompañen durante las colectas para obtener los conocimientos sobre cultivos y la agricultura.
- 5) Análisis de las poblaciones de plantas cultivadas a través de transectos o cuadrantes, midiendo densidades de siembra, abundancia, estratos del cultivo y diversidad florística existente en el agroecosistema.
- 6) Estudio del proceso de sucesión en las milpas dejadas en barbecho (acahuales).
- 7) Comparación biológica y etnográfica de diferentes sistemas milperos con diferentes grupos étnicos, principalmente

totonacos y nahuas que habitan en sitios con condiciones ecológicas y culturales similares.

8) Apoyo de lingüistas con sus técnicas sociolingüísticas (antropología cognoscitiva), para levantar nominaciones en lenguas indígenas.

9) Un conocimiento general de la flora donde trabajamos permitió reconocer ecosistemas naturales tomando como base los tipos de vegetación y los climas.

Se pudo observar la composición de las parcelas y su manejo desde la perspectiva de los calendarios agrícolas, se levantaron las prácticas agrícolas seguidas en los cultivos encontrados, algo de la estructura socioeconómica y algunos datos sobre el impacto del clima en la agricultura; en forma incompleta seguimos los planteamientos sobre sistemas agrícolas sugeridos por Ruthenberg (1980), Spedding (1980) y Francis (1986). A un nivel macro tenemos reconocidas las tendencias y tipos de cultivos que hay en la Sierra.

Hasta el momento, la agricultura serrana se delimita por razones económicas y culturales más que por aspectos ecológicos y botánicos. La biología puede y debe involucrarse más en la delimitación agroecosistémica precisando la ubicación espacial y temporal de las milpas serranas, pues el maíz puede sembrarse con otros cultivos y la gama de variantes en el tiempo y el espacio no están totalmente descritas. En general, se estudia este tema dentro de ecología agrícola, ecología de la conservación, ecología de poblaciones o en agronomía dentro de los sistemas de producción agrícola, pero ninguno da peso al conocimiento campesino sobre esta materia, lo cual si pretende la Etnobotánica; ésta también se puede encuadrar en un enfoque sistémico, que es seguido por geógrafos agrícolas, ecólogos o agrónomos.

Un problema en la delimitación de unidades agrícolas es la escala de análisis. Parece fácil establecer los límites, pero el ecosistema es un sistema abierto e indeterminable y todavía hay ecólogos que sugieren buscar los parámetros que permitan modelar un ecosistema y luego delimitarlo, pero los que trabajan manejo ambiental necesitan primero la delimitación y luego pa-



sar a los modelos de simulación. En mi opinión prefiero la segunda opción, pero aún demandamos más estudios para llegar a este nivel.

A partir de los métodos de observación y experimental y recurriendo al método estadístico cuando se cuantifiquen los datos, se plantean las siguientes acciones (técnicas metodológicas):

- * Entrevistas sobre percepción espacial y temporal de las milpas buscando nominaciones toponímicas que hagan alusión a un cultivo o a la actividad agrícola. Cotejar con datos antropológicos, históricos y geográficos.

- * Observaciones simultáneas en las milpas y con fotografías aéreas para ver expansión o retroceso de la milpa en los últimos 30-50 años. Además, así conocemos la frontera agrícola.

- * Con base en la información climatológica de las estaciones de campo y la literatura, se deben ver las variantes climatológicas presentes, comparar datos dentro de la misma Sierra con un mismo clima o sus variantes.

- * En parcelas experimentales, estudiar la composición, sucesión y adaptaciones de la milpa a diferentes niveles altitudinales; cuantificar los efectos del viento, evaporación, precipitación, temperaturas y horas luz sobre la producción maicera.

El análisis de datos a través de regresiones lineares permite visualizar patrones de expansión de la milpa o una de las principales arvenses (expansión del sitio o área). El análisis de conglomerados permite descifrar comportamientos en las tomas de decisiones que hace el campesino, opciones económicas favorables según cultivos que siembre. Esta técnica estadística se ha incorporado ampliamente en la etnobotánica cuantitativa, por lo que se puede aplicar en cualquier estudio de caso. También se utilizan técnicas estadísticas descriptivas para agrupar datos sobre desarrollo (ciclo) de la milpa, manejo de la milpa para conservación de su hábitat, factores climáticos y su influencia en la agricultura.

La aplicación de sistemas de información geográfica permiten comparar y sintetizar información pasada y actual sobre las variantes de agroecosistemas maiceros.

DISEÑO DE PATRONES DE CULTIVO

Parte de la metodología utilizada en la etnobotánica agrícola, se basa en el diseño de un patrón o modelo de cultivo. A continuación se presenta, de manera amplia, cómo se elabora tal patrón. La actividad del diseño de patrones de cultivo se enmarca en un ecosistema natural que es transformado vía agricultura en un ambiente artificial; dentro del agroecosistema hay diferentes tipos de suelo y condiciones topográficas en las cuales se pueden realizar prácticas agrícolas de acuerdo al nivel tecnológico disponible. La tecnología incluye a los cultivos y sus variedades, prácticas de labranza, métodos de siembra, datos generales sobre poblaciones vegetales, efecto de las secuencias o combinaciones de cultivos sobre malezas, plagas y enfermedades, métodos de manejo del agua y de control de plagas. Los métodos pueden ser manuales, por agroquímicos, con cultivos resistentes o control biológico. Son las variables de tiempo y espacio las que se enfatizan para un uso presente o futuro del suelo.

Se buscan datos que ayuden a conformar los patrones de cultivo, identificando aquellos patrones de uso intensivo que están bien adaptados a un sitio. Esto lo sabemos por tener estudios previos. Zandstra (1980) y Norman, Pearson y Searle (1997), sugieren los siguientes esquemas de análisis en el diseño de agroecosistemas.

Entre las variables por considerar en el diseño de sistemas o patrones de cultivo están:

- 1) La descripción botánica de la especie cultivada.
- 2) Distribución geográfica del cultivo, a nivel local, nacional o mundial.
- 3) Agroclimatología favorable para el cultivo. (limitantes climáticos como heladas, lluvias abundantes o sequías prolongadas).
- 4) Relaciones de cultivo y suelo.
- 5) Desarrollo tecnológico para ese cultivo.
- 6) Mercados locales y agroexportadores.
- 7) Plagas y enfermedades.
- 8) Variación vía fitomejoramiento genético actual y futuro (variedades, cultivares, razas ecológicas y genéticas, transgénicos).



9) Formas de clasificación de los suelos, accidentes geográficos, de las variedades locales o razas de los cultivos.

10) Relaciones entre las formas de alimentación regional y su vínculo con los sistemas agrícolas existentes (formas de percibir la alimentación con la actividad agrícola).

Los puntos anteriores son la base de los actuales estudios en este tema y con la formación de bancos de datos derivados de trabajos en el campo y computacionales permiten sugerir las mejores opciones para un buen uso del tiempo y el espacio, variables en las que se basan las tipologías de sistemas agrícolas a nivel mundial.

Por el esquema aquí sugerido, los puntos presentados sobre un patrón de cultivo se orientan más a temas agronómicos, agroecológicos. Los calendarios agrícolas y la descripción del nivel tecnológico, así como la organización social y económica de las comunidades competen a la etnobotánica. Estos temas los abordan los biólogos, agrónomos y antropólogos.

AGROECOSISTEMAS DE LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

Los agroecosistemas pueden dividirse con base en los siguientes criterios:

Temporal. Los estudiosos consideran la temporalidad de un cultivo sobre el terreno, por lo tanto, hay cultivos estacionales, anuales, semiperennes o perennes.

Espacial. Este criterio se relaciona con la tenencia de la tierra y el arreglo en el espacio que le dan a los cultivos de acuerdo al tipo de tenencia que hay en un lugar, a las formas de vida de la especie cultivada y en las condiciones ecológicas y geográficas del sitio. Así tenemos desde monocultivos en minifundio a latifundios, plantaciones, sistemas hortícolas, viveros, huertos familiares, los sistemas múltiples de cultivo en franjas o bandas, intercalados, imbricados, asociados, en rotaciones. Sistemas agrosilvícolas o agropastoriles desde pocos metros hasta miles de hectáreas, etc.



Antropológico. Se toman en cuenta las formas de organización social y división sexual del trabajo, el nivel tecnológico visto como un elemento social (riego, mecanización, trabajo humano, etc.); las tasas de crecimiento demográfico y de migración campo-ciudad. Análisis de sociedades complejas en lo político, social y étnico.

Económico. Según el tipo de inserción a un mercado o el tipo de intercambio que hay en las actividades agrícolas, desde un nivel de subsistencia hasta comerciales.

Geográfico. Las características geomorfológicas y climáticas posibilitan cierto paisaje que lleva a un grupo humano a adaptaciones culturales y económicas de acuerdo al medio físico.

Con base en los trabajos realizados en la Sierra Norte de Puebla presentamos los siguientes ejemplos de delimitación de ecosistemas maiceros, pues el maíz es el cultivo principal en esta zona del país.

ECOSISTEMAS MAICEROS

El maíz se cultiva en uno o dos ciclos agrícolas, llamados de verano e invierno o de Tonamile y Xopamile. Para que el maíz se cultive dos veces al año debe existir un clima cálido de tierras bajas tropicales, el cual se encuentra entre los 70 y 700 m.s.n.m.

Normalmente el maíz es un cultivo largo, pues las razas Cónico, Arrocillo Amarillo y Tuxpeño, son de ciclo largo (8-10 meses) en las partes medias y altas de la Sierra. Es un cultivo anual y puede cultivarse con plantas perennes cuando éstas son pequeñas.

MAIZ ASOCIADO. Con frijol de los géneros *Phaseolus* y *Vigna*.

MAIZ IMBRICADO. Con frijol napualeño, ayocote, frijol torojeto o de toro, haba y papa.

MAIZ INTERCALADO. Con plátano, yuca, ajonjolí, cítricos (naranja o limón), cafeto, frijol o haba, calabaza, manzana, ciruela, aguacate, chile.



EN MONOCULTIVO

En general, se cultivan de tres a cinco granos de maíz por golpe (hoyo). Luego se deshijan para dejar la caña o planta más vigorosa, las distancias de siembra van de 90 a 120 cm, con poblaciones de 11000 o 8300 plantas por hectárea, y producciones entre 800 a 2000 kg.

La selección de las semillas es de las mejores mazorcas en tamaño, color y peso, características que son aplicables en la selección de semillas de otros cultivos.

La preparación del terreno, siembra y deshierbes pueden ser manuales, con coa, yunta o tractor. Por lo tanto, hay diversidad en el manejo según la tecnología disponible. También con la capacidad de contratar peones para las labores agrícolas o utilizar la mano de obra familiar.

En los últimos 20 años, el cultivo dominante es el cafeto, pero la oscilación de los precios a nivel mundial lo lleva a ser un cultivo comercial inestable. No obstante, se considera el cultivo más rentable en la Sierra Norte de Puebla, más aún en su modalidad de café orgánico cuya venta se destina al exterior, principalmente los Estados Unidos.

Otros cultivos serranos de importancia comercial son los cítricos, la pimienta, el cacahuete, el chile, la manzana, la pera, la ciruela, el ajonjolí, la yuca, el camote, la jícama, la caña de azúcar y la floricultura. También esperan impulsar la canela, la nuez de macadamia, el maracuyá, el mango y el mamey, como cultivos promisorios.

Anexo 1. Elementos para el diseño de un sistema agrícola.

AGUA Formas y abundancia	CLIMA Tipos	SUELO Tipos y distribución	SECUENCIA ESPACIAL Y TEMPORAL DEL CULTIVO Monocultivos	SISTEMAS DE CULTIVOS ESPECIALES
Cantidad y distribución	Precipitación	Topografía	Cultivos intercalados	
Programas de irrigación	Temperaturas	Texturas	Cultivos en relevo	
Paisaje hidrológico	Fotoperíodo (al día y por estaciones)	Fertilidad	Cultivos secuenciados	
Sequía	Vientos		Erosión (tipos)	Cultivos asociados
Inundaciones predecibles	Evaporación	Suelos contaminados	Cultivos por retoños e hijuelos	
Suelos saturados y tipos de saturación	Humedad relativa	Condiciones extremas del suelo		Recolecta en campo cultivado





BIBLIOGRAFÍA

- Boster, J. S.** 1984. Classification, cultivation, and selection of Aguaruna cultivars of *Manihot esculenta* (Euphorbiaceae). *Advances in Economic Botany* 3:34 - 47.
- . 1985. Selection for perceptual distinctiveness evidence from Aguaruna cultivars of *Manihot esculenta*. *Economic Botany* 36: 310 - 325
- Costanza, R.** 1980. Embodied energy and economic valuation. *Science* 210: 1219 - 1224.
- Christensen, V.** 1995. Ecosystem maturity-towards quantification. *Ecological Modelling* 77: 3 - 22.
- Cousens, R., y M. Mortimer.** 1995. Dynamics of weed populations. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra.
- DeAngelis, D. L.** 1975. Stability and connectance in food web models. *Ecology* 56: 238 - 243.
- Dasman, R.** 1976. The management of natural resources in traditional regions of the world. Academic Press, New York, Estados Unidos de América.
- Duch, J. A., A. Bayona, C. Labra, y A. Gama.** 1981. Sistema de evaluación de tierras para la determinación del uso potencial agropecuario y forestal de México. *Revista de Geografía Agrícola* 1: 21 - 46.
- Elton, C. S.** 1958. The ecology of invasion by animals and plants. Chapman and Hall, London, Inglaterra.
- Evangelista, O. V.** 1999. Influencia de dos cultivos comerciales en el cultivo de maíz en la comunidad de Naupan, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.
- Francis, C. A.** 1986. Multiple cropping systems, Macmillan Co., New York, Estados Unidos de América.
- Gilpin, M. E.** 1975. Limit cycles in competition communities. *American Naturalist* 109: 51 - 60.
- Holt, J. E. and D. School.** 1993. Redefining institutional roles in agricultural research organizations, direction for cultural change. *Agricultural Systems* 41: 77 - 92.
- Krostowicki, J.** 1974. The typology of world agriculture. Principles, methods and model types. International Geographical Union, Warczawa, Polonia.

- Manshard, W.** 1974. Tropical agriculture. Longman, London, Inglaterra.
- Márquez, S. F.** 1976. Sistemas de producción agrícola. Apuntes de Agroecosistemas. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Estado de México, México.
- Muench, P.** 1982. Las regiones agrícolas de Chiapas. Revista de Geografía Agrícola 2: 57 - 102.
- Naeem, S.** 1994. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. Nature 368: 734.
- Nakasone, H. Y., y R. E. Paul.** 1998. Tropical fruits. CAB International, Wallingford, Inglaterra.
- Navarro, G. E., J. P. Colin, y P. Milleville.** 1993. Sistemas de producción y desarrollo agrícola. Colegio de Posgraduados, CONACYT y ORSTOM. Montecillo, Estado de México, México.
- Norman, M. J. T., C. J. Pearson, y P. G. E. Searle.** 1995. The ecology of tropical food crops. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra
- Papendick, R. I., P. A. Sánchez, y G. B. Triplett.** 1976. Multiple Cropping. ASA Special Publication No.27, Madison, Estados Unidos de América.
- Ruthenberg, H.** 1980. Farming systems in the tropics. Clarendon Press, Oxford, Inglaterra.
- Salick, J.** 1989. Ecological basis of Amuesha agriculture. Advances in Economic Botany 7: 189 - 212.
- Salick, J., y M. Lundberg.** 1990. Variation and change in Amuesha indigenous agricultural systems. Advances in Economic Botany 8: 199 - 223.
- Speding, C.** 1975. The biology of agricultural systems. Academic Press, London, Inglaterra.
- Sutherland, W. J.** 1995. Managing habitats for conservation. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra.
- Turrent, A.** 1985. El agroecosistema, un concepto útil dentro de la disciplina de productividad. Colegio de Posgraduados, Chapingo, Estado de México, México.
- Ulanowicz, R. E.** 1980. A hypothesis on the development of natural communities. Journal of Theoretical Biology 85: 223 - 245.
- Ulanowicz, R. E.** 1997. Ecology, The ascendent perspective. Columbia University Press, New York, Estados Unidos de América.



- Walker, B. H.** 1995. Conserving biological diversity through ecosystem resilience. *Conservation Biology* 9: 747 - 752.
- Wilken, G. C.** 1977. Integrating forest and small-scale farm systems in Middle America. *Agroecosystems* 3: 291 - 302.
- , 1987. *Good farmers: traditional agricultural resource management in Mexico and Central America*, University Press of California, Berkeley and Los Angeles, Estados Unidos de América.
- Woodwell, G. M.** 1970. Effects of pollution on the structure and physiology of ecosystems. *Science* 168: 429 - 433.
- Vinton, K. P.** 1978. Indigenous agriculture on Uvea, Western Polynesia. *Economic Botany* 32: 157 - 181.
- Yen, D. E.** 1993. The origins of subsistence agriculture in Oceania and its potentials for future tropical food crops. *Economic Botany* 47: 3 - 14.
- Zandstra, H. G.** 1980. Methods to identify and evaluate improved cropping systems. Pags. 367 - 381 en H. Ruthenberg, ed., *Farming systems in the tropics*. Oxford Univ. Press, Inglaterra.

SILVICULTURA Y DOMESTICACIÓN DE PLANTAS EN MESOAMÉRICA

Alejandro Casas

Instituto de Ecología, UNAM.

Apdo. Postal 27-3 (Xangari), Morelia, Michoacán 58089;

acasas@ate.oikos.unam.mx

Resumen

Se analizan procesos de domesticación de plantas bajo manejo silvícola en Mesoamérica, en donde las culturas indígenas manipulan intencionalmente a comunidades y poblaciones de plantas silvestres y arvenses con el fin de aumentar la disponibilidad de recursos vegetales. El manejo incluye la tolerancia, la inducción y la protección selectiva de individuos de especies útiles durante perturbaciones intencionales de la vegetación. Este manejo puede determinar procesos de selección artificial (selección *in situ*), y ocasionar divergencias morfológicas significativas entre poblaciones silvestres y manejadas, como lo ilustran los casos de los quelites *Anoda cristata* y *Crotalaria pumila*, de árboles como *Leucaena* spp., así como cactáceas columnares y nopales. La selección artificial *in situ* es un mecanismo de domesticación incipiente que se lleva a cabo en Mesoamérica en el presente, y posiblemente desde tiempos pre-agrícolas, y podría contribuir a explicar los procesos que originaron la agricultura en la región.

Abstract

*Processes of plant domestication under silvicultural management are analysed in Mesoamerica, where indigenous peoples intentionally manipulate communities and populations of wild and weedy plants in order to increase availability of plant resources. Silvicultural management includes selective sparing, enhancement and protection of particular individuals of useful plant species during intentional perturbation of vegetation. This form of management may determine artificial selection (selection *in situ*), which may cause significant morphologic divergence between wild and managed populations, as illustrated in the cases of the quelites *Anoda cristata* and *Crotalaria pumila*, trees such as *Leucaena* spp., and cacti. Artificial selection *in situ* causing incipient domestication occurs at present, but it could have occurred in pre-agricultural times and might contribute to explain processes that led to the origins of agriculture.*



Palabras clave: domesticación, origen de la agricultura, selección artificial, silvicultura.

Keywords: *domestication, agriculture origin, artificial selection, silviculture.*

Mesoamérica es una de las áreas del Nuevo Mundo en donde primero se practicó la agricultura y es también uno de los centros más importantes de domesticación de plantas a nivel mundial (Harlan 1975; Hawkes 1983). Este hecho parece relacionarse con la gran diversidad de plantas y culturas que caracterizan a la región, elementos que mantienen una historia de interacción por más de 14 000 años, y determinan una larga experiencia en el aprovechamiento y manejo de los recursos vegetales. De acuerdo con Caballero (1984), los pueblos indígenas de México utilizan más de 5 000 especies de plantas. La mayor parte de estas especies se obtienen mediante la recolección, pero también se practican otras formas de interacción que continuamente inciden en la alteración de las frecuencias fenotípicas y genotípicas de los individuos que constituyen a sus poblaciones. Esto hace que Mesoamérica sea un laboratorio viviente de domesticación de plantas, donde la gente, a través de diversas formas de manejo, determina procesos evolutivos de plantas silvestres y arvenses, así como de las mismas plantas ya domesticadas (Casas et al. 1996, 1997). El estudio de estos procesos es una valiosa fuente de información para analizar cómo operan en la actualidad los mecanismos de evolución en plantas manejadas por el hombre y para entender cómo pudieron haber ocurrido en el pasado.

El objetivo de este trabajo es analizar los posibles procesos de domesticación de plantas bajo formas de manejo silvícola en Mesoamérica. Se examinan diferentes formas de manejo de comunidades y poblaciones vegetales y se analizan algunos casos de plantas sujetas a selección artificial bajo estas formas de



manejo. Se propone un modelo hipotético sobre domesticación de plantas mediante manejo silvícola y se discute el papel que estas prácticas pudieron haber jugado en el surgimiento de la agricultura en Mesoamérica.

FORMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLAS Y NO AGRÍCOLAS

Con base en sus estudios arqueológicos en el Medio Oriente, Braidwood (1960) desarrolló la idea de que la humanidad ha llevado a cabo dos estrategias fundamentales de interacción con las plantas: la recolección, que implica la cosecha directa de productos naturales, y la agricultura, que constituye un proceso de producción a través del cual la naturaleza se transforma para controlar la disponibilidad de los recursos. No obstante, cada vez son más los estudios arqueológicos y etnobotánicos que demuestran que las diferentes culturas en el mundo practican sistemas de interacción con las plantas, cuya definición como recolección o como agricultura resulta difícil. Tales sistemas se basan en la manipulación de poblaciones o comunidades de plantas silvestres con el fin de optimizar su aprovechamiento, y por tal razón, éstos constituyen sistemas silvícolas.

Información generada por estudios arqueológicos sugiere que estas formas de manipulación de plantas fueron practicadas por el hombre antes de que se adoptara la agricultura como forma principal de subsistencia, lo cual, se estima, ocurrió hace alrededor de 10 000 años. Estas incluyeron quemas y otras formas de perturbación de la vegetación natural con el fin de promover la abundancia de algunos recursos vegetales específicos. Clark (1959), Rose-Ines (1972) y Guillon (1983) estiman que, desde hace por lo menos 50 000 años, en las sabanas africanas se han llevado a cabo quemas intencionales posiblemente para inducir la abundancia de algunas especies de gramíneas. Yen (1989) considera que lo mismo pudo ocurrir en Australia por un lapso de 40 000 años. Por su parte, Groube (1989) descubrió restos arqueológicos que sugieren que hace 30 000 años los habitantes de Papua, Nueva Guinea, practicaban talas intensas en los bosques, probablemente dirigidas a aumentar la disponibilidad



de varias especies de plantas comestibles tales como yames (*Dioscorea* spp.), plátanos (*Musa* spp.), taro (*Colocasia esculenta* Schott) y sago (*Metroxylon sagu* Rottb.), cuya abundancia se ve favorecida en sitios perturbados. Spriggs (1996) sugiere también que en Melanesia el manejo de plantas se lleva a cabo desde hace 28 000 años.

Estudios etnográficos y etnobotánicos describen diversas formas de producción no agrícola practicadas tanto por algunas sociedades actuales de cazadores-recolectores como por sociedades de agricultores que siguen practicando la caza y la recolección. Algunas de estas formas de manipulación se basan en el uso del fuego. Al respecto, uno de los trabajos más importantes es el de Lewis (1973), quien analizó los propósitos de las quemas entre diferentes grupos indígenas de California. Lewis muestra que en algunos casos, las quemas se efectuaban en poblaciones de plantas anuales con semillas comestibles justo después de la recolección de los granos. Lewis considera que estas quemas estaban dirigidas a estimular la regeneración de las poblaciones y a eliminar competidores, lo que permitía mantener y tal vez aumentar la productividad de las áreas sujetas a quemas. Las quemas podrían contribuir también a incrementar la diversidad y productividad de forrajes consumidos por animales de caza, los cuales podrían ser más fácilmente localizados en dichas áreas. En otros casos, las quemas permitían eliminar competidores y favorecer la productividad y propagación de plantas perennes tales como los encinos productores de bellotas comestibles.

Otra forma de manipulación se basa en el manejo del agua. Por ejemplo, Steward (1938) describió las inundaciones de praderas silvestres que practicaban los indios Paiute de California mediante sistemas de canales con el fin de aumentar la productividad de gramíneas utilizadas como cereales principales en su subsistencia. Por su parte, Campbell (1965) describió cómo los aborígenes australianos de la cuenca del río Roper, construían represas en algunos escurrimientos temporales con el fin de mantener el crecimiento de plantas útiles durante la época de sequía.



Otras formas de manejo se basan en eliminar de las comunidades vegetales a aquellos individuos de especies no útiles, o de individuos poco productivos o indeseables. Por ejemplo, Rhoads (1980) observó que en la actualidad, algunos pueblos de Papua, Nueva Guinea, raramente plantan la palma de sago, y que su producción se basa más bien en el manejo de poblaciones naturales, eliminan a los individuos viejos, así como a los individuos de otras especies que compiten con los individuos de sago más productivos. Por su parte, Cowan (1985) encontró que, bajo principios similares, en el este de los Estados Unidos, desde tiempos pre-agrícolas, los grupos indígenas efectuaron transformaciones de las comunidades vegetales originales, promoviendo la abundancia de plantas productoras de nueces (*Juglans* spp. y *Carya* spp.) y bellotas (*Quercus* spp.), básicas en su subsistencia.

Otros autores han descrito cómo, sin perturbaciones significativas, algunas técnicas de recolección pueden favorecer un aumento en la disponibilidad de recursos. Por ejemplo, Hallam (1989) observó en Australia que cuando los recolectores excavan la tierra para obtener rizomas y tubérculos comestibles, el suelo se remueve y airea, mejorando así las condiciones para el establecimiento y crecimiento de plantas útiles. Además, con frecuencia, los recolectores dispersan los tubérculos e incrementan así el número de plantas dentro de las poblaciones sujetas a recolección.

CULTIVO Y DOMESTICACIÓN

La interacción entre humanos y plantas involucra dos formas fundamentales de manipulación: la manipulación del ambiente y la de fenotipos y genotipos de plantas. La manipulación del ambiente incluye el manejo de variables como la cantidad de nutrientes, humedad, luz, temperatura, competidores, depredadores, polinizadores, dispersores, entre otras, con el fin de asegurar la disponibilidad y productividad de recursos vegetales. En general, la manipulación del ambiente y la inducción o propagación deliberada de plantas en él pueden ser consideradas como cultivo. En el presente, las formas más comunes de manejo del ambiente son aquellas que ocurren fuera del sitio que



ocupaban las poblaciones silvestres de la especie cultivada (cultivo *ex situ*). Sin embargo, como se ilustra en los ejemplos anteriores, en sistemas de manejo silvícolas generalmente se ha practicado una manipulación de poblaciones o comunidades vegetales *in situ*. Estas formas de manejo incluyen un control deliberado del ambiente para favorecer la propagación de algunas plantas que satisfacen necesidades humanas, y deben considerarse también como formas de cultivo (cultivo *in situ*).

Con la manipulación de fenotipos y genotipos, los humanos moldean la diversidad intraespecífica de alguna planta de acuerdo con sus necesidades. De la manipulación de genotipos resulta un proceso evolutivo: la domesticación. Este es un proceso continuo, que opera inicialmente sobre plantas silvestres y que puede lograr una completa dependencia de la planta con respecto al hombre para sobrevivir y reproducirse. Sin embargo, la domesticación puede continuar operando en la medida en que la cultura y la tecnología humanas son elementos sumamente cambiantes, y en la medida en que las plantas domesticadas se difunden a nuevas regiones geográficas y a nuevas culturas.

La manipulación de los genotipos de plantas se ha logrado principalmente mediante la selección artificial. Darwin (1859; 1868) fue quien primero describió cómo opera la selección artificial en diferentes plantas y animales, favoreciendo la sobrevivencia de las variantes deseables y eliminando las indeseables. El proceso puede tener resultados espectaculares en un tiempo relativamente breve mediante el cultivo *ex situ* de generaciones sucesivas de plantas, pues bajo estas condiciones las presiones de selección pueden ser particularmente intensas. No obstante, la selección artificial puede no ser exclusiva del cultivo *ex situ*, como se verá más adelante.

Generalmente se acepta que el término cultivo no es un sinónimo de domesticación (véase Harlan 1975). El concepto de cultivo incluye a un conjunto de formas de manejo de poblaciones o comunidades vegetales, mientras que la domesticación es un proceso evolutivo que resulta de manipular los genotipos de las plantas, lo cual no necesariamente se logra con sólo manejar el ambiente. Por otra parte, en algunos estudios como los de Alcorn



(1981), Rindos (1984), Ladizinsky (1987), Blumler y Byrne (1991) y Casas et al. (1994), se sugiere que la domesticación de plantas puede ocurrir sin que necesariamente se cultiven las plantas *ex situ*.

EL MANEJO DE POBLACIONES Y COMUNIDADES VEGETALES POR LOS PUEBLOS MESOAMERICANOS

Diferentes estudios etnobotánicos demuestran la existencia de un amplio espectro de formas de manejo de plantas practicadas por las culturas mesoamericanas (Colunga 1984; Casas et al. 1987, 1996; Bye 1993; Caballero 1994). Entre las formas de manejo silvícola se incluyen las técnicas de manipulación de poblaciones y comunidades de plantas silvestres y arvenses. Entre éstas se mencionan las siguientes:

1) **Recolección.** Implica cosechar los productos útiles de las poblaciones arvenses y silvestres. La mayor parte de las especies útiles registradas en los estudios etnobotánicos son obtenidas mediante esta práctica. Generalmente, la recolección no incluye un manejo de la vegetación y su impacto sobre ésta suele ser mínimo. Sin embargo, se pueden incluir formas incipientes de manejo tales como la obtención selectiva de algunos fenotipos, la rotación de áreas de recolección cuando ésta se efectúa intensivamente sobre algunos productos, vedas y restricciones temporales a la extracción de algunos recursos, entre otras.

2) **Tolerancia.** Se incluyen prácticas dirigidas a mantener dentro de ambientes antropogénicos, plantas útiles que existían antes de que el ambiente fuera transformado por el hombre. Ejemplos de esta forma de manejo pueden observarse en algunos «quelites», silvestres o arvenses como *Amaranthus hybridus* L., *Chenopodium* spp., *Crotalaria pumila* Ortega, *Euphorbia graminea* Jacq., *Porophyllum* spp., *Portulaca oleracea* L., entre otras especies, y en otras plantas arvenses como *Jaltomata* spp., *Solanum nigricans* Mart. & Gal., *Physalis philadelphica* Lam. y una variante arvenses del jitomate (llamado localmente «jitomate de culebra»), *Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karst. ex Farw. (véanse Davis y Bye 1982; Caballero y Mapes 1985; Williams 1985;



Casas et al. 1987; Mera 1987; Vázquez 1991). Algunas plantas perennes también son manejadas en esta forma. Ejemplos de ello se pueden encontrar en especies de *Opuntia* (Colunga et al. 1986), *Leucaena* (Zárate 1994; Casas y Caballero 1996), *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonp. ex Willd.) M.C. Johnston, *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. (Casas et al. 1996; Casas et al. 1997), así como con diferentes especies de cactáceas columnares, magueyes y palmas (Colunga-García Marín et al. 1996; Casas et al. 1997).

El origen de las «selvas artificiales» mayas o «pet kot» (Wiseman 1978; Gómez-Pompa et al. 1987; Gómez-Pompa 1991), las cuales se caracterizan por una abundancia atípica de individuos de especies útiles, se debe probablemente a este tipo de manejo. Como parte de las prácticas silvícolas asociadas a la agricultura, durante siglos, los mayas toleraron en las parcelas abiertas al cultivo un conjunto de especies nativas útiles como el chicozapote [*Manilkara sapota* (L.) van Royen], el mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn], las chirimoyas y zaramullos (*Annona* spp.), el ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.), los huanos (*Sabal* spp.), el zapote blanco (*Casimiroa edulis* Llave & Lex.) y el coyol (*Acrocomia mexicana* Karw.), entre otras (Lundell 1937; Barre-ra et al. 1977; Wiseman 1978; Gómez-Pompa 1991; Caballero 1994).

3) **Fomento o inducción.** Incluye diferentes estrategias dirigidas a aumentar la densidad de población de especies útiles en una comunidad vegetal. Puede llevarse a cabo mediante quemas y talas de la vegetación o por medio de la siembra de semillas y de propagación de estructuras vegetativas dentro de las mismas áreas ocupadas por las poblaciones silvestres o arvenses. Un ejemplo se puede encontrar en el manejo de la palma *Brahea dulcis* (Kunth) Martius entre los mixtecos de Guerrero (véase Casas et al. 1994). La planta se reproduce vegetativamente y sus hijuelos son resistentes al fuego. La gente derriba árboles y quema la vegetación que acompaña a las poblaciones de *B. dulcis* con el fin de eliminar competidores y promover así el crecimiento de la población de la palma. Un principio similar es usado por los mixtecos y otros pueblos mesoamericanos para inducir la formación de pastizales y aumentar la disponibilidad de forraje para el ganado.



El manejo de terrenos de cultivo en descanso (acahuales) bajo los sistemas agrícolas de roza, es una de las formas más comunes en que las culturas mesoamericanas practican la inducción de plantas nativas útiles. Entre los mixtecos, nahuas y popolocas del centro de México, Casas et al. (1994, 1997) encontraron que, después de utilizar por varios años una parcela agrícola, la gente suele propagar intencionalmente semillas y propágulos vegetativos de los individuos tolerados de especies útiles. Autores como Lundell (1937), Puleston (1982), Illsley (1984) y Gómez-Pompa (1991) entre los mayas, así como Nigh y Nations (1983) entre los lacandones, Alcorn (1981, 1983) entre los huastecos y Medellín (1988) entre los totonacos, ilustran cómo la gente con frecuencia propaga en los acahuales plantas nativas útiles, principalmente perennes, y sacan provecho de las parcelas en descanso. Esta forma de manejo tiene una influencia importante en los procesos de regeneración de la vegetación y al parecer contribuyen a la conformación de «selvas artificiales».

Aunque existe controversia al respecto, se sugiere que la riqueza actual de especies de árboles útiles en las selvas cercanas a los sitios arqueológicos de los periodos Preclásico y Clásico en las tierras bajas de la región maya, constituye el efecto de prácticas de tolerancia o fomento de individuos de estas especies en su hábitat natural por los antiguos mayas (Lambert y Anarson 1982; Puleston 1982; Gómez-Pompa et al. 1987; Rico-Gray y García-Franco 1991). Se piensa que la promoción, tolerancia y cosecha de árboles útiles en las selvas constituía en realidad una estrategia silvícola que, junto con la agricultura, era la base de la subsistencia de los antiguos mayas (Miksicek 1983).

Entre los pueblos indígenas mesoamericanos es muy común la práctica de dispersar intencionalmente las semillas de plantas arvenses útiles dentro de los campos de cultivo con el fin de aumentar su densidad de población. Ejemplos de esta forma de manejo pueden encontrarse en *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass., *Amaranthus hybridus*, *Anoda cristata* (L.) Schl., *Crotalaria pumila* y *Physalis philadelphica* (Casas et al. 1996). En la Sierra Norte de Puebla, esta forma de manejo se lleva a cabo sistemáticamente con los quintoniles (*Amaranthus* spp.). La gente comúnmente riega semillas de quintoniles en los terrenos que

abre para iniciar el cultivo de maíz y frijol, y al final de cada temporada de cultivo deja en pie algunos individuos de quintonil con el fin de que alcancen la madurez y logren dispersar sus semillas. El propósito de estas prácticas es asegurar la presencia de quintoniles en las milpas (Mapes et al. 1996).

4) **Protección.** Incluye cuidados como la eliminación de competidores y depredadores, aplicación de fertilizantes, podas, protección contra heladas, etc., con el fin de salvaguardar algunas plantas silvestres y arvenses de valor especial. Bye (1985) encontró un ejemplo de esta forma de manejo practicada por los tarahumaras con una especie de cebollas silvestres. De acuerdo con Bye, durante la recolección de bulbos, la gente dispersa los bulbillos de las plantas que recolecta y elimina las raíces de plantas perennes contiguas a las cebollas, con lo cual reducen la competencia de tales plantas con la especie. Con estas actividades logran aumentar el número de individuos en las poblaciones. Otros ejemplos pueden encontrarse en el manejo silvícola maya de especies como el *Brosimum alicastrum* Sw. (Pouleston 1982); así como entre los mixtecos y nahuas de la cuenca del Balsas, quienes de acuerdo con Casas et al. (1996) ocasionalmente podan ramas y fumigan plagas de algunos individuos con fenotipos favorables (llamados «dulces» o «mansos») de árboles de especies como *Pithecellobium dulce*, *Psidium* spp., *Leucaena esculenta* subsp. *esculenta*, *Spondias mombin*, *Byrsonima crassifolia* (L) H.B.K., en poblaciones silvestres como toleradas. Estos pueblos también aplican fertilizantes y protegen contra heladas y plagas a especies de plantas arvenses como *Physalis philadelphica* y *Lycopersicon lycopersicum*, las cuales son toleradas y en ocasiones también inducidas en los campos de cultivo.

Los estudios etnobotánicos sugieren que en la actualidad los campesinos mesoamericanos toman decisiones acerca de cómo manipular a las plantas de acuerdo con el papel de éstas en la subsistencia humana, pues, a su vez, esto determina la cantidad del recurso que utiliza, y motiva la búsqueda de estrategias por asegurar su disponibilidad. En consecuencia, la disponibilidad espacial y temporal que naturalmente tiene el recurso también influye en las decisiones. Así, por ejemplo, Casas et al. (1994) observaron entre los mixtecos de Guerrero que, durante la tem-



porada seca del año, cultivan *Crotalaria pumila* y *Anoda cristata* e inducen la abundancia de *Amaranthus hybridus* y otras plantas, con el fin de aumentar su disponibilidad. En contraste, *Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) Riccobono, es ampliamente cultivada en el Valle de Tehuacán y La Mixteca Baja, pero no así en las áreas donde las poblaciones silvestres son abundantes pues la gente considera que «no es necesario cultivar estas plantas porque hay muchas en el monte» (Casas et al. 1997). Además influyen otros aspectos de la planta como el ciclo de vida, mecanismos reproductivos, requerimientos de suelo y agua, entre otros, que determinan la viabilidad de su manejo *in situ* o *ex situ* (Figura 1).

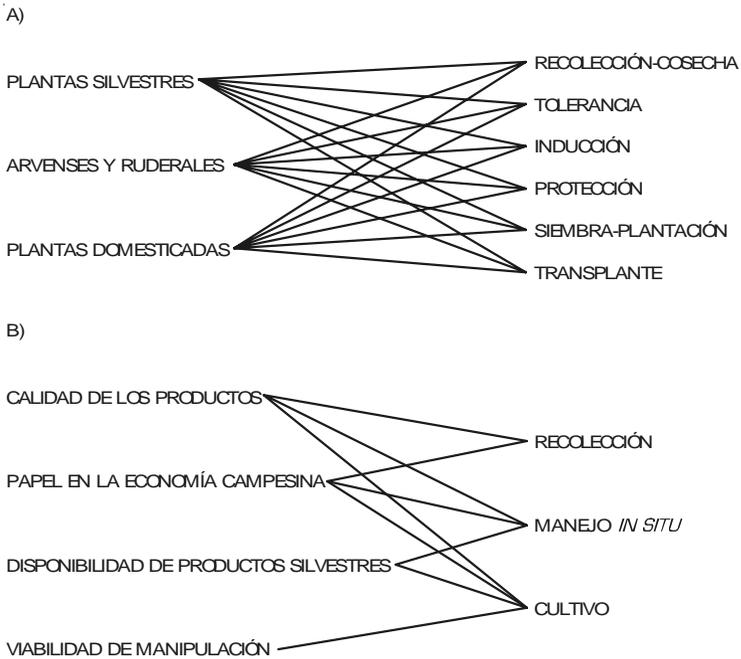


FIG. 1. Procesos de interacción hombre-planta en Mesoamérica. A) Formas posibles de manejo de las plantas silvestres, arvenses y domesticadas que llevan a cabo las comunidades campesinas indígenas en el presente. Las líneas indican los tipos de manejo a los que se encuentran sujetos los diferentes tipos de plantas (Tomado de Casas et al. 1996); B) Factores que determinan los tipos de interacción entre humanos y plantas. Las líneas indican los factores que influyen en la forma en que los campesinos manejan a las plantas (Tomado de Casas, Caballero y Valiente-Baruaet 1999).

SELECCIÓN ARTIFICIAL *IN SITU*

Existen indicios de que pueden ocurrir procesos de selección artificial cuando se llevan a cabo las formas de manejo *in situ* descritas arriba. La actitud seleccionadora por parte de los campesinos puede observarse aún en las prácticas de recolección. En el caso de algunas especies de plantas útiles, principalmente anuales, éstas son recolectadas sin una preferencia especial. En otros casos, los individuos cuyas partes útiles poseen diferentes atributos (sabor, textura, tamaño, color, cantidad relativa de compuestos tóxicos) suelen ser distinguidos en las poblaciones por los recolectores, quienes recolectan las de mejor calidad.

La distinción de todas estas variantes por la gente y la preferencia selectiva para su uso, adquiere gran relevancia para iniciar procesos de domesticación cuando se efectúan formas de manejo como las mencionadas. Así, aunque en general las especies de plantas útiles son toleradas, fomentadas y protegidas *in situ*, estos procesos pueden realizarse favoreciendo a aquellos individuos que presentan características preferidas por las personas. Los individuos de estas especies con características no deseables pueden incluso ser eliminadas por la gente junto con los individuos de otras especies no útiles.

Los efectos genéticos y morfológicos de la selección artificial *in situ* aún no se han evaluado con detalle. No obstante, existen indicios de que bajo estos procesos, la selección artificial puede tener efectos importantes en la estructura de las poblaciones de especies manejadas, tanto al aumentar el número de individuos con fenotipos favorables y disminuir el de otros no favorables, como al aumentar la frecuencia de individuos de algunas especies y eliminar los de otras, alterando así la estructura de la comunidad vegetal. A continuación se mencionan algunos trabajos que evalúan el efecto de la selección artificial bajo formas de manejo *in situ*.

Quelites. Casas et al. (1996) describen cómo los mixtecos y nahuas de Guerrero y Puebla llevan a cabo una recolección selectiva en plantas arvenses como el «alache» (*Anoda cristata*) y el «chipil» (*Crotalaria pumila*). En cada una de estas especies, la



gente distingue dos variantes: 1) «alaches o chipiles machos», las cuales presentan hojas angostas, fibrosas y pubescentes, de sabor amargo y 2) «alaches o chipiles hembra», con hojas anchas, suaves y no pubescentes, de buen sabor. En ambos casos la gente únicamente recolecta productos de las variantes «hembra».

Viveros y Casas (1985) y Casas et al. (1994), observaron en la Montaña de Guerrero que durante los deshierbes en las milpas, la gente generalmente elimina los individuos de las variantes «macho» y tolera los de las variantes «hembra». Además, observaron que durante la recolección de los fenotipos favorables, la gente únicamente obtiene las hojas jóvenes sin destruir a la planta. Al evaluar la densidad de población de estas especies en diferentes comunidades vegetales, se encontró que los individuos de la variante «macho» eran más abundantes que los de la variante «hembra» tanto en comunidades silvestres como en campos de cultivo en descanso, en donde la tolerancia y eliminación selectiva no se realiza. En contraste, los individuos de la variante «hembra» eran mucho más abundantes que los de la variante «macho» en las comunidades de plantas arvenses dentro de campos de cultivo, en donde la tolerancia de los primeros y la eliminación de los segundos se practica continuamente (Tabla 1).

Árboles. En árboles, Casas et al. (1996) ilustran el caso del «guamúchil» (*Pithecellobium dulce*), en cuyas poblaciones los mixtecos y nahuas distinguen individuos que producen frutos dulces y amargos. En otras especies de árboles frutales nativos, como *Psidium guajava* L., *Spondias mombin* y *Byrsonima crassifolia*, entre otros, la gente distingue entre árboles «dulces» y «agrios» o entre «mansos» y «cimarrones». Casas y Caballero (1996) observaron que en los guajes rojos (*Leucaena esculenta* subsp. *esculenta*) los mixtecos de la Montaña de Guerrero distinguen tres tipos de árboles: 1) «guajes de vasca», los cuales producen semillas tóxicas, 2) «guajes amargos», cuyas semillas son amargas y pueden ser tóxicas cuando se consumen en grandes cantidades, pero que pueden consumirse sin problemas después de asadas y 3) «guajes dulces», cuyas semillas pueden consumirse crudas. En muestras de individuos de poblaciones bajo diferentes formas de manejo, Casas y Caballero (1996) encontraron que las vainas y semillas de individuos de poblaciones manejadas

Tabla 1. Número de individuos por m² de las variantes "hembra" y "macho" de *Anoda cristata* y *Crotalaria pumila* en diferentes ambientes en la Montaña de Guerrero (con base en Casas et al. 1997). En todos los casos comparados p<0.01.

Ambiente (N=5 parcelas por ambiente)	<i>Anoda cristata</i>		<i>Crotalaria pumila</i>	
	"hembra"	"macho"	"hembra"	"macho"
Selva baja caducifolia	0.003±0.0004	0.028±0.006	0.005±0.0007	0.016±0.003
Milpas abandonadas	0.011±0.002	0.022±0.005	0.009±0.0006	0.028±0.004
Milpas de temporal	0.068±0.014	0.001±0.0002	0.506±0.116	0.016±0.004
Milpas de riego	1.058±0.093	0.003±0.0005	0.018±0.004	0.002±0.0005





in situ eran significativamente más grandes que las de los individuos silvestres, no obstante que el número de semillas era similar en ambos casos (Tabla 2). Las semillas de los individuos manejados *in situ* resultaron ser significativamente más vulnerables al ataque de brúquidos, posiblemente debido a que la selección por mejor sabor ha favorecido la abundancia de individuos con menor capacidad de defensa química. Al parecer, el manejo *in situ* ocasiona que los individuos con características favorables sean más frecuentes en las áreas manejadas que en las poblaciones silvestres.

Cactáceas columnares. En el área mesoamericana existen 43 especies de cactáceas columnares. Todas ellas utilizadas de alguna manera, principalmente por sus frutos comestibles. Del total de especies, 19 se encuentran bajo manejo *in situ* y 12 se encuentran bajo cultivo (véase Casas, Caballero y Valiente-Banuet 1999; y Casas y Barbera en prensa). No obstante, hasta el momento, los únicos casos que se han estudiado bajo la perspectiva de procesos de domesticación son *Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) Riccobono (Casas et al. 1997, 1999a, 1999b), *S. queretaroensis* (Weber) Buxbaum (Pimienta-Barrios y Nobel 1994), *S. pruinosus* (Otto) Buxbaum (Luna 1999), *Polaskia chende* (Gosselin) Gibson & Horak (Cruz 2000) y *Polaskia chichipe* Backeberg (Bartolo 2000). *S. stellatus* es endémica del centro-sur de México, *S. queretaroensis* se distribuye en la región centro-occidente del país, *S. pruinosus* tiene una amplia distribución desde el centro hasta el sur del país y *Polaskia* spp. son endémicas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Estas especies se encuentran silvestres tanto en bosques tropicales caducifolios como en matorrales xerófilos, pero algunas poblaciones silvestres se encuentran bajo manejo *in situ* y todas se encuentran también bajo cultivo (Casas, Caballero y Valiente-Banuet 1999). Todas ellas presentan una considerable variación morfológica, especialmente en las características de los frutos, la cual en parte parece ser influida por la manipulación humana.

En el Valle de Tehuacán y la Mixteca Baja, Casas et al. (1997) encontraron que los mixtecos, nahuas y popolocas distinguen variantes de estas especies de acuerdo con atributos de sus frutos como el tamaño, sabor, color, espinosidad y grosor del

Tabla 2. Medias \pm error estándar de características morfológicas de vainas y semillas de *Leucaena esculenta* subsp. *esculenta*, en individuos de poblaciones silvestres y manejadas *in situ* en la Montaña de Guerrero (con base en Casas 1992 y Casas y Caballero 1996).

Características	Población		P
	Silvestre (N=20)	Manejada <i>in situ</i> (N=20)	
Tamaño de vainas (cm ²)	21.50 \pm 3.20	27.70 \pm 2.50	0.0200
Tamaño de semillas (cm ²)	0.48 \pm 0.04	0.66 \pm 0.04	0.0001
Número de lóculos por vaina	14.90 \pm 0.70	14.50 \pm 0.50	0.6000
Número de semillas	12.40 \pm 0.70	12.20 \pm 0.60	0.5000
Número de semillas depredadas	3.90 \pm 1.00	6.70 \pm 0.90	0.0080



pericarpo. En todos los casos, la gente recolecta principalmente los productos de los árboles «dulces» y «mansos».

En el caso de *Stenocereus stellatus*, los frutos son las principales partes utilizadas por la gente, y las características de tamaño, color y sabor de la pulpa, espinosidad y grosor de la cáscara, son considerados para caracterizar su calidad (Casas et al. 1997). La combinación de los estados de estas características produce un espectro amplio de variantes reconocidas por la gente, las cuales constituyen la materia prima sobre la cual actúa la selección artificial. Los campesinos consideran que los frutos de menor calidad son aquellos de tamaño pequeño (de 10 a 30 cm³) con pulpa roja y agria, espinosos y con cáscara gruesa. Por otro lado, los frutos más valiosos, tanto en términos culturales como comerciales, son aquellos de tamaño grande (más de 70 cm³) con pulpa blanca u otro color diferente al rojo y dulce, con pocas espinas y de cáscara delgada.

Con base en estos criterios, los campesinos practican selección artificial a través de formas de manejo *in situ*, en las poblaciones silvestres o *ex situ* en las huertas y solares (Casas et al. 1997). Al igual que en el caso de *Leucaena esculenta* subsp. *esculenta*, el manejo *in situ* de *Stenocereus stellatus* consiste en la tolerancia selectiva de algunos individuos con características favorables durante el aclareo de terrenos para cultivar maíz. Además, la gente propaga intencionalmente las ramas de aquellos individuos tolerados con el fin de aumentar su disponibilidad. A través de estas prácticas de aclareo de terrenos, tolerancia selectiva e inducción de fenotipos favorables, se reduce la variabilidad morfológica en las poblaciones silvestres originales y aumenta la frecuencia de fenotipos deseados por la gente. Al comparar las características morfológicas de individuos de poblaciones silvestres y manejadas *in situ* en el Valle de Tehuacán, Casas et al. (1999) encontraron que los frutos de los individuos manejados *in situ* son significativamente más grandes y con mayor proporción de pulpa, menos espinosos, con cáscara más delgada y con más semillas y de mayor tamaño con respecto a los frutos de los individuos en poblaciones silvestres (Tabla 3) y, aunque todos presentaron pulpa de color rojo, los frutos de individuos de poblaciones manejadas *in situ* fueron más dulces que

Tabla 3. Promedios \pm error estándar de características morfológicas en poblaciones silvestres y manejadas *in situ* de *Senecereus stellatus* en el Valle de Tehuacán. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre las poblaciones correspondientes, de acuerdo con pruebas de máxima diferencia significativa de Tukey (con base en Casas et al. 1999a).

Característica	Población					p	
	Silvestre		Manejada <i>in situ</i>				
	Zapotitlán (N=24)	San Juan Raya (N=10)	Coxcatlán (N=15)	Metzontla (N=15)	San Lorenzo (N=20)	Coapan (N=10)	
Tamaño de los frutos (cm ³)	22.4 \pm 1.9a	21.1 \pm 1.4a	19.8 \pm 2.6a	36.6 \pm 2.0b	31.0 \pm 1.4b	34.8 \pm 2.8b	<0.001
Número de areolas por cm ²	3.4 \pm 0.17b	3.1 \pm 0.12b	3.7 \pm 0.28b	2.2 \pm 0.17a	2.6 \pm 0.16a	2.3 \pm 0.25a	<0.001
Grosor de la cáscara (mm)	4.0 \pm 0.16b	4.7 \pm 0.22c	3.4 \pm 0.17a	3.1 \pm 0.14	3.4 \pm 0.14	3.1 \pm 0.23	<0.001
Proporción de pulpa (%)	46.7 \pm 1.9a	42.9 \pm 2.0a	49.7 \pm 2.9a	58.9 \pm 2.2b	56.3 \pm 2.4b	57.5 \pm 4.0b	<0.001
No. de semillas por fruto	828.3 \pm 52.8a	752.4 \pm 32.0a	949.4 \pm 92.0a	1188.4 \pm 81.4b	1190.4 \pm 33.4b	1205.1 \pm 49.3b	<0.001
Peso por semilla (mg)	0.88 \pm 0.04a	1.05 \pm 0.07b	0.69 \pm 0.05a	1.09 \pm 0.05b	1.16 \pm 0.04b	1.08 \pm 0.04b	<0.001





los de los individuos de poblaciones silvestres. Análisis estadísticos de la variación morfológica permitieron documentar una importante divergencia entre poblaciones silvestres y manejadas *in situ* fuertemente relacionada con los aspectos de manejo y selección artificial.

En el caso de *Stenocereus pruinosus*, Luna (1999) analizó comparativamente la morfología de árboles silvestres, manejados *in situ* y cultivados, encontrando diferencias significativas en las características de los frutos de acuerdo con el tipo de manejo. Encontró, por ejemplo, que el peso promedio de los frutos silvestres es de 38.3 g, mientras que el de los individuos manejados *in situ* es de 69.5 g y el de los cultivados es de 187.53 g. De manera similar, los estudios de Cruz (2000) y Cruz y Casas (enviado) indican que en *Polaskia chende* los frutos de las poblaciones manejadas *in situ* son significativamente de mayor tamaño que los de las silvestres (15.73 ± 0.85 g y 19.62 ± 1.32 g, respectivamente), mientras que los de Carmona (datos no publicados) indican que en *Polaskia chichipe* la diferencia en tamaño también es significativa (en promedio, 7.331 ± 0.114 g en poblaciones cultivadas; 5.96 ± 0.141 g en poblaciones manejadas *in situ* y 2.94 ± 0.118 g en poblaciones silvestres). Por su parte, Arellano (2001) encontró que los frutos de *Escontria chiotilla* en las poblaciones silvestres del Valle de Tehuacán son en promedio de 6.44 ± 0.22 g, mientras que los de las poblaciones manejadas son de 11.102 ± 0.44 g y que tales diferencias también son altamente significativas.

En ninguno de estos trabajos se estudiaron los componentes ambientales y genéticos que determinan las diferencias en tamaño de frutos que se documentaron. No obstante, en el trabajo de Casas et al. (1999) se analiza la variación en estas características en dos regiones y se observa que si bien existen diferencias significativas entre las poblaciones silvestres de ambas regiones, dentro de cada región, las poblaciones se diferencian a su vez de acuerdo con el tipo de manejo. Además, estos autores advierten que dentro de un mismo huerto o solar puede encontrarse una considerable variación en las características de los frutos. Cuando los individuos silvestres se cultivan dentro de ellos, mantienen las características esenciales de los frutos que pro-

vienen de las poblaciones silvestres. Todo lo cual permite suponer que la variación en las características de los frutos está influida por un importante componente genético y, por lo tanto, heredable.

Nopales. Diferentes autores reconocen que *Opuntia ficus-indica* L., *O. megacantha* Saml-Dick, *O. streptacantha* Lemaire, *O. robusta* Wendland var. *larreyi* (Weber) Bravo y *O. joconostle* Weber son las especies de nopales con variantes cultivadas (Bravo-Hollis 1978). No obstante, en un estudio en la región de El Bajío, Patricia Colunga y sus colaboradores (Colunga, Hernández-X. y Castillo 1986) encontraron que las especies de *Opuntia* están sujetas a un amplio espectro de formas de manejo, similar al descrito anteriormente para las cactáceas columnares. Los autores documentan que en el área estudiada, la gente utiliza 16 especies de nopales, las cuales incluyen alrededor de 70 variantes. Algunas, consideradas «mansas», se cultivan y aparentemente tienen algún grado de domesticación. Colunga y sus colaboradores identificaron 17 variantes «mansas» de las especies *O. megacantha*, *O. ficus-indica*, *O. crassa* Haworth, *O. undulata* Griffiths y *O. robusta* var. *larreyi*. Los autores documentan que las variantes restantes se consideran como «de monte», las cuales son aparentemente variantes silvestres o malezoides. Entre las variantes de monte se incluyen plantas cuyos cladodios son consumidos como «nopalitos». Otras que producen frutos con cáscara gruesa y agria, comestible, llamadas «xoconoztles» (incluyendo variantes de *Opuntia joconostle* y de *O. lasciacantha* Pfeiffer). Algunos con cáscara delgada y pulpa agria, llamados «jocotunas», que se consumen enteros como verduras (incluyendo variantes de *O. aff. leucotricha* y *O. streptacantha*), y otras con frutos de cáscara delgada y pulpa dulce, llamadas «tunas». Las características principales que la gente considera para clasificar las variantes de *Opuntia* y para seleccionar fenotipos mediante un manejo diferencial, incluyen el sabor, color, grosor y dureza de la cáscara, forma del fruto y cladodio, cantidad de espinas en frutos y cladodios.

Colunga (1984) evaluó la variación morfológica y tendencias en la domesticación de las especies y variantes mencionadas bajo diferentes formas de manejo. Llevó a cabo un análisis esta-



dístico multivariado con el fin de analizar patrones de similitud morfológica entre las 70 variantes mencionadas. Los análisis separaron de manera consistente las variantes «mansas» y «de monte». Pero además, los autores encontraron que 34 variantes «de monte» de las especies *O. megacantha*, *O. streptacantha*, *O. hyptiacantha* Weber, *O. tomentosa* Salm-Dyck, *O. jaliscana* Bravo, *O. velutina* Weber, *O. fuliginosa* Griffiths, *O. lasciacantha* Pfeiffer, *O. joconostle* y *O. atropes* Rose se manejan *in situ* y presentan una variación morfológica continua entre las variantes «mansas» y «de monte». Los resultados sugieren que la selección artificial ocasiona una divergencia morfológica entre las variantes silvestres y domesticadas, pero también entre las variantes silvestres y manejadas *in situ*. Los caracteres con mayor significancia para definir estos grupos fueron aquellos relacionados con las dimensiones de frutos y cladodios, así como la densidad de areolas en frutos y cladodios, forma de frutos y semillas, y el número y tamaño de semillas (véase Colunga, Hernández-X. y Castillo 1986).

De las especies estudiadas por Colunga (1984), *O. megacantha* es el único taxón de la región estudiada que presenta variantes silvestres, manejadas *in situ* y cultivadas. Con base en los datos morfológicos obtenidos por la autora, en el presente estudio se efectuó un análisis de componentes principales para comparar las variantes silvestres «agridulce» y «apastillada silvestre», con las manejadas *in situ* «conguito», «manzana con espinas» y «sanjuaneya», así como con las cultivadas/domesticadas «amarilla con espinas» «anaranjada», «apastillada bajita» «apastillada subida» y «tuna blanca» de *O. megacantha*. La Figura 2 muestra que los tres tipos de variantes de una misma especie se clasifican claramente en grupos discretos de acuerdo con su estatus de manejo, lo cual refuerza los resultados generales obtenidos por los autores mencionados con las 70 variantes de 16 especies. La divergencia morfológica que se ilustra en la Figura 2, aparentemente determinada por el tipo de manejo, apoya la hipótesis de que el manejo *in situ* puede jugar un papel en la domesticación de este grupo de plantas.

En los diferentes casos analizados, la selección artificial durante el manejo *in situ* está dirigida a aumentar la frecuencia de

los fenotipos deseables. Las plantas favorecidas formaban parte de las poblaciones originales establecidas y son capaces de sobrevivir y reproducirse independientemente del hombre. Es decir, la domesticación se encuentra en fases incipientes. Sin embargo, al alterar continuamente tanto la estructura fenotípica, y muy probablemente también la genotípica de las poblaciones, la selección artificial ocasiona procesos evolutivos. Y puesto que estos procesos se regulan intencionalmente por un interés humano, son procesos de domesticación.

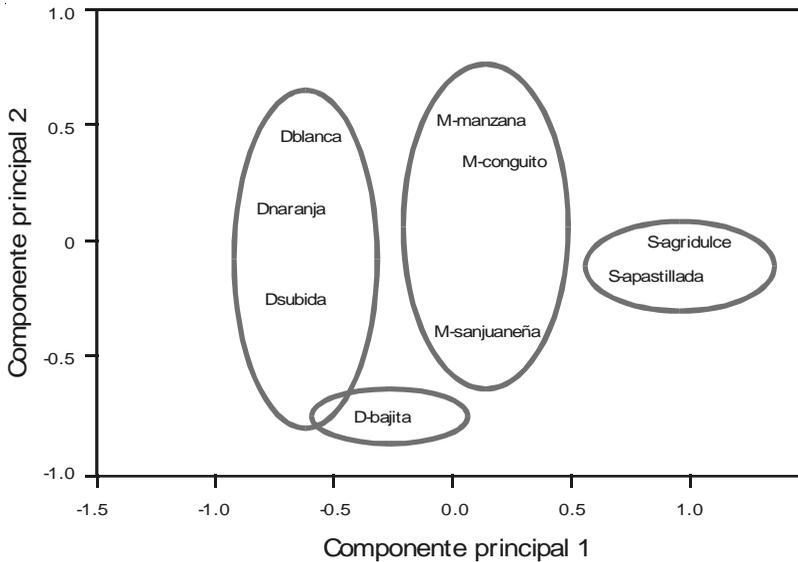


FIG. 2. Análisis de componentes principales de características morfológicas en diferentes variantes silvestres (prefijo S), manejadas in situ (prefijo M) y domesticadas (prefijo D) de *Opuntia megacantha* en la región de El Bajío, Guanajuato (con base en datos generados por Colunga, 1984).



UN MODELO PARA EXPLICAR LA DOMESTICACIÓN DE PLANTAS POR MEDIO DE LA SILVICULTURA

Comúnmente se usan dos modelos para explicar cómo surgió y se desarrolló la domesticación de las plantas. Uno de ellos explica la domesticación de las plantas propagadas por semilla. En este modelo se considera que la domesticación de tales plantas es una consecuencia de su siembra y cosecha durante generaciones sucesivas. Hillman y Davies (1990) consideran que las plantas mutantes que son favorecidas por el hombre, generalmente presentan una baja adecuación en las poblaciones silvestres y son incapaces de sobrevivir en condiciones naturales. Por lo tanto, la única manera de asegurar su sobrevivencia es a partir de su establecimiento, crecimiento y reproducción en ambientes controlados artificialmente *ex situ*. El segundo modelo trata de explicar el origen de la domesticación de las plantas que se propagan vegetativamente. Sauer (1952) y Harlan (1975) consideraron que la domesticación de estas plantas se originó a partir de la recolección de estructuras vegetativas de algunos fenotipos seleccionados, las cuales fueron cultivadas, cosechadas y vueltas a plantar, practicando selección artificial en cada ciclo.

Los dos modelos explican satisfactoriamente el proceso de domesticación de un número importante de plantas, sobre todo las anuales con sistemas de autopolinización que constituyen la mayor parte de las plantas cultivadas por semilla (Zohary y Hopf 1993), así como de las plantas anuales y perennes que se propagan vegetativamente. En el primer caso, la autopolinización permite aislar reproductivamente a las plantas seleccionadas con respecto a sus progenitores silvestres y fijar las características morfológicas deseables. Esto último es especialmente ventajoso cuando las características deseables son determinadas por alelos homocigos recesivos. Estas plantas, como señalan Zohary y Hopf (1993), son quizás las más fáciles de domesticar y por esta razón se incluyen en los primeros eventos de domesticación en el Medio Oriente. La fijación de características deseables es aún más directa a través de propagación vegetativa. Debido a esto, algunos autores como Sauer (1952) han considerado que la



vegecultura tropical podría ser la forma más antigua de cultivo y domesticación de las plantas (véase Harlan 1975). Sin embargo, no existen evidencias arqueológicas que respalden tal opinión.

Junto a las características del sistema reproductivo, la duración del ciclo de vida de las plantas puede influir de manera crucial la tasa de fijación de las características deseables. Por ejemplo, en plantas anuales es posible reconocer la progenie que mantuvo las características deseables de la madre en tan sólo un año. A través de una eliminación progresiva de los individuos no deseables y la siembra de semillas de fenotipos favorables, éstos pueden llegar a ser dominantes en un número de generaciones (o años) relativamente corto. Así, Zohary y Hopf (1993) sugieren que la domesticación de plantas cultivadas anuales con sistema de autopolinización puede haber ocurrido en un período de 20 años, una vez que el mutante favorable se hizo presente. De acuerdo con Zohary y Hopf (1993), en el Medio Oriente las plantas anuales con sistemas de cruzamiento autoincompatibles y las plantas perennes con propagación vegetativa fueron domesticadas después de las anuales con sistema de autopolinización, probablemente incluyendo selección consciente aprendida durante las primeras experiencias de domesticación. Sin embargo, este patrón es menos claro en Mesoamérica donde las plantas con sistema de cruzamiento autoincompatible y las perennes (con o sin propagación vegetativa) parecen estar presentes entre los primeros cultivares (MacNeish 1967, 1992; Smith 1967; Flannery 1986). Este es el caso de plantas anuales como las calabazas (*Cucurbita* spp.) y *Lagenaria siceraria* (Molina) Standley, con sistemas de reproducción abierta. Es también el caso de las plantas perennes que no se propagan vegetativamente y que presentan sistemas de reproducción abiertos, como la chupandilla (*Cyrtocarpa procera* Kunth), guaje (*Leucaena esculenta* subsp. *esculenta*) y aguacate (*Persea americana* Miller), las cuales se encuentran también entre las primeras plantas cultivadas (Smith 1967). La explicación de cómo se fijaron las características deseables en estas plantas representa un importante reto.

La selección de fenotipos deseables en las plantas con estas características puede resultar difícil, en parte por las características del sistema reproductivo. Cuando se siembran semillas de



una planta con sistema de reproducción cruzada, no todas las plantas de la progenie resultante presentan las características fenotípicas de la madre. Además, la continua recepción de polen de otros individuos, incluyendo aquellos con características no deseables, añade dificultades a la fijación de características deseables. Las dificultades pueden ser aún mayores cuando las plantas son de ciclo de vida largo, pues el establecimiento de mutantes deseables de estas plantas puede ser muy lento, no sólo debido al tiempo en el que las plántulas y las plantas juveniles requieren para alcanzar la madurez reproductiva, sino también debido al tiempo que se requiere para reemplazar los individuos viejos por los nuevos.

Las formas de manejo silvícola como los descritos en los apartados anteriores, ofrecen la posibilidad de resolver las dificultades para explicar la domesticación de especies de plantas con polinización abierta y ciclo de vida largo. Puede ser más efectivo incrementar el número de fenotipos deseables de estas especies al dejar en pie selectivamente algunos individuos, induciendo su propagación y protección *in situ*. Con estas acciones y con la eliminación de fenotipos indeseables, puede incrementarse la cantidad de fenotipos deseables en las poblaciones y comunidades vegetales, la frecuencia de cruza entre éstos y, con ello, la frecuencia de tales fenotipos en las progenies. Para estas especies de plantas, la domesticación a través de ciclos de selección y cultivo *ex situ* podría ser más exitoso después de haberse practicado selección *in situ*. En plantas perennes, tales procesos podrían ocurrir en un tiempo significativamente más corto que su domesticación únicamente bajo cultivo *ex situ*.

A diferencia de los modelos de seminicultura y vegecultura descritos arriba, en el proceso de domesticación que se desprende de esta propuesta, la propagación y mantenimiento de las plantas deseadas no se efectúa en ambientes controlados *ex situ*, sino en las poblaciones y comunidades vegetales *in situ*. La selección artificial tampoco se efectúa entre la siembra y la cosecha de plantas, sino que opera dejando en pie la plantas ya establecidas que presentan atributos ventajosos, favoreciendo así su futura reproducción, y eliminando las plantas no favorables. Debido a estas diferencias fundamentales, el proceso de domesti-

cación *in situ* constituye un modelo de domesticación también diferente. Además, puesto que se basa en el manejo de comunidades vegetales, podría denominarse «modelo silvícola».

Las formas de manejo *in situ* parecen ser muy comunes en Mesoamérica, y aunque los efectos de selección artificial *in situ* son poco documentados, los casos ilustrados en el texto sugieren que también la domesticación de plantas *in situ* podría ser una forma común de domesticación en el área. En consecuencia, el modelo silvícola podría ser de utilidad para analizar la domesticación de un buen número de plantas en Mesoamérica. Sin embargo, aún faltan evidencias para probar esta hipótesis. Las investigaciones arqueológicas juegan un papel central en el esclarecimiento de las formas pre-agrícolas de manejo de plantas, pero la información botánica y etnobotánica sobre los procesos actuales es de gran importancia para la interpretación de la información.

PERSPECTIVA ARQUEOLÓGICA

MacNeish (1967) considera que las primeras formas de cultivo se evidencian mediante los signos más antiguos de domesticación. Con esa base ha propuesto que las primeras formas de cultivo en Tehuacán, durante la fase El Riego, incluyeron a aguacates, chiles y calabazas, posiblemente bajo dos sistemas. Uno de ellos representado por el cultivo de calabaza en pequeñas parcelas, en las barrancas cercanas a las cuevas que habitaba la gente, sistema al cual MacNeish denomina «horticultura de barranca». Bajo un segundo sistema, plantas como aguacates y chiles se sembraban junto a los manantiales a lo largo de las playas del Río Salado, donde recibían suministro de agua a lo largo del año. A este sistema lo denomina «hidro-horticultura».

Sin embargo, Smith (1967) tomó en cuenta otras evidencias. Los cambios en la distribución geográfica de las plantas encontradas en las excavaciones, así como la abundancia de los restos encontrados como posibles indicadores de propagación o inducción intencional de las plantas analizadas. Con base en este tipo de información, propuso que las primeras formas de cultivo



en el área de Tehuacán probablemente consistían tan sólo en la remoción de algunas plantas no deseadas en pequeños parches de terreno, con el fin de mantener algunas plantas deseadas ya sea propagadas vegetativamente (cactáceas y magueyes) o por semillas, dejando en pie especies útiles como el mezquite, guajes, chupandía, nopales y otras cactáceas comestibles. De este modo, la vegetación natural nunca se removía completamente y, después de abandonar la parcela, ésta se recuperaría (Smith 1967). Bajo tal forma de cultivo, se podrían haber manejado especies nativas útiles de las zonas de barranca y de las playas de los ríos, igual que en los sistemas propuestos por MacNeish (1967), pero también aquellas plantas útiles de los matorrales y las selvas bajas caducifolias, que son los tipos de vegetación más extensos en la zona. Esta forma de cultivo se basaría en la eliminación y tolerancia selectiva, así como en la inducción de individuos de algunas especies que formaban parte de la comunidad vegetal original. Estas formas de manejo de la vegetación más bien parecen tratarse de una técnica silvícola, por lo que podría denominarse «silvicultura de tierras secas» o «silvicultura de tierras húmedas», según las características del ambiente manejado.

Desafortunadamente, los restos arqueológicos disponibles sólo aportan evidencia indirecta de los modelos de cultivo incipiente propuestos por MacNeish y Smith y no permiten concluir todavía acerca de si las primeras formas de cultivo en Tehuacán fueron como en estos modelos. No obstante, los modelos de MacNeish y Smith constituyen valiosas hipótesis que podrán ser probadas por futuras investigaciones arqueológicas, pero también por investigaciones etnobotánicas.

CONCLUSIONES

La información disponible permite sugerir fuertemente que los sistemas silvícolas en el área mesoamericana están involucrando procesos de domesticación. Existe información morfológica que apoya esta hipótesis en algunas especies, y se están llevando a cabo estudios sobre genética de poblaciones y biología reproductiva que eventualmente permitirán reforzar o replantear tal hipótesis. La documentación de los sistemas silvícolas mesoamericanos existentes en el presente, constituye una base de información para la interpretación de los estudios biológicos que se están efectuando, pero también para el análisis de los resultados que los estudios arqueológicos han encontrado con anterioridad y para el diseño de futuras investigaciones con enfoques novedosos para poner a prueba la hipótesis mencionada. La integración de estudios biológicos, etnobotánicos y arqueológicos parece entonces constituir una pauta metodológica que permitiría dilucidar en el futuro cuál es el papel que han jugado los sistemas silvícolas en la domesticación de plantas y cuál ha sido su contribución en el origen de la agricultura en Mesoamérica.



BIBLIOGRAFÍA

- Alcorn, J. B.** 1981. Huastec noncrop resource management: implications for prehispanic rain forest management. *Human Ecology* 9: 395-417.
- . 1983. El te'lon huasteco: presente, pasado y futuro de un sistema de silvicultura indígena. *Biótica* 8: 315-331.
- Arellano, E.** 2001. Manejo tradicional y variación morfológica en poblaciones silvestres y manejadas de *Escontria chiotilla* (Cactaceae) en el Valle de Tehuacán, Puebla. Tesis profesional, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México.
- Bartolo, M. C.** 2001. Biología reproductiva y procesos de domesticación de la cactácea columnar *Polaskia chichi* Beckeberg en el Valle de Tehuacán, Puebla. Tesis profesional, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México.
- Barrera, A., A. Gómez-Pompa, y C. Vázquez-Yañes.** 1977. El manejo de las selvas por los mayas, sus implicaciones silvícolas y agrícolas. *Biótica* 2: 47-61
- Blumler, M. A., y R. Byrne.** 1991. The ecological genetics of domestication and the origins of agriculture. *Current Anthropology* 32: 23-54.
- Braidwood, R. J.** 1960. The agricultural revolution. *Scientific American* 203: 131-148.
- Bravo-Hollis, H.** 1978. Las cactáceas de México. Volumen I, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.
- Bye, R. A.** 1985. Botanical perspectives of ethnobotany of the Greater Southwest. *Economic Botany* 4: 375-386.
- . 1993. The role of humans in the diversification of plants in Mexico. Páginas 707-731 en T. P. Rammamoorthy, R.A. Bye, A. Lot and J. Fa, eds., *Biological diversity of Mexico*. Oxford University Press, Oxford, Inglaterra.
- Caballero, J.** 1984. Recursos comestibles potenciales. Páginas 114-125 en T. T. Reyna, ed., *Seminario sobre la alimentación en México*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.
- . 1994. Use and management of *Sabal* palms among the Maya of Yucatán. Tesis doctoral, University of California, Berkeley, Estados Unidos de América.
- . 1994. La dimension culturelle de la diversité végétale au Mexique. *Journal D'Agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquée, nouvelle série* 36: 145-158.

- Caballero, J., y C. Mapes.** 1985. Gathering and subsistence patterns among the Purhepecha Indians of Mexico. *Journal of Ethnobiology* 5: 31-47.
- Campbell, A. H.** 1965. Elementary food production by the Australian Aborigines. *Mankind* 6: 206-211.
- Casas, A., J. L. Viveros, E. Katz, y J. Caballero.** 1987. Las plantas en la alimentación mixteca: una aproximación etnobotánica. *América indígena* 47: 317-343.
- , 1992. Etnobotánica y procesos de domesticación en *Leucaena esculenta* (Moc. Et. Sessé ex A.DC.) Benth. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.
- , **J. L. Viveros, y J. Caballero.** 1994. Etnobotánica mixteca: sociedad, cultura y recursos naturales en la Montaña de Guerrero. Instituto Nacional Indigenista-Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México, D. F., México.
- , **y J. Caballero.** 1996. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Moc. et Sessé ex A.DC.) Benth. (Leguminosae: Mimosoideae) in the Mixtec region of Guerrero, Mexico. *Economic Botany* 50: 167-181.
- , **M. C. Vázquez, J. L. Viveros, y J. Caballero.** 1996. Plant management among the Nahuatl and the Mixtec from the Balsas River Basin: and ethnobotanical approach to the study of plant domestication. *Human Ecology* 24: 455-478.
- , **B. Pickersgill, J. Caballero, y A. Valiente-Banuet.** 1997. Ethnobotany and domestication in xoconochtili, *Stenocereus stellatus* (Cactaceae), in the Tehuacán Valley and La Mixteca Baja, Mexico. *Economic Botany* 51: 279-292.
- , **J. Caballero, y A. Valiente-Banuet.** 1999. Use, management and domestication of columnar cacti in south-central Mexico: a historical perspective. *Journal of Ethnobiology* 19:71-95.
- , **J. Caballero, A. Valiente-Banuet, J. A. Soriano, y P. Dávila.** 1999a. Morphological variation and the process of domestication of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in Central Mexico. *American Journal of Botany* 86: 522-533.
- , **A. Valiente-Banuet; A. Rojas-Martínez, y P. Dávila.** 1999b. Reproductive biology and the process of domestication of the columnar cactus *Stenocereus stellatus* in Central Mexico. *American Journal of Botany* 86: 534-542.
- , **y G. Barbera.** En prensa. Mesoamerican domestication and diffusion of cacti. Capítulo 10 en P. Nobel, ed., *Cacti: Biology and Uses*. California University Press, Los Angeles, Estados Unidos de América.



- Clark, J. D.** 1959. The prehistory of Southern Africa. Penguin, London, Inglaterra.
- Colunga-García, P.** 1984. Variación morfológica, manejo agrícola y grados de domesticación de *Opuntia* spp. en El Bajío guanajuatense. Tesis de Maestría en Ciencias Agrícolas con especialidad en Botánica, Colegio de Posgraduados, Chapingo, Estado de México, México.
- , **E. Hernández-X, y A. Castillo.** 1986. Variación morfológica, manejo agrícola y grados de domesticación de *Opuntia* spp. en El Bajío guanajuatense. *Agrociencia* 65: 7-49.
- , **E. Estrada-Loera y F. May-Pat.** 1996. Patterns of morphological variation, diversity, and domestication of wild and cultivated populations of *Agave* in Yucatán, México. *American Journal of Botany* 83: 1069-1082.
- Cowan, C. W.** 1985. Understanding the evolution of plant husbandry in Eastern North America: lessons from Botany, Ethnography and Archaeology. Pags. 205-243 en R. Ford, ed., *Prehistoric food production in North America*. Anthropological Papers. Museum of Anthropology, University of Michigan, Ann Arbor, Estados Unidos de América.
- Cruz, M. A.** 2000. Aspectos de la biología reproductiva de *Polaskia chende* (Gosselin) A.C. Gibson y Horak (Cactaceae) en el Valle de Tehuacán, Puebla, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- , **y A. Casas.** (Enviado). Reproductive biology and morphological variation of *Polaskia chichi* (Cactaceae) under domestication in Central Mexico. *Economic Botany*.
- Darwin, Ch.** 1859. On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. John Murray, London, Inglaterra.
- . 1868. The variation of plants and animals under domestication. John Murray, London, Inglaterra.
- Davis, T., y R. Bye.** 1982. Ethnobotany and progressive domestication of *Jaltomata* (Solanaceae) in Mexico and Central America. *Economic Botany* 36: 225-241.
- Flannery, K. V.** ed. 1986. *Guilá Naqitz*. Academic Press, New York, Estados Unidos de América.
- Gómez-Pompa, A.** 1987. On Mayan silviculture. *Mexican studies/Estudios Mexicanos* 3: 1-17.
- . 1991. Learning from traditional ecological knowledge: insights from Mayan silviculture. Páginas 335-341 en A. Gómez-Pompa, T. C. Whitmore and M. Hadley, eds., *Rain forest regeneration and management*. UNESCO-The Parthenon Publishing Group, Paris, Francia.



- ., **E. Flores, y V. Sosa.** 1987. The «pet-kot»: a man-made tropical forest of the Maya. *Interciencia* 12: 10-15.
- Groube, I.** 1989. The taming of the rain forest: a model for late Pleistocene fores exploitation in New Guinea. Páginas 292-304 en D.R. Harris and G.C. Hillman, eds., *Foraging and farming. The evolution of plant exploitation.* Unwin Hyman, London, Inglaterra.
- Guillon, D.** 1983. The fire problem in tropical savannas. Páginas 617-641 en F. Bourliere, ed., *Tropical savannas.* Elsevier, New York, Estados Unidos de América.
- Hallam, S. J.** 1989. Plant usage and management in southwest australian aboriginal societies. Páginas 136-151 en D.R. Harris and G. C. Hillman, eds., *Foraging and farming. The evolution of plant exploitation.* Unwin Hyman, London, Inglaterra.
- Harlan, J. R.** 1975. *Crops and man. Foundation for modern crops science series.* American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, Estados Unidos de América.
- ., **y G. C. Hillman.** 1989. *Foraging and farming: the evolution of plant exploitation.* Unwyn Hyman, London, Inglaterra.
- Hawkes, J. G.** 1983. *The diversity of crop plants.* Harvard University Press, London, Inglaterra.
- Henry, D. O.** 1989. *From foraging to agriculture: the Levant and the end of the Ice Age.* University of Pennsylvania Press, Philadelphia, Estados Unidos de América.
- Hillman, G. C., y Davies M. S.** 1990. Measured rates in wild wheats and barley under primitive cultivation, and their archaeological implications. *Journal of world prehistory* 4: 157-222.
- Illsley, G. C.** 1984. *Vegetación y producción de la milpa bajo roza-tumba-quema en el ejido de Yaxcabá, Yucatán, México.* Tesis profesional, Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México.
- Lambert, J. D. H., y Arnason J.T.** 1982. Ramon and Maya ruins: an ecological, not an economic relation. *Science* 216: 298-299.
- Ladizinsky, G.** 1987. Pulse domestication before cultivation. *Economic Botany* 41: 60-65.
- Lewis, H. T.** 1973. *Patterns of Indian burning in California: Ecology and Ethnohistory.* Ballena Press Anthropological Papers 1: 1-101.
- Luna, C.** 1999. *Etnobotánica de la Pitaya Mixteca (Pachycereae).* Tesis Doctoral. Colegio de Posgraduados, Chapingo, Estado de México, México.



- Lundell, C. L.** 1937. The vegetation of Peten. Carnegie Institution of Washington. Publication no. 436. Washington, D.C., Estados Unidos de América.
- MacNeish, R. S.** 1967. A summary of the subsistence. Pags. 290-309 en D.S. Byers, ed., The prehistory of the Tehuacan Valley. Volume one: Environment and subsistence. University of Texas Press, Austin, Estados Unidos de América.
- 1992. The origins of agriculture and settled life. University of Oklahoma Press, London, Inglaterra.
- Mapes, C., J. Caballero, E. Espitia, y R. Bye.** 1996. Morphophysiological variation in some Mexican species of vegetable *Amaranthus*: evolutionary tendencies under domestication. Genetic Resources and Crop Evolution 43: 283-290.
- Medellín, M. S. G.** 1988. Arboricultura y silvicultura tradicional en una comunidad totonaca de la costa. Tesis de maestría, Instituto Nacional de Investigación en Recursos Bióticos, Xalapa, México.
- Mera, O. L. M.** 1987. Estudio comparativo del proceso de cultivo de la arvense *Physalis chenopodiifolia* Lamarck, y *Physalis philadelphica* var. *philadelphica* cultivar Rendidora. Tesis de maestría, Centro de Botánica, Colegio de Posgraduados, Chapingo, Estado de México, México.
- Miksicek, C. H.** 1983. The macrofloral remains of the Pulltrouser area: Settlements and fields. Páginas 94-104 en K.V. Flannery, ed., Pulltrouser Swamp. Ancient Maya habitat, agriculture and settlement in Northern Belize. University of Texas Press, Austin, Estados Unidos de América.
- Nigh, R. B., y J. D. Nations.** 1983. La agrosilvicultura tropical de los lacandones de Chiapas. Configuraciones de la diversidad. CADAL y Centro de Estudios del Tercer Mundo, México, D. F., México.
- Pimienta-Barrios, E., y P. Nobel.** 1994. Pitaya (*Stenocereus* spp., Cactaceae): an ancient and modern fruit crop of Mexico. Economic Botany 48: 76-83
- Puleston, D. E.** 1982. The role of ramon in Maya subsistence. Páginas 353-366 en K.V. Flannery, ed., Maya subsistence. Studies in memory of Dennis E. Puleston. Academic Press, New York, Estados Unidos de América.
- Rhoads, J. W.** 1980. Sagopalm management in Melanesia: an alternative perspective. Archaeology in Oceania 17: 20-27.
- Rico-Gray, V., y J. G. García-Franco.** 1991. The Maya and the vegetation of the Yucatan peninsula. Journal of Ethnobiology 11: 135-142.
- Rindos D.** 1984. The origins of agriculture: an evolutionary perspective. Academic Press, Orlando, Florida, Estados Unidos de América.



- Rose-Ines, R.** 1972. Fire in west African vegetation. Proceedings of the Tall Timbers Fire Ecology Conference 11: 147-173.
- Sauer, C. O.** 1952. Agricultural origins and dispersals. MIT Press, Cambridge, Estados Unidos de América.
- Smith, C. E.** 1967. Plant Remains. Páginas 220-225 en D. S. Byers, ed., The prehistory of the Tehuacan Valley. University of Texas Press, Austin, Estados Unidos de América.
- Spriggs, M.** 1996. Early agriculture and what went before in Island Melanesia: continuity or intrusion? Páginas 524-537 en D.R. Harris ed., The origins and spread of agriculture and pastoralism in Eurasia. University College London Press, London, Inglaterra.
- Steward, J. H.** 1938. Basin plateau aboriginal socio-political groups. Bureau of American Ethnology Bulletin of the Smithsonian Institution 120. Washington, Estados Unidos de América.
- Vázquez, R. M. C.** 1991. Tendencias en el proceso de domesticación del papaloquelite (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson. Asteraceae). Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.
- Viveros, J. L., y A. Casas.** 1985. Etnobotánica mixteca: alimentación y subsistencia en la Montaña de Guerrero. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.
- Williams, D. E.** 1985. Tres arvenses solanáceas comestibles y su proceso de domesticación en el estado de Tlaxcala, México. Tesis de maestría, Colegio de Posgraduados, Chapingo, Estado de México, México.
- Wiseman, F. M.** 1978. Agricultural and historical ecology of the Maya lowlands. Páginas 63-116 en P.D. Harrison y B.L. Turner II, eds., Pre-hispanic maya agriculture. University of New Mexico Press, Albuquerque, Estados Unidos de América.
- Yen, D. E.** 1989. The domestication of environment. Páginas 55-75 en D. R. Harris D. R. and G. C. Hillman, eds., Foraging and farming: the evolution of plant exploitation. Unwin Hyman, London, Inglaterra.
- Zárate, S.** 1994. Revisión del género *Leucaena* Benth. de México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica 65: 83-162.
- Zohary, D., y M. Hopf.** 1993. Domestication of plants in the Old World. 2nd. edition. Clarendon Press, Oxford, Inglaterra.

ASIGNACIÓN DE BIOMASA EN TRES COLECTAS DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) CON DIFERENTE GRADO DE MANEJO

Cristina Mapes.

Jardín Botánico del Instituto de Biología,
Universidad Nacional Autónoma de México,
Apartado Postal 70-614, México D.F., 04510, México.
cmapes@mail.ibiologia.unam.mx

Resumen

Bajo condiciones homogéneas de cultivo en Chalco, Estado de México, se cultivaron tres colectas de amaranto utilizadas para producción de grano y de verdura con diferente grado de manejo. La colecta productora de grano y cultivada correspondió a *Amaranthus hypochondriacus* raza «mercado», la colecta productora de verdura y fomentada a *Amaranthus hypochondriacus* raza «mixteco» y la ruderal a *Amaranthus hybridus*. Se hizo una evaluación del crecimiento de las plantas tomando como variables: altura, área foliar, biomasa total y biomasa de raíz, tallo, hojas e inflorescencia. La cultivada productora de grano posee un alto esfuerzo reproductivo, la fomentada usada a manera de verdura retardó la reproducción y prolongó la producción de follaje y, finalmente la ruderal mostró más bien un comportamiento de maleza, ya que la mayor proporción de biomasa a hojas fue asignada en las primeras etapas de desarrollo de las plantas (65%) momento en el cual generalmente se consumen.

Abstract

Two races of edible grain and vegetable amaranth, *Amaranthus hypochondriacus* (mercado and mixteco) and *A. hybridus* were cultivated under uniform conditions in Chalco, Valley of Mexico. Plant height, leaf area, total biomass, biomass allocation to root, stem, leaves and inflorescence were measured periodically. Resource allocation patterns were different between the three collections. «Mercado», an edible grain amaranth exhibited a large proportion of biomass allocated to the inflorescence (54%). «Mixteco» delayed the onset of reproduction thus lengthening the period of leaf production and exhibited a low proportion



of biomass allocated to the inflorescence (6.8%). In contrast *A. hybridus* exhibited a weed-like behavior in that the greater resource allocation to leaves (65%) occurs during the early stages of their development at which time they are consumed. Also it exhibited a large proportion of biomass allocated to inflorescence (51.8%).

Palabras claves: *Amaranthus* spp., análisis de crecimiento, Etnobotánica, México.

Key words: *Amaranthus* spp., growth analysis, Ethnobotany, Mexico.

La palabra «amaranto» viene del griego y significa «eterno, perdurable». Desde la antigüedad los amarantos de grano (*Amaranthus* spp.), han logrado formar parte de los cultivos básicos en Latinoamérica y hasta la fecha forman parte de su agricultura tradicional.

En la actualidad, existe un renovado interés por su cultivo debido al potencial que representa en la elaboración de nuevos productos alimenticios, sus beneficios nutricionales y sus ventajas agrícolas. En efecto, el amaranto puede ser procesado de diferentes maneras. Las semillas pueden ser reventadas con el objeto de elaborar los dulces llamados «alegría», granolas y hojuelas. Se puede obtener harina con la cual se elaboran pasteles, galletas, cremas y pastas. Una característica del amaranto es que requiere un menor procesamiento que otros cultivos, factor importante en países donde las fuentes de energía son escasas o costosas. Su proteína es de alto valor biológico, pues es la que presenta el balance de aminoácidos que más se acerca a la proteína ideal. La eficiencia proteínica del amaranto es comparable con la de la caseína (Espitia 1991).

En particular, el aminoácido esencial lisina, que no se encuentra en las proteínas de los cereales, en el amaranto se presenta en dobles cantidades con respecto a la que tienen los granos comunes. Como resultado, el amaranto puede usarse como complemento en alimentos elaborados con maíz, trigo y arroz. Desde el punto de vista nutricional, es especialmente benéfico para los niños y las mujeres embarazadas, o las que se encuentran en la fase de lactancia (Espitia 1991).



Desde el punto de vista agronómico, el amaranto es un cultivo que prospera en regiones temporaleras de baja precipitación donde los cultivos básicos tienen poco éxito. Es muy resistente a la sequía y al calor y requiere menor cantidad de agua. Es un cultivo fácil de establecer y crece vigorosamente adaptándose a nuevos medios. Por lo anterior, el amaranto es una excelente alternativa para la agricultura y para subsanar los problemas nutricionales en los países en desarrollo.

Las principales especies productoras de grano son: *A. hypochondriacus* L. y *A. cruentus* L. originarias de México y Guatemala, llegando al suroeste de Estados Unidos y *A. caudatus* L. originaria de Los Andes de Perú, y que se extiende hacia el norte de Ecuador y hacia el sur de Bolivia y Argentina (Williams y Brenner 1995). Además, estas tres especies productoras de grano se usan con múltiples propósitos porque presentan también hojas comestibles. Por ejemplo, *A. cruentus* es una verdura muy importante en otras partes del mundo, especialmente en África. Inicialmente fue domesticada como una especie productora de grano, de verdura y de colorante. En el Siglo XIX se usaba también como ornamental y sus hojas se consumían como verdura en muchas partes tropicales del mundo.

Existen otras especies de amaranto que no son cultivadas, pero que se usan como verdura o como alimento de emergencia en las hambrunas. La dieta de muchas poblaciones del mundo se basa fundamentalmente en el consumo de cereales y leguminosas de grano. Son mejoradas desde el punto de vista nutricional con la adición de pequeñas cantidades de hojas verdes, las cuales mejoran y complementan la dieta de vitaminas y minerales. Entre las hojas verdes, el amaranto (*Amaranthus* spp.) es una de las más importantes (Spillari, García y Bressani 1989).

En México se usan diferentes especies de amaranto como verdura. Generalmente son malezas, arvenses o ruderales. Las especies no cultivadas son de menor tamaño que las plantas productoras de grano, presentan flores y frutos más pequeños y semillas de color oscuro.

Los «quintoniles» son una clase de «quelites». Las verduras comestibles generalmente no cultivadas (los quelites) son plantas herbáceas cuyas hojas jóvenes y partes tiernas se consumen. En algunos casos también se consumen las inflorescencias todavía no completamente desarrolladas y los tallos tiernos (Bye 1981).

La presente investigación tiene como antecedente inmediato el trabajo «Plantas comestibles de México», realizado como parte de las actividades del laboratorio de Etnobotánica del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). A partir del inventario realizado a lo largo del país, se confirmó la importancia que tiene este género en la alimentación de varios grupos indígenas y campesinos.

El trabajo se divide en dos partes: en la primera, se efectuó la investigación etnobotánica y en la segunda, una fase experimental.

En la primera etapa, una de las regiones que resultó de gran relevancia fue la Sierra Norte de Puebla, donde el consumo de amaranto como verdura es muy alto. Se reunió información acerca del conocimiento, uso y manejo de diferentes especies de amaranto que se utilizan como verdura en la zona. Se puso especial énfasis en las motivaciones y preferencias de la gente hacia estas plantas. Se ubicaron los agroecosistemas donde se encuentra presente el amaranto y su manejo agrícola. Cabe señalar que en esta región se llevan a cabo procesos muy activos de domesticación del amaranto como verdura.

Al mismo tiempo se realizaron viajes de colecta en diferentes zonas productoras como el Distrito Federal, Morelos, Tlaxcala y Puebla. Semillas y ejemplares de herbario se recolectaron en diferentes agroecosistemas, en graneros y en mercados.

En la segunda parte, la investigación se relacionó con las actividades del programa Universitario de Alimentos (PUAL), a través del proyecto «Establecimiento de jardines de introducción». El PUAL a su vez, mediante un convenio con la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, facilitó la utilización de un terreno que pertenece al rancho San Francisco, ubicado en Chalco,



Estado de México. Durante 1990, se estableció un ciclo de cultivo con 32 poblaciones distintas de plantas ruderales, arvenses, fomentadas y cultivadas productoras de grano y de verdura de diferentes regiones del país, con el propósito de establecer parcelas demostrativas del uso potencial del amaranto y al mismo tiempo realizar un estudio comparativo del patrón de crecimiento. En el trabajo se presentan únicamente los resultados de tres colectas: A) Una especie cultivada productora de grano. B) Una especie fomentada productora de verdura y C) Una especie ruderal productora de verdura.

El objetivo de la investigación fue determinar y comparar el desarrollo de las colectas de amaranto con diferente grado de manejo bajo condiciones homogéneas de cultivo en Chalco, Estado de México, a partir del crecimiento y la asignación de materia seca a lo largo de su ciclo de vida. Se puso atención especial en las diferencias que muestran las plantas productoras de verdura con las de grano y en las diferencias que muestran las cultivadas de las fomentadas y ruderales.

MATERIALES Y MÉTODOS

SITIO EXPERIMENTAL

El presente estudio se realizó en el rancho San Francisco (propiedad de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM), localizado en el municipio de Chalco, Estado de México, al sur del Valle de México a los 19°14' de latitud norte, 97°57' longitud oeste y a una altitud de 2,236 m.s.n.m. (Figura 1).

Con base en el estudio de clima de la región, Reyna (1989) propone que el clima de Chalco es del tipo C(W₁)b de acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988). El clima corresponde a los templados subhúmedos con lluvias de verano. La temperatura media anual es de 15°C. En mayo se registran las temperaturas más altas, pero no alcanzan 22°C, por lo que aún el verano es fresco (Figura 2). Las lluvias ocurren en verano. De 620 mm de precipitación que se reciben al año, más del 90 % se concentran en esta estación (junio-septiembre,

siendo el mes de julio el más lluvioso). Las heladas se presentan en enero, febrero y diciembre con un promedio de 17, 10 y 13 días respectivamente de cada mes. La temperatura media mínima es de 3°C en diciembre y enero y de 5°C en febrero. Normalmente pueden ocurrir heladas antes de diciembre y cuando se presentan antes de que el cultivo termine pueden ocasionarle graves daños.



FIG. 1. Localización del municipio de Chalco, Estado de México, donde se ubica el sitio experimental Rancho San Francisco.

Los suelos en la zona son fluvisoles eútricos, los cuales son poco desarrollados, constituidos por materiales disgregados que no presentan estructuras en terrones. La estructura es típicamente arenosa con 76 a 95% de arena, lo que favorece el drenaje. En promedio el pH es de 7.4 a 8.8, esto es, de ligero a fuertemente alcalino (Reyna y Carmona 1991).

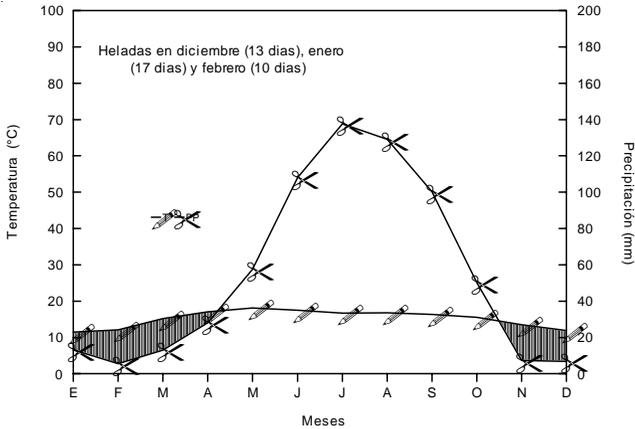


FIG. 2. Climograma obtenido a partir de los datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica de Chalco, Estado de México (con 14 y 20 años de registro respectivamente, anterior a 1990).

ESPECIES ANALIZADAS EN EL ESTUDIO

Amaranthus hypochondriacus L.

Plantas anuales herbáceas. El tallo simple o ramificado alcanza una altura de hasta tres metros. Tiene hojas simples alternas, elípticas u ovado-oblongas, ápice agudo acuminado y base cuneada o aguda. Inflorescencia de gran tamaño con espigas y panículas laterales; muy densa, erecta y espinosa. Flores pentámeras, tépalos ligeramente curvados y más largos que los tépalos de las otras especies para producción de grano. Semillas de color blanco, dorado, café y negro. La especie también es ornamental por sus inflorescencias que son muy vistosas (Grubben y Van Sloten 1981).

Amaranthus hypochondriacus «mercado»

Las plantas de esta raza (Figura 3) alcanzan una altura en la madurez de hasta 2 metros, su ciclo biológico dura unos 140 días. Por lo general, presenta tallos y hojas de color verde y las hojas son de forma elíptica. La inflorescencia central mide alrededor de 60 cm de longitud y presenta de 42 a 75 panículas erectas, cada una de 3 a 9 ramas. Los glomérulos tienen un

promedio de 44 flores pistiladas y las brácteas son más cortas que el utrículo y de ápice obtuso por lo que resulta ser suave al tacto. Desarrolla numerosas ramificaciones laterales y adquiere una apariencia arbustiva, sobre todo a bajas densidades de población. Las semillas son blancas, doradas y raras veces negras. La raza «mercado» no se encuentra pura, sólo mezclada con la raza «mexicano» en las regiones productoras de Morelos y Puebla (Kauffman y Reider 1984; Weber et al. 1985; Espitia 1986, 1987, 1994).



FIG. 3. *Amaranthus hypochondriacus* raza «mercado», correspondiente a la población cultivada.

Amaranthus hypochondriacus «mixteco»

Esta raza se utiliza como grano y además tiene un fuerte potencial para usarse como forraje. Es originaria de los estados de Oaxaca y de Michoacán (Figura 4). Es muy similar a la «azteca», pero tarda más tiempo en madurar, de 180 a 220 días. Las ramificaciones de la inflorescencia son más delgadas que en la raza «azteca». Alcanza hasta 3 m de altura. La inflorescencia presenta de 100 a 170 panículas erectas y cada una tiene de 5 a 27 ramas. Los glomérulos tienen un promedio de 18 flores pistiladas. Las brácteas son más largas que el utrículo. Las semillas son blancas o marrón oscuro y el tamaño va de chico a mediano. La raza es muy sensible al fotoperíodo (Kauffman y Reider 1984; Weber y Kauffman 1990; Espitia 1992a, 1992b).



Amaranthus hybridus L.

La especie crece en promedio 2.0 (0.5-2.5) metros de altura y presenta ramificación (Figura 5). Las hojas son muy variables, ovadas, lanceoladas, elípticas, ovaladas, oblongas o rómbicas con puntas agudas, obtusas o acuminadas. La inflorescencia es más bien laxa con muchas espigas laterales. Las brácteas son dos veces más largas que los tépalos y exceden las ramificaciones del estilo en longitud. Los tépalos son ligeramente recurvados, más pequeños que el utrículo, los internos son ligeramente obovados con puntas agudas. El utrículo se estrecha en una torre en el ápice. Las ramificaciones del estilo son erectas y se reúnen en una hendidura profunda en la base. Las semillas son de color oscuro (Williams y Brenner 1995).



FIG. 4. *Amaranthus hypochondriacus* raza «mixteco», correspondiente a la población fomentada.



FIG. 5. *Amaranthus hybridus*, correspondiente a la especie ruderal.

ESTADO CULTURAL DE LAS COLECTAS DE AMARANTO USADAS EN EL ESTUDIO

En diferentes regiones de México existe una amplia gama de relaciones entre el agricultor y las especies vegetales, presentándose diferentes intensidades en el grado de manipulación de las plantas, encontrándose desde las plantas silvestres recolectadas hasta las claramente domesticadas. Con el tiempo, entre las plantas silvestres y domesticadas, surgió una serie de fases intermedias constituídas por especies con un grado de manipulación variable (Harlan 1975; Hawkes 1983). Por lo tanto, es complejo establecer diferencias claras en ciertas especies sometidas a un manejo continuo ya que no pueden ser incluídas en ninguno de los dos extremos.

En el presente estudio, de acuerdo a las diferentes fases biológicas y grados de manipulación al que fueron sometidas las plantas, se utilizó la clasificación de Vázquez (1986), Bye (1993) y Casas et al. (1996).

Cultivada. Son aquellas plantas que durante su ciclo de vida reciben manejo y cuidado por parte del ser humano. Es importante mencionar que las plantas domesticadas son cultivadas, pero no todas las cultivadas son domesticadas. En el estudio, la especie cultivada productora de grano es *A. hypochondriacus* «mercado». La colecta fue donada por el Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Fomentadas o inducidas (enhancement). El tipo de manejo consiste en diferentes estrategias dirigidas a incrementar la densidad de población de las plantas útiles en sus hábitats naturales. Incluye la siembra de semillas o la propagación intencional de estructuras vegetativas en los mismos lugares ocupados por las poblaciones de plantas silvestres o arvenses. En el estudio la especie fomentada usada a manera de verdura es *A. hypochondriacus* «mixteco». La colecta se encontró en la Sierra Norte de Puebla.



Arvenses y Ruderales. En 1965, Baker señala que una planta es una «maleza» si su población se desarrolla en situaciones con un fuerte grado de disturbio causado por el hombre. Incluye por una parte, las especies llamadas «agrestes» o arvenses que entran a los campos de cultivo y, por otro, lado están las «ruderales», que pueden encontrarse en sitios con vegetación perturbada o bien a lo largo de los caminos. Sin embargo, no es posible establecer una línea entre estos dos tipos de «maleza», ya que una especie puede ocupar ambos hábitats. En el estudio, la especie ruderal es *A. hybridus* y se colectó en el norte de México.

FASE EXPERIMENTAL

PARCELA EXPERIMENTAL

El área total de la parcela experimental fue de 4140.48 m². Luego se dividió en 32 subparcelas de 80 m² cada una, separadas entre sí por pasillos de 1.12 m.

Se sembraron 32 diferentes colectas de amaranto y se evaluaron 16 de ellas. En el trabajo sólo se presentan los resultados de tres colectas. Las subparcelas designadas para la siembra de las colectas de amaranto utilizadas en el estudio fueron seleccionadas al azar.

La preparación del terreno para la siembra se efectuó dos semanas antes con tractor y rastra de discos. Se realizó barbecho y dos rastreos. Cuatro meses antes se fertilizó el terreno con estiércol de borrego. La siembra se realizó el 15 de mayo de 1990. En el terreno se hicieron pequeños hoyos a una distancia de 80 cm. Se depositaron 10 semillas a una profundidad de 2 cm. Con el objeto de obtener las medidas se hicieron los deshierbes manuales y aclaró 30 días después de la germinación dejando una planta en cada hoyo. De esta manera quedaron 80 plantas por subparcela. Para hacer un aclareo se transplantaron plantas a lugares de la misma subparcela donde no habían germinado e incluso se volvieron a sembrar algunas colectas. Antes de las lluvias se realizaron varios riegos manuales. A partir del 19 de mayo se llevó a cabo la primera labranza (aporque).

Durante el ciclo de cultivo se efectuaron diez deshierbes y cinco labranzas. Se hicieron varias aplicaciones de insecticida Foley ya que las subparcelas fueron severamente atacadas por insectos. El 10 de noviembre se presentó una helada muy severa que terminó con el cultivo.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

Se realizó una evaluación del crecimiento de las plantas con variables como la altura, el área foliar, la biomasa total de la planta y la biomasa de raíz, tallo, hoja e inflorescencia. A continuación se describe el procedimiento de medición.

Muestreos no destructivos

En cada subparcela se seleccionaron 10 plantas al azar. Para ello se hizo un sorteo numerando las plantas de la subparcela, se marcaron y se midió su altura cada 10 días a partir de la emergencia desde la cicatriz del primer par de hojas.

Muestreos destructivos

A partir de la siembra de las semillas se hicieron cinco muestreos destructivos o cosechas con intervalos de 30 días aproximadamente (Tabla 1), de seis plantas (incluyendo raíz) seleccionadas al azar en cada una de las subparcelas. Las plantas fueron llevadas en bolsas de plástico negro al laboratorio (Jardín Botánico, UNAM), donde se separaron en sus diferentes componentes: tallo, hoja, raíz e inflorescencia. Se obtuvieron los siguientes datos:

A) *Area foliar*. Se utilizó un medidor de área foliar Delta TRS 232 C del Centro de Ecología, UNAM, para las hojas de cada individuo antes de ponerlas a secar.

B) *Biomasa*. Las raíces, tallos, hojas e inflorescencias se secaron en estufa a 60-65^o C durante 64 hrs. La biomasa total de la planta se obtuvo sumando los valores. No se consideró la materia perdida a lo largo del ciclo de vida de la planta.

C) *Asignación de biomasa*. Para conocer la asignación de biomasa de las plantas se consideraron los porcentajes de peso seco de raíz (R), tallo (T), hoja (H) e inflorescencia (I).



Tabla 1. Fecha y tiempo correspondientes a cada una de las cosechas realizadas en las subparcelas experimentales de las razas de amaranto estudiadas.

COSECHA	FECHA	TIEMPO (días)
I	18-JUN-90	21
II	12-JUL-90	45
III	14-AGO-90	78
IV	25-SEP-90	120
V	24-OCT-90	149

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para los valores obtenidos de altura, biomasa parcial y área foliar, se efectuaron análisis de covarianza para evaluar las diferencias entre las tres colectas. Las variables independientes fueron en dos casos: las colectas (como factor estadístico), y el tiempo (como covariable del factor). Para los valores de altura, biomasa y área foliar se hizo una transformación logarítmica utilizando la función matemática de $\underline{Y} = \text{Log}(x+1)$, mientras que para los datos porcentuales de biomasa se utilizó la siguiente fórmula matemática: $Y = \text{ARC COS}(\underline{x}/100)^{0.5}$, en donde \underline{Y} es el valor transformado y \underline{x} es el porcentaje de biomasa (raíz, tallo, hoja e inflorescencia).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura. Se presentaron diferencias en la altura total/planta promedio entre colectas (Figura 6) de mayor a menor: la fomentada («mixteco»); la ruderal (*A. hybridus*) y la cultivada («mercado»): 255.9 ± 12.0 d.s., $N=10$; 148.6 ± 8.5 d.s., $N=10$ y 141.1 ± 5.6 d.s., $N=10$, respectivamente. El tiempo al que fue alcanzado el valor máximo fue distinto. La cultivada y la ruderal alcanzaron la máxima altura a los 138 días, mientras que la fomentada hasta los 164 días. Cabe señalar que entre los 14 y 51 días después de la emergencia, el crecimiento en altura fue muy rápido. El análisis de covarianza (ANCOVA), para los datos de altura transformados a logaritmos indica que las diferencias son significativas ($p < 0.05$), así como la covariable tiempo ($p < 0.05$).

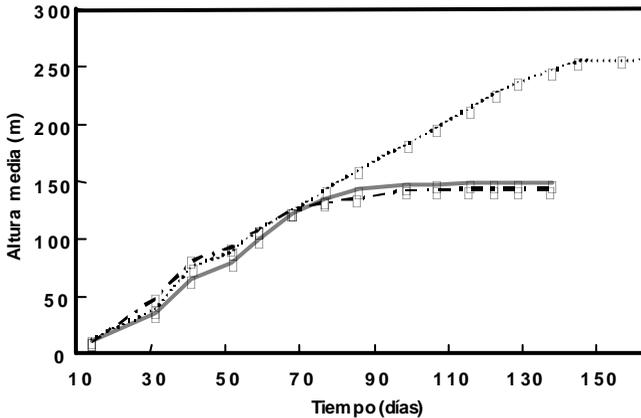


FIG. 6. Crecimiento comparativo en altura total en las tres colectas de amaranto a lo largo del tiempo.

- *Amaranthus hypochondriacus*
"mixteco" (fomentada)
- - - *Amaranthus hypochondriacus*
"mercado" (cultivada)
- *Amaranthus hybridus*
(ruderal)



Área foliar. Al comparar el área foliar entre las tres colectas (Figura 7) se observan diferencias en los valores máximos. La colecta fomentada (verdura) mostró el área foliar mayor ($2.913 \text{ m}^2 \pm 1.06 \text{ d.s.}$, $N=10$), siguiendo en orden decreciente, la cultivada ($0.649 \text{ m}^2 \pm 0.119 \text{ d.s.}$, $N=10$) y la ruderal ($0.405 \text{ m}^2 \pm 0.129 \text{ d.s.}$, $N=10$). El tiempo al que alcanzaron el valor máximo fue distinto: fomentada a los 149 días, la cultivada a los 78 días y la ruderal a los 45 días. El ANCOVA para los datos de área foliar transformados a logaritmos indica que las diferencias son significativas ($p < 0.05$), así como la covariable tiempo ($P < 0.05$). La fomentada productora de verdura presentó los valores más altos de área foliar con respecto a la cultivada y a la ruderal.

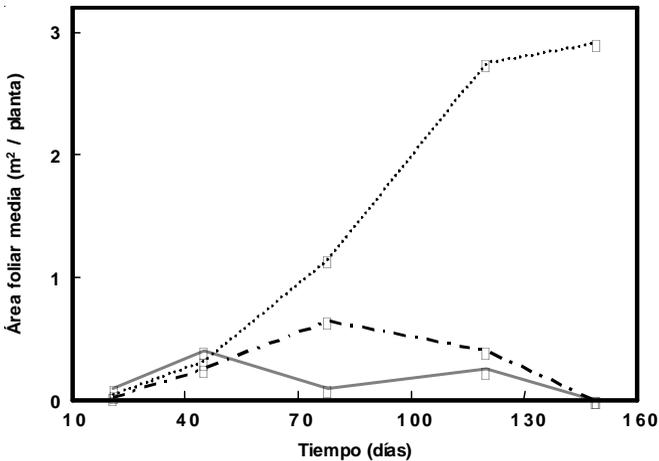


FIG. 7. Incremento comparativo en área foliar en las tres colectas de amaranto a lo largo del tiempo.

- *Amaranthus hypochondriacus*
"mixteco" (fomentada)
- - - *Amaranthus hypochondriacus*
"mercado" (cultivada)
- *Amaranthus hybridus*
(ruderal)

Incremento de peso seco total. La colecta fomentada presentó 549.29 g. \pm 228.96 d.s. de biomasa total a los 149 días; la ruderal 390.78 g. \pm 96.50 d.s. a los 149 días y la cultivada 334.58 g. \pm 76.67 d.s. a los 120 días (Figura 8). La última colecta presentó un decremento de biomasa a los 149 días (312.38 g.). El ANCOVA para los datos de peso seco transformados a logaritmos indica que las diferencias son significativas ($p < 0.05$), así como la covariable tiempo ($p < 0.05$).

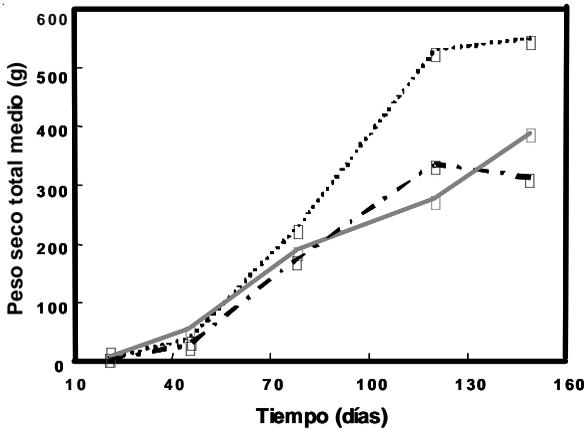


FIG. 8. Incremento comparativo en biomasa total en las tres colectas de amaranth a lo largo del tiempo.

- *Amaranthus hypochondriacus* "mixteco" (fomentada)
- - - *Amaranthus hypochondriacus* "mercado" (cultivada)
- *Amaranthus hybridus* (ruderal)

Incremento en el peso seco de tallo y hoja. La tendencia en los valores promedio de peso seco de tallo es similar en la cultivada y en la ruderal. Alcanzando el valor máximo a los 149 días (127.33g y 113.21g, respectivamente), mientras que la fomentada alcanza el valor máximo a los 120 días (276.46 g) presentando un decremento a los 149 días. Los valores promedio de peso seco de hoja son los siguientes: la fomentada alcanza el valor máximo a los 120 días (182.53 g.); la ruderal 61 g. a los 149 días y la cultivada 41.90 g. a los 78 días (Figura 9).

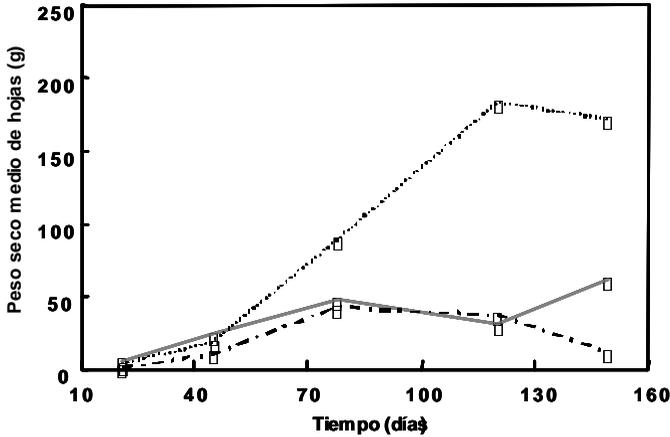


FIG. 9. Incremento comparativo en biomasa de tallos y hojas en las tres colectas de amaranto a lo largo del tiempo.

- *Amaranthus hypochondriacus* "mixteco" (fomentada)
- - - *Amaranthus hypochondriacus* "mercado" (cultivada)
- *Amaranthus hybridus* (ruderal)

Asignación de biomasa. La etapa vegetativa en la cultivada y en la ruderal comprende únicamente la cosecha I, mientras que la etapa vegetativa en la fomentada comprende el período de las cosechas I a la III. En la gráfica se observa que la asignación de biomasa en las tres colectas durante la etapa vegetativa, presentó un mayor porcentaje de peso seco asignado a hojas y tallos y menor a raíz.

La etapa reproductora en la cultivada y en la ruderal comprende el período de la cosecha II a la V. En la cultivada y en la ruderal se observa una mayor producción de biomasa a estructuras reproductivas (0.91-54 % y 1.0 - 51.8 %, respectivamente) y una disminución en hojas (62-3.9 % y 64-13 %, respectivamente). La fomentada y usada a manera de verdura presenta un patrón de asignación muy diferente. Sólo presenta un 6.8 % de asignación a estructuras reproductivas al final del ciclo de vida y una disminución de hojas de 68-33 % (Figura 10).

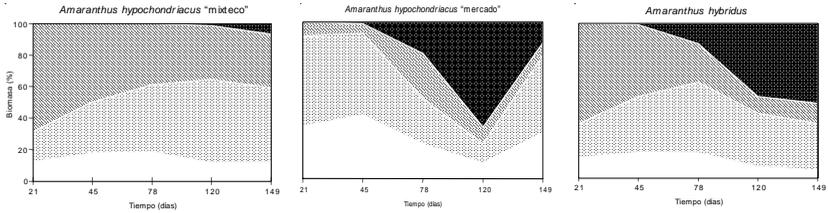


FIG. 10. Cambios en el porcentaje de asignación de biomasa en las tres colectas de amaranth a lo largo del tiempo.



Los resultados de ANCOVA para los valores porcentuales de las estructuras vegetativas y reproductivas de las plantas indican que las diferencias en los porcentajes de biomasa son significativas entre colectas en raíz, tallo, hoja e inflorescencia ($p < 0.05$), así como en la covariable tiempo ($p < 0.05$).

Generalmente se reconoce que los organismos son capaces de presupuestar energía o recursos de tal manera que puedan completar con éxito su ciclo de vida. Al proceso se le conoce con el nombre de asignación de recursos. La asignación se encuentra claramente unida a la sobrevivencia de las especies y los patrones de asignación de recursos que generalmente se desarrollan y se mantienen. Se consideran como adaptaciones para reducir al mínimo el fenómeno de la extinción. En las plantas, los recursos disponibles se dividen entre varios órganos y actividades. La cantidad de energía fotosintética que se asigna a raíz, tallo, hoja y estructuras reproductivas y la duración de la latencia, el crecimiento y el mantenimiento son atributos muy importantes que dan como resultado el éxito de las especies. Es importante señalar que durante la etapa vegetativa, el patrón de asignación a tallo y hoja puede estar relacionado con el crecimiento absoluto de estos órganos en la fase exponencial del crecimiento de las plantas, lo que se explica por la función que realiza el tallo, prin-



principalmente como órgano de soporte y de conducción. Mientras, la hoja o fuente sintetiza los fotosintatos necesarios para la actividad metabólica de estructuras de demanda y en general del individuo.

Existen varios puntos de vista en cuanto a las estrategias de asignación de recursos entre las diferentes especies, sin embargo, estas teorías reconocen el papel tan importante que tiene la asignación en la sobrevivencia y en el desarrollo de las comunidades vegetales (Radosevich y Holt 1984). En el estudio se encontraron tres patrones de asignación: A) El que presentó la cultivada productora de grano, B) El que presentó la fomentada productora de verdura y C) La ruderal.

En el caso de la cultivada productora de grano se tiene que, en la etapa reproductiva, la asignación a estructuras reproductoras es mayor de 50 % del total de materia seca. Esto indica que posee un alto esfuerzo reproductivo dado por la alta proporción de biomasa de inflorescencia en relación a la biomasa total/planta. Este patrón de asignación se encuentra relacionado con la forma de utilización de esta colecta para la producción de semilla (Díaz 1994).

En cuanto a la fomentada productora de verdura, originaria de la Sierra Norte de Puebla, la asignación a estructuras florales en el inicio de la etapa reproductiva (a los 120 días) fue muy baja, siendo de 7 % mientras que la mayor asignación fue a tallos (47%) y a hojas (34%). En términos generales la colecta retardó la reproducción y prolongó la producción de follaje. En el trabajo de campo se observó que en las milpas el «quintonil rojo» o «chichiquelit» (la colecta fomentada) es una planta muy alta de cerca de 3.0 metros, erecta, con crecimiento sincrónico con la planta del maíz (generalmente la raza «tuxpeña»), y tiene un ciclo de vida muy largo (10 meses). Sus hojas presentan una coloración roja muy intensa en el momento que la planta se encuentra en estado tierno, presenta alta producción de follaje y capacidad de rebrote. Su hábito de crecimiento es reducido a un solo eje con concentración terminal de la inflorescencia, poco desarrollada y con semillas negras. La planta del amaranto recibe cuidado individual lo mismo que el maíz. Los «quintoniles» se encuentran

también asociados a otros agroecosistemas como los chilares, y huertos hortícolas. Se venden ampliamente en los mercados.

La ruderal *A. hybridus* mostró más bien un comportamiento de maleza, ya que la mayor proporción de biomasa a hojas fue asignada en las primeras etapas de desarrollo de las plantas (65%), momento en el cual generalmente se consumen. Cuando las plantas empiezan asignar a estructuras reproductoras, la proporción a hojas disminuye de manera significativa (24.4%). Esto podría estar relacionado por el hecho de que las plantas ruderales presentan el siguiente comportamiento: una vez que pasa la etapa de consumo de las hojas, las plantas entran en franca competencia con el maíz y, debido a esto, ya no tienen la misma aceptación por parte de los agricultores que las arrancan o las pisotean. Por lo tanto, tienen que producir un alto porcentaje de inflorescencias para diseminar las semillas y asegurar su sobrevivencia.

Los datos coinciden con los encontrados por Huaptli (1977). La autora encuentra que mientras la producción en las especies cultivadas y en las malezas es muy similar, éstas últimas asignan una gran proporción de su energía a la producción de semillas. Las malezas llegan a asignar del 20 al 50 % de su biomasa a la producción de semillas en contraste con cerca del 10 al 15% en las especies cultivadas. Se menciona que existe una correlación positiva entre la producción de semilla/planta y la asignación de biomasa a la semilla y, al mismo tiempo, existe una correlación negativa entre la producción/planta y la asignación a tallo. Esto sugiere que existe una relación de antagonismo directo entre el tallo y la producción de semillas.

Muchas especies malezoides y algunos amarantos con poco grado de domesticación poseen inflorescencias indeterminadas. La punta de cada inflorescencia permanece meristemáticamente activa. Puede diferenciarse y producir flores y semillas mediante la polinización, mucho después de que comienza la senescencia de las hojas (Huaptli 1977).



Una característica relacionada con muchas ruderales es la capacidad para tener altas tasas de producción de materia seca (Baker 1965; Grime y Hunt 1975), rasgo que parece facilitar la conclusión rápida de su ciclo de vida y maximizar la producción de semillas. En muchas especies ruderales la floración comienza en una etapa muy temprana del desarrollo y no es raro que, en géneros como *Polygonium*, *Atriplex* y *Chenopodium* aparezcan flores y semillas maduras en la misma inflorescencia. Los rasgos parecen estar directamente relacionados con las condiciones de hábitat ocupado por las ruderales, particularmente donde el efecto de frecuentes perturbaciones origina una alta tasa de mortalidad y puede esperarse que la selección natural favorezca la temprana producción y maduración de las semillas. Aún cuando no haya perturbación, las plantas ruderales son de vida corta y, en la mayoría de las especies anuales, la producción de las semillas es seguida inmediatamente por la muerte de la planta madre (Grime 1989). El mismo autor menciona que resulta claro que al agotarse los recursos durante la reproducción en una etapa primaria del ciclo de vida, existe un mayor riesgo de mortalidad en las plantas progenitoras. Sin embargo, en ambientes tan inciertos como los de las ruderales, son inevitables las altas tasas de mortalidad. El costo de una tasa de mortalidad de los progenitores marginalmente aumentada, se ve sobrepasada por el beneficio de una alta fecundidad. Por consiguiente, como era de esperarse, el resultado de la selección natural en la mayor parte de las ruderales es el desarrollo de una temprana y «letal» reproducción (Harper 1977 citado en Grime 1989).

Por lo tanto, las plantas ruderales presentan una forma de vida herbácea, la morfología del vástago es de pequeña estatura, de expansión lateral limitada y la forma de la hoja es variada, a menudo mesomórfica. Con respecto al ciclo de vida, la longevidad de la fase establecida es muy corta, lo mismo la longevidad de las hojas y raíces. Presentan una fase corta de producción foliar en un período de alta productividad potencial, las flores se producen tempranamente en el ciclo de vida en una alta frecuencia, la proporción de la producción anual destinada a las semillas es grande y finalmente presentan semillas latentes (Grime 1989). En especial las especies ruderales translocan más biomasa a su sistema radicular (Hirose 1987).

Con base en la terminología de Pianka, se podría ubicar a las razas en un gradiente de estrategias r y k (Radosevich y Holt 1984; Grime 1989) en donde las productoras de grano y las productoras de verdura con características malezoides corresponden a la estrategia r , mientras que las fomentadas productoras de verdura corresponderían a la selección k .

Con relación a la historia de vida de las colectas estudiadas, los cambios en el patrón de asignación son el resultado de la selección natural o artificial. En el caso de las productoras de grano, se maximizó la asignación a estructuras reproductivas económicamente más importantes, mientras que en las productoras de verdura se seleccionó la asignación a estructuras vegetativas y se minimizó la asignación a estructuras reproductivas, por su forma de utilización como verdura (Díaz 1994).

Se reportaron resultados similares en dos cultivos de *Linum usitatissimum*, donde se ha seleccionado de manera independiente la producción de fibra y la producción de semilla (Khan, et al. 1976; Khan & Bradshaw 1976, citado en Antonovics 1980). Por lo tanto, la selección favorece a este patrón específico de asignación maximizando el rendimiento agronómico.

En el futuro habrá que realizar estudios sobre la interacción genotipo-ambiente ya que seguramente estos aspectos pueden estar afectando los resultados anteriormente mencionados.

La aportación del trabajo radica en que se conjuntan las observaciones obtenidas a partir de la exploración etnobotánica con los datos obtenidos en una fase experimental. Por otra parte, los estudios de procesos de domesticación de plantas usualmente enfatizan los cambios morfológicos que ocurren en las partes deseadas por los seres humanos. Sin embargo, existen muy pocos estudios de caracteres tales como la arquitectura y la asignación de recursos que pueden tener también un papel crítico en el proceso de selección bajo domesticación.



En términos generales, los resultados presentados en el estudio enfatizan la existencia de dos vías diferentes de domesticación en amaranto: 1) una asociada al uso de las hojas como verdura y 2) otra asociada al uso de semilla como grano.

Las formas arvenses y ruderales, si bien son consumidas como verdura en estado de plántula, parecen estar más relacionadas con las formas de grano. Estas se comportan de manera similar a las plantas cultivadas para grano en cuanto a que producen un gran número de inflorescencias, aunque no hay desarrollo de una inflorescencia central vigorosa. Este comportamiento sugiere que las plantas productoras de semilla han evolucionado bajo selección humana a partir de las formas ruderales similares a la descrita en el estudio.

Con el objeto de poder tener una mayor robustez en los datos que se obtuvieron, es necesario realizar experimentos similares simultáneos en el lugar de origen de los materiales biológicos y en otras zonas ecológicas. Es importante también obtener datos de más de un ciclo agrícola. Se debe sembrar bajo un diseño experimental, establecer subparcelas con repeticiones, muestrear más individuos, más colectas y con intervalos menores de cosecha.

AGRADECIMIENTOS

La investigación fue financiada por El Programa Universitario de Alimentos (PUAL), la Coordinación de Posgrado (PADEP) y el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM. A la Dra. Beatriz Rendón, al Dr. Javier Caballero y al M. en C. Miguel Angel Martínez por la revisión detallada del primer manuscrito, sus observaciones mejoraron sustancialmente la versión final del trabajo. Al biólogo Jorge Saldívar, del Jardín Botánico, por su apoyo técnico en cómputo para la edición inicial de la tabla y figuras del trabajo.



BIBLIOGRAFÍA

- Antonovics, J.** 1980. Concepts of resource allocation and partitioning in plants
En: J.E.R. Staddon, ed., *Limits to action: The Allocation of Individual Behavior*.
Academic Press, New York, Estados Unidos de América.
- Baker, H. G.** 1965. Characteristics and modes of origin of weeds. Pags. 707-
731 en H.G. Baker y G.L. Stebbins, eds., *The Genetics of Colonizing Species*.
Academic Press, Nueva York, Estados Unidos de América.
- Bye, R.** 1981. Quelites -ethnoecology of edible greens- past, present and future.
Journal of Ethnobiology 1:109-123.
- 1993. The role of humans in the diversification of plants. Pags. 707-
731 en T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa, eds., *Biological diversity in
Mexico: origins and distribution*. Oxford Univ. Press, New York, Estados Unidos
de América.
- Casas, A., M. C. Vázquez, J. L. Viveros, y J. Caballero.** 1996. Plant management
among the Nahuatl and the Mixtec in the Balsas River Basin, Mexico: an
ethnobotanical approach to the study of domestication. *Human Ecology* 24:455-
478.
- Díaz, A. C.** 1994. Análisis de crecimiento comparativo en tres poblaciones de
Amaranthus hypochondriacus en el Municipio de Chalco, Estado de México.
Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma
de México. México, D.F., México.
- Espitia, E.** 1986. Caracterización y evaluación preliminar de germoplasma de
Amaranthus. Tesis profesional, Universidad Autónoma Antonio Narro, Saltillo,
Coahuila, México.
- 1987. Caracterización y evaluación preliminar de germoplasma de
Amaranthus. Pags. 113-126 en T. Reyna, G. Suárez. y J. M. Cervantes, eds.,
Memorias del Coloquio Nacional del Amarantho. Querétaro, México.
- 1991. Variabilidad genética e interrelaciones del rendimiento y sus com-
ponentes en alegría (*Amaranthus spp.*). Tesis Maestría en Ciencias, Colegio
de Posgraduados, Chapingo, Estado de México, México.
- 1992a. Amaranth germplasm development and agronomic studies in
Mexico. *Food Reviews International* 8: 71-86.
- 1992b. Razas mexicanas de amaranto. XIV Congreso Nacional de
Fitogenética. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- 1994. Breeding of grain amaranth. Pags. 23-28 en O. Paredes López,
ed., *Amaranth biology, chemistry and technology*. CRC Press, Boca Raton,
Florida, Estados Unidos de América.



- García, E.** 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4th ed. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.
- Grime J. P., y R. Hunt.** 1975. Relative growth rate: its range and adaptative significance in a local flora. *Journal of Ecology* 63: 393-422.
- , 1989. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. Editorial Limusa. México, D. F., México.
- Grubben, G. J. H. y D. H. Van Sloten.** 1981. Genetics resources of amaranths. International Board for Plant Genetic Resources, Roma, Italia.
- Harlan, J. R.** 1975. *Crops and Man*. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, Estados Unidos de América.
- Hawkes, J. G.** 1983. *The Diversity of Crop Plants*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos de América.
- Hirose, T.** 1987. A vegetative plant growth model: adaptative significance of phenotypic plasticity in matter partitioning. *Functional Ecology* 1:195-202.
- Huaptli, H.** 1977. Agronomic potential and breeding strategy for grain amaranths. Proceedings of the First Amaranth Seminar. Rodale Press Inc, Emmaus, PA, Estados Unidos de América.
- Kauffman, C. S., y Reider, C.** 1984. Rodale amaranth germplasm collection. Rodale Press Inc., Emmaus, PA, Estados Unidos de América.
- Radosevich, S. R., y J. S. Holt.** 1984. *Weed ecology. Implications for Management*. John Wiley and Sons, New York, Estados Unidos de América.
- Reyna, T.** 1989. Aspectos climáticos en la Cuenca del Valle de México. Pags. 25-39 en R. Gío, I. Hernández y E. Sáinz, eds., *Ecología Urbana*. Sociedad Mexicana de Historia Natural. México, D. F., México.
- , y **E. Camona.** 1991. Características edafoclimáticas y el cultivo de 32 tipos de *Amaranthus* en Chalco, Estado de México. *Memorias del primer Congreso Internacional del Amaranto*. Oaxtepec, Morelos, México.
- Spillari, M. M., A. García y R. Bressani.** 1989. Cambios químicos, bioquímicos y nutricionales de las hojas de amaranto (*Amaranthus* spp.) durante diferentes etapas de su desarrollo fisiológico. *El amaranto y su potencial*. Boletín No. 4. Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Guatemala, Guatemala.
- Vázquez M. C.** 1986. El uso de las plantas silvestres y semicultivadas en la alimentación tradicional en dos comunidades campesinas del sur de Puebla. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., México.

Weber, L. E., C. S. Kauffman, N. N. Bailey y B. T. Volak. 1985. Amaranth grain production guide. Rodale Research Center, Kutztown, PA., Estados Unidos de América.

-----, y ----- . 1990. Plant breeding and seed production. Proceedings of the Fourth National Amaranth Symposium: Perspectives on production, processing and marketing. Minnesota Ext. Serv., University of Minnesota, St. Paul. Minneapolis, Minnesota, Estados Unidos de América.

Williams, J. T., y D. Brenner. 1995. Grains amaranths (*Amaranthus* species). J.T. Williams, ed., Cereals and pseudocereals. Chapman and Hall, London, Inglaterra.

A ~~poetico~~ discreto



DESARROLLO FORESTAL COMUNITARIO: EL CASO DEL PROYECTO DE CONSERVACIÓN Y MANEJO SUSTENTABLE DE RECURSOS FORESTALES EN MÉXICO (PROCYMAF)

*Gerardo Segura Warnholtz * y Esteban García-Peña Valenzuela+*

** Investigador del Instituto de Ecología de la*

Universidad Nacional Autónoma de México,

Circuito Universitario s/n, Ciudad Universitaria, Coyoacán, México, D. F.

+ Coordinador técnico del Proyecto de Conservación y Manejo

Sustentable de Recursos Forestales en México PROCYMAF,

Av. Progreso No. 5, Col. Del Carmen Coyoacán,

Coyoacán, D. F. México.

Resumen

Por su ubicación geográfica y sus características naturales, México posee una importante riqueza biológica y una gran diversidad de tipos de vegetación. Como parte de esta riqueza, el 72% del país se encuentra cubierto por bosques y selvas. Sin embargo, debido a distintos procesos de deterioro, esta superficie se disminuye continuamente de manera alarmante. Por otra parte, el 80% de las áreas forestales se encuentra bajo el régimen de propiedad comunal y ejidal, en donde habitan aproximadamente diez millones de personas que en su mayoría sufren pobreza y marginación. No obstante, el tipo de organización de las comunidades y ejidos, se vislumbra como una alternativa para lograr esquemas eficientes para la restauración, conservación y aprovechamiento de recursos forestales, siempre que éstos cuenten con los elementos técnicos y organizativos más adecuados. En este contexto, el Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México (PROCYMAF), se crea como proyecto piloto para operar una estrategia integral de atención al sector forestal, a través de: (1) ofrecer asistencia técnica y capacitación a comunidades y ejidos para la conservación y manejo sustentable de sus recursos forestales, (2) fortalecer y diversificar los servicios técnicos y profesionales, (3) promover la diversificación productiva a través del aprovechamiento sustentable de productos forestales alternativos y (4) fortalecer a las instancias del gobierno en sus actividades normativas y de fomento de los recursos forestales.



Abstract

Mexico has an important biological richness and different kinds of vegetation, as a consequence of its geographic location and natural characteristics. This is reflected in the fact that 72% of the territory is covered by tropical and temperate forests. Nevertheless, different processes of land disturbance reduce these area considerably. Also, 72% of forest areas are under comunal and ejidal regimes of land property and occupied by 10 millions of habitants, most of them living in margination and poor conditions. However, social and politic fundaments of this regimens are viewed as part of alternatives to attain efficient schemes of restoration, conservation and utilisation of forest resources, provided they count on adequate technical tools and strong organisation. In this context, the Project of Conservation and Sustentable Management of Forest Resources in Mexico (PROCYMAF, in spanish), is created as a pilot project to develop and integral strategy of attention to the forest sector through the next aspects: (1) giving technical assistance and training on conservation and sustentable management of forest resources to comunidades and ejidos, (2) aiding and diversifying technical and professional services, (3) promoting productive diversification throughout the sustentable utilisation of alternative forest resources and (4) aiding government agencies in their legal activities of regulation and improving of forest resources utilization.

Palabras clave: Proyecto piloto, biodiversidad, conservación, ecosistemas, bosque nativo, recursos forestales, organización social, comunidades y ejidos, manejo forestal sustentable, aprovechamiento forestal, silvicultura, desarrollo, diversificación productiva.

Key words: Pilot project, biodiversity, conservation, ecosystems, native forest, forest resources, social organization, comunidades y ejidos, sustentable forest management, silviculture, development and productive diversification.

SEMARNAP	Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
NAFIN	Nacional Financiera, S. N. C.
CONAF	Consejo Técnico Consultivo Nacional Forestal
PIB	Producto Interno Bruto

México, considerado como uno de los 10 países más importantes con Megadiversidad, reúne una elevada proporción de la flora y fauna del mundo. Representando únicamente el 1.3% de la tierra emergida del mar, concentra entre el 10 y 15% de las especies terrestres, ocupando el primer lugar mundial en cuanto al número de especies de reptiles, el cuarto lugar en anfibios, el segundo lugar en mamíferos, el décimo primero en aves, y posiblemente el cuarto lugar en angiospermas y gimnospermas (SEMARNAP 1997c).

Como parte fundamental de su biodiversidad, el país cuenta con más de 141.7 millones de ha de bosques y áreas naturales con importantes valores ambientales, sociales y económicos a nivel nacional y global. Los bosques mexicanos contienen aproximadamente el 10% de la diversidad biológica mundial; además son elementos que estabilizan los suelos impidiendo la erosión, promueven el ciclo hídrico y desempeñan un papel importante en el balance del carbono a nivel mundial. Asimismo son una importante fuente de productos forestales maderables y no maderables para consumo local, regional e internacional y de un amplio espectro de productos y servicios para la subsistencia y mercados informales de muchas comunidades rurales.

Sin embargo, a pesar de su gran importancia, los recursos forestales no han sido conservados ni aprovechados de manera sustentable. Actualmente México presenta una de las tasas de deforestación más importantes de Latinoamérica debido principalmente a actividades de conversión del uso del suelo. Aunado a lo anterior, el Sector Forestal está atravesando por una crisis



severa en donde la producción ha declinado considerablemente y las importaciones de productos forestales se han incrementado significativamente (Segura 1996). De 1987 a 1994 dicho sector ha disminuido su aportación al PIB de 1.3% al 1%, que comparado con el sector agropecuario que significa el 7%, muestra los signos de una importante depresión (Merino 1997).

A pesar de ello, los bosques mexicanos poseen un importante potencial productivo que no ha sido aprovechado aún, pero que significaría una importante fuente de ingresos tanto para los dueños o poseedores del recurso, como para incrementar su participación en el PIB.

Más del 80% de los bosques mexicanos se encuentran en manos de los sectores rurales más pobres del país, principalmente comunidades y ejidos. Dichos sectores han sufrido importantes períodos de crisis y empobrecimiento debido a la dificultad de acceso de sus predios, a la falta de capacidad técnica y financiera, así como al fomento de actividades agropecuarias entre las décadas de los años 60 a 80, ocasionando un empobrecimiento progresivo del suelo gracias a que gran parte de estas actividades se llevaron a cabo en terrenos sin aptitud para la agricultura o ganadería (Banco Mundial 1995; Segura 1996).

Sin embargo, debido al arraigo sociocultural, la concepción de integración como parte del ambiente, la representación de todos los intereses para la toma de decisiones y la riqueza de sus recursos naturales, significan una importante opción para que comunidades y ejidos, a través de esquemas de conservación y manejo integral y sustentable de sus bosques, logren abatir los efectos de la pobreza y mejorar sus condiciones de vida.

Bajo este precepto, el Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México (PROCYMAF), basándose en la problemática del país, de los bosques y sus pobladores, así como en políticas de aprovechamiento forestal eficiente, ha diseñado y puesto en marcha estrategias encaminadas a apoyar el manejo adecuado de recursos forestales comunitarios, con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de comunidades y ejidos forestales.

El presente documento pretende hacer un breve análisis de la situación del sector forestal mexicano y de las poblaciones rurales asociados a éstos, el manejo forestal comunitario como una opción de desarrollo, así como describir la política, estrategia, componentes y resultados obtenidos por el PROCYMAF desde su operación.

SITUACIÓN DEL SECTOR FORESTAL MEXICANO

Cubierta Forestal

En México, los ecosistemas forestales y las áreas con vegetación natural ocupan más de 140,000,000 hectáreas, lo que representa el 72% del territorio nacional. Los bosques Templados y Tropicales cubren más de 55 millones de hectáreas (25% del total del país), 32.5% de éstos están clasificados bosques cerrados y 22.9% como abiertos (Tabla 1).

Tabla 1. Tipos de vegetación y su cobertura en México.

Tipo de Vegetación	Cobertura (millones de ha)	Porcentaje del Territorio
Bosque Templado (coníferas, pino-encino, mesófilo de montaña)	31.8	16.1
Bosque Tropical (perennifolio, sub- caducifolio, caducifolio)	23.5	12.0
Árido y Semiárido (matorrales, desiertos y pastizales)	58.5	29.7
Humedales (vegetación acuática, sub-acuática y manglares)	4.9	2.5
Otras asociaciones	0.8	0.4
Áreas forestales degradadas	22.2	11.3
Total	141.7	72



Los bosques templados, que incluyen bosques de coníferas, de latifoliadas y mesófilos de montaña, cubren 21, 9.5 y 1.4 millones de hectáreas, respectivamente, y se encuentran distribuidos principalmente a lo largo de las cordilleras montañosas del país que son Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y Eje Neovolcánico, principalmente en los estados de Chihuahua, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca. Los Bosques tropicales perennifolios y subcaducifolios ocupan 5.8 millones de hectáreas, de los cuales el 80% se encuentra en los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo y Veracruz; los bosques de tipo tropical caducifolio que cubren 11 millones de ha. se localizan fundamentalmente en las planicies costeras de la Costa del Pacífico, Istmo de Tehuantepec y el Norte de la Península de Yucatán. Adicionalmente existen extensas áreas de bosque tropical fragmentado ocupando poco más de 6.7 millones de ha, localizados principalmente en las áreas costeras de la Península de Yucatán (Banco Mundial 1995; CONAF 1996; Sengura 1996).

Biodiversidad

Los bosques mexicanos contienen una gran riqueza biológica. Incluyen la biodiversidad que hace de México un país megadiverso, ubicado por algunos autores como el cuarto lugar mundial (World Resources Institute 1995).

Tanto los bosques templados como tropicales ofrecen diferentes condiciones para una gran cantidad de formas de vida silvestre de plantas y animales. Los bosques de pino-encino abarcan 55 especies de pinos y 138 especies de encinos. Los bosques mesófilos de montaña que ocupan solamente el 1% del territorio nacional, contienen más de 10% de todas las especies del país (Tabla 2). La mayor biodiversidad del país se localiza en la región sur, particularmente en los estados de Oaxaca y Chiapas. Además, en México se ofrecen las condiciones ideales para el 51% de las aves migratorias de Estados Unidos de América y Canadá, muchas de ellas utilizando hábitats forestales durante 6 a 9 meses en el año (Flores Villela y Gerez 1994).

Tabla 2. Diversidad biológica en México.

Grupo	No. de Especies	Endemismo (%)	Lugar Mundial
Plantas con flores	30,000	40-50	N/ A
Pinos	55	85	1
Encinos	138	70	1
Reptiles	707	56	1
Mamíferos	439	33	2
Anfibios	282	62	4
Aves	980	12	7

Condiciones Sociales

Del total de la población mexicana (91.6 millones), 23 millones habitan en zonas rurales, y de éstos, aproximadamente 10 millones viven en áreas forestales. El crecimiento poblacional se ha incrementado exponencialmente desde 1950 con una tasa de crecimiento anual del 2% y con un promedio de crecimiento en zonas rurales del 2.4%, mientras que en zonas urbanas se presenta el 4.7% (CONAPO 1996). Aunque no se han identificado las causas de dichas diferencias, esto podría ser un importante indicador de la tasa de migración de las zonas rurales a las urbanas. En estados con importantes recursos forestales, tales como Oaxaca y Guerrero, la tasa de migración de zonas rurales a urbanas fue de aproximadamente el 15% durante el período de 1950 a 1996.



Asimismo, la mayoría de los terrenos forestales se encuentran bajo algún tipo de propiedad comunal, y en menor cantidad bajo propiedad privada y federal. Aproximadamente el 80% se encuentra en manos de comunidades y ejidos, el 15% en propiedad privada, y el 5% restante pertenece a la federación.

Del total de zonas bajo propiedad comunal, un gran porcentaje de comunidades rurales pertenecen a grupos indígenas, muchos de ellos en situaciones de pobreza, con ingresos por debajo del promedio nacional, donde sus necesidades de subsistencia básicas han sido asumidas por el sistema económico nacional. La pobreza en el país se concentra básicamente en el sur, en los estados de Chiapas, Guerrero y Oaxaca, mientras que los estados del norte, como Chihuahua y Durango son relativamente prósperos (Banco Mundial 1995; CONAPO 1996).

Del total de comunidades poseedoras de recursos forestales que asciende a 8,417, en sólo 421 las actividades forestales representan la principal actividad económica. Esto se presenta principalmente en los estados de Chihuahua (99) y Durango (122).

La tasa promedio de aprovechamiento a nivel nacional es de 1.19 m³ rollo/ha. Por otro lado, se aprovechan 1.98 m³r/ha en bosques de pino-encino, en tanto que en los otros ecosistemas la tasa de aprovechamiento es muy baja por sus propias características: en la selva húmeda, la tasa es de 0.081 m³r/ha y en la selva tropical subhúmeda, se aprovechan 0.1m³r/ha. Estas cifras indican, de acuerdo con el cálculo realizado en el Inventario Nacional Forestal Periódico sobre el potencial forestal de México de 3 m³r/ha anuales, que aún es posible incrementar la productividad en 34% bosques de pino-encino, que es el tipo de vegetación de mayor aprovechamiento en México. (SEMARNAP 1999).

Los bosques representan una importante fuente de ingresos a través de productos y mercados de subsistencia, además de una gran importancia sociocultural. Los productos de mayor importancia provenientes de los bosques son leña, alimentos, plantas medicinales y materiales de construcción. Se han identificado más de 2000 especies de plantas con diversos usos con importancia para los habitantes locales (Bye 1993). La madera para

leña es la fuente más importante de energía para cocinar y calefacción de casas en muchas zonas rurales y su consumo anual se ha estimado en 37 millones de m³. Asimismo, los bosques son importantes zonas de pastoreo y en zonas tropicales se usan en esquemas de rotación a través de sistemas de roza-tumba y quema.

Causas de la Deforestación

La mayoría de los estudios recientes de la dinámica de la deforestación, coinciden en señalar que este fenómeno se relaciona en primer lugar con la formación de esquemas nacionales de incentivos y desincentivos, que fomentan la utilización del territorio para actividades forestales, o bien para otras que impliquen la destrucción de los bosques (Cabarle et al. 1997).

Los bosques de México tradicionalmente no han sido valorados en toda su dimensión por los sectores público, privado y social. El sector público decretó una serie de políticas que promovieron la expansión de áreas agrícolas y ganaderas, acelerando la deforestación y degradación de los recursos forestales. Además, el sector privado agotó el recurso y falló al no intervenir en un uso más eficiente del recurso y su crecimiento a largo plazo. La mayor parte del sector social afrontó el acceso abierto a los bosques y la falta de capacidad empresarial y tecnológica que ocasionaron la disminución de los productos forestales tanto maderables como no maderables.

El resultado de políticas adversas en los sectores agrícola y ganadero y el enfoque casi exclusivo del desarrollo forestal de la madera comercial, ha provocado en el pasado: (1) degradación ambiental y productiva del recurso, incluyendo deforestación; (2) subutilización del recurso, incluyendo la comercialización ineficiente de la madera y el fracaso en la valoración de otros bienes y servicios que ofrecen los ecosistemas forestales (ver Tabla 3 para causas de deforestación por tipo de vegetación) (Banco Mundial 1995).

El acceso abierto a los recursos naturales es un problema importante común para muchas comunidades, particularmente en áreas con grandes poblaciones o cuando los bosques están cercanos a ciudades o áreas de fácil acceso, lo cual genera pro-



cesos de degradación y deforestación. Las causas principales que se añaden a este problema están relacionadas con la inseguridad en los derechos de tenencia de la tierra, principalmente originados por: (1) conflictos en la definición de los límites o linderos; (2) divisiones internas de comunidades mixtas de indígenas y no indígenas, asociado con conflictos de organización social, problemas éticos y culturales y (3) conflictos de interés sobre el destino y uso de los recursos forestales.

Tabla 3. Causas de deforestación.

Tipo de vegetación	Deforestación Miles de ha/ año	Porcentaje anual	Principales causas
Bosques Templados de Coníferas	108	0.64	Incendios forestales, pastoreo, tala clandestina, agricultura
Bosques Templados de Latifoliadas	59	0.67	Incendios forestales, pastoreo, tala clandestina, agricultura
Bosque Tropical Perennifolio	195	2.00	Pastoreo, agricultura, infraestructura, incendios forestales, tala clandestina
Bosque Tropical Sub- caducifolio	306	1.90	Pastoreo, agricultura, tala clandestina, incendios forestales
Total	668	1.29	

EL VALOR ECONÓMICO DE LOS BOSQUES

Productos forestales maderables

De un total de 32.5 millones de hectáreas de bosques cerrados, 21 millones se han identificado con potencial comercial. De este total, sólo 7 millones se encuentran bajo programas de manejo forestal, con un promedio de 7.5 millones de m³/año. El Inventario Nacional Forestal Periódico de 1994 reporta un total de volumen existente 2,800 millones m³, de los cuales 1,800 millones son para bosques templados y 1000 millones para bosques tropicales.

Productos forestales no maderables

En este apartado se incluyen los productos no maderables y maderables no tradicionales. Se incluyen bajo esta categoría hongos silvestres, resinas, plantas medicinales, hojas de palmas, gomas, chicle y fibras entre otros. Según el CONAF (1996) existen más de 250 productos identificados. Sin embargo, en estudios recientes de la SEMARNAP, se han detectado aproximadamente 1,200 productos de bosques templados y más de 2,000 para bosques tropicales y subtropicales. De las zonas áridas y semiáridas no se cuenta aún con datos precisos, pero se calcula que al menos existan 500 productos para este tipo de ecosistemas (Torres, com. pers).

Plantaciones forestales comerciales

Aunque las plantaciones comerciales en México son incipientes, se han realizado esfuerzos del gobierno mexicano para promover inversiones en estas actividades, principalmente para incrementar la producción de pulpa y papel y responder al incremento en la demanda de estos productos.

Más de 8.1 millones de ha han sido identificadas como sitios con las condiciones ideales de suelo y clima para realizar plantaciones forestales comerciales. Muchas de estas áreas se encuentran en zonas bajo actividades agropecuarias marginales. Dichas regiones con los mayores potenciales se encuentran en el norte (Chihuahua y Durango), occidente (Jalisco y Michoacán) y en el sur (Tabasco, Campeche, Veracruz y Chiapas). Esta última región registra más de 5 millones de ha con condiciones idóneas para realizar plantaciones forestales.



Otros bienes y servicios ambientales

Bienes y servicios tales como protección de cuencas, turismo, recreación, secuestro de carbono y productos farmacéuticos y alimenticios con potencial productivo son valores que no han sido considerados aún por los productores forestales, pero que poseen un potencial incalculable para generar ingresos económicos a los dueños y poseedores de los bosques. En este sentido, más estudios deben llevarse a cabo para estimar valores reales a través de modelos económicos de «valoración de intangibles».

MANEJO FORESTAL COMUNITARIO

Bosques ejidales y comunales

Los ejidos y comunidades forestales presentan una rica y variada historia dependiendo del tipo de región y de recursos de los que dependan. La organización social de los ejidos y comunidades y sus patrones de uso del bosque dependen de las circunstancias culturales y sociales, así como de la extensión y calidad de los recursos forestales. No es posible caracterizar el sector ejidal a nivel nacional por la calidad y extensión del recurso, aunque algunas cifras de estudios de caso son indicadoras. 95 millones de ha de las 197 del territorio nacional (49%) son propiedad de las comunidades; Oaxaca, estado preferentemente forestal tiene 79% de sus áreas forestales bajo propiedad forestal, de éstos, 52% presentan déficit de madera, 11% están en equilibrio y 37% tienen excedentes. En los estado de Chihuahua y Durango, 2,398 ejidos y comunidades poseen el 83% de las 29 millones de ha de la superficie forestal. De los 7,000 a 9,000 ejidos y comunidades con bosques en el país, 5,148 aprovechan comercialmente sus bosques (18.4% de los ejidos). El resto tienen bosques en sus linderos que proporcionan productos limitados pero significativos: leña combustible, plantas medicinales, alimentos, plantas ornamentales, materiales para construcción de viviendas y utensilios, marcos y postes para uso agrícola y artesanal, entre otros (Banco Mundial 1995). Estos productos permiten reducir los gastos monetarios de las familias pertenecientes a comunidades y ejidos, que se dedican principalmente a actividades de subsistencia, como la agricultura y ganadería (Cabarle et al. 1997).

Manejo forestal comunitario

Una característica especial de los bosques mexicanos que se ha tratado a lo largo de este documento, es que la mayoría de ellos se encuentran en manos de ejidos y comunidades forestales. Esta condición hace del manejo comunitario una perspectiva interesante, tanto en términos de producción como de conservación de los recursos forestales. El manejo comunitario de bosques se inició como propuesta en los años 70 y ha sido considerado internacionalmente como un componente esencial del desarrollo rural. Hacia el final de la década de los 80 empezó a reconocérsele como una estrategia para fomentar la conservación del bosque.

Un argumento fundamental para considerar a la silvicultura comunitaria como un proceso eficiente de conservación y aprovechamiento sustentable, es que las comunidades asentadas en áreas forestales están en mejor posición para hacerse cargo del manejo de los bosques que las burocracias e intereses privados, ubicadas generalmente en sitios remotos a los bosques y con escasos recursos financieros y humanos para intervenirlos (Cabarle 1991). Igualmente se ha argumentado que los derechos de propiedad a largo plazo que tienen tanto comunidades como ejidos los incentiva a conservar y procurar la permanencia y rentabilidad de los mismos en largos períodos de tiempo. A su vez, esto favorece la organización comunitaria para vigilar todos los procesos que se originen en sus bosques (Merino 1997).

Otra característica fundamental del manejo comunitario se centra en la conservación no sólo de sus recursos, sino de sus usos y costumbres socioculturales, muchas de ellas suscritas a terrenos forestales. En este contexto cabe mencionar que la concepción comunitaria de la naturaleza, no ubica al Ser Humano como centro y beneficiario de todos los bienes y servicios de los bosques, sino que integra a las poblaciones humanas como parte de la naturaleza. Es así, que la importancia del legado o herencia a las generaciones futuras es fundamental para la conservación de la «estirpe» y de la cultura, la cual casi siempre se encuentra ligada a los bosques.



Organización social

Debido a que los terrenos forestales se encuentran principalmente bajo propiedad comunal, la forma en que las comunidades se organizan para manejar sus recursos es de gran importancia para asegurar la conservación del bosque, la producción y la competitividad en los mercados. La eficiencia del manejo y de las empresas forestales comunales es una función del grado de organización interna de la comunidad y está relacionada con la importancia que tiene el bosque para ellos. Todas las decisiones relacionadas con manejo forestal comunitario y con las empresas forestales comunales se abordan y deciden en un organismo denominado «asamblea general comunitaria», integrada por autoridades y otros miembros representativos de la comunidad. Con base en lo anterior, podemos decir que dependiendo del nivel de organización e integración de la asamblea general se tomarán decisiones congruentes con las necesidades reales de la comunidad o ejido sobre el aprovechamiento y conservación de sus recursos.

EL PROYECTO DE CONSERVACIÓN Y MANEJO SUSTENTABLE DE RECURSOS FORESTALES EN MÉXICO (PROCYMAF)

Antecedentes

Desde su creación, la SEMARNAP contempla como prioridad lograr un equilibrio -global y regional- entre los objetivos económicos, sociales y ambientales, con el fin de contener los procesos de deterioro ambiental; inducir un ordenamiento del territorio nacional de acuerdo con las aptitudes y capacidades ambientales de cada región; aprovechar de manera plena y sustentable los recursos naturales, como condición básica para superar la pobreza y cuidar el ambiente y los recursos naturales a partir de una reorientación de los patrones de consumo y la instrumentación efectiva de la legislación sectorial (SEMARNAP 1997b; Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000).

En el ámbito forestal, este esfuerzo se traduce en una política ambiental y de aprovechamiento de los recursos dirigida a garantizar la conservación de los recursos forestales; aumentar la participación del sector en el desarrollo económico del país, mediante el impulso de un aprovechamiento sustentable de los recursos forestales; propiciar la valorización de los servicios ambientales forestales y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades campesinas que viven en las zonas forestales.

Esta política pretende incentivar la utilización diversificada e integrada de los recursos naturales mediante la modernización de métodos de aprovechamiento forestal que frenen el deterioro de selvas, bosques y ecosistemas áridos y semiáridos, con el objeto de aprovechar sus ventajas comparativas como generadoras de una diversidad de productos. Es por esto que la instrumentación de esta política se basa en un modelo de aprovechamiento sustentable del potencial sectorial disponible, considerando que el 72% del territorio nacional es de aptitud forestal y que se cuenta con 56.8 millones de hectáreas arboladas, de las cuales 21 millones tienen potencial comercial, como se ha mencionado en párrafos anteriores.

Este modelo considera la participación directa de los dueños y poseedores de los recursos, como elemento fundamental para lograr el desarrollo sectorial con base en los siguientes aspectos: (1) importancia de la actividad como generadora de ingresos para los dueños y poseedores de recursos forestales; (2) reconocimiento de que sean ellos mismos los que tomen decisiones respecto al aprovechamiento de sus recursos; y (3) importancia de que el aprovechamiento se haga de manera sustentable (Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000; Programa Forestal y de Suelos 1995-2000).

Para avanzar en este sentido, desde 1995 la SEMARNAP inició el diseño de una estrategia de desarrollo forestal dirigida a impulsar acciones de apoyo a productores forestales para promover el aprovechamiento, la conservación y la restauración de los ecosistemas forestales. Como resultado de este esfuerzo se definieron dos instrumentos para operar esta estrategia en el



corto plazo y proporcionar elementos para consolidar la política sectorial en el mediano y largo plazo (Programa Forestal y de Suelos 1995-2000). En atención a lo anterior, el Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México (PROCYMAF), financiado parcialmente con recursos del Banco Mundial, se creó como proyecto de carácter piloto que se orienta principalmente a brindar elementos de asistencia técnica y capacitación para asegurar una participación directa de los dueños y poseedores de los recursos forestales en el aprovechamiento de sus recursos (Banco Mundial 1997).

Objetivo

El objetivo general del PROCYMAF es apoyar la instrumentación de la estrategia de desarrollo sustentable definida por la SEMARNAP a través de impulsar esquemas para: (1) mejorar el aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales por parte de propietarios de comunidades y ejidos forestales y (2) generar y aumentar las opciones de ingreso de dichos propietarios con base en sus recursos forestales.

Beneficiarios y población objetivo

Beneficiarios. Comunidades y ejidos forestales de seis estados prioritarios del país en cuanto a recursos forestales (Chihuahua, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca). Cabe señalar que en su carácter de proyecto piloto, inicialmente se tiene considerado invertir un mayor porcentaje de los recursos en el estado de Oaxaca.

Población objetivo. El proyecto está dirigido a apoyar principalmente a productores de comunidades y ejidos que cuentan con recursos forestales de clima templado (bosques de pino-encino), considerando la siguiente tipología de comunidades y ejidos forestales:

NIVEL	CARACTERISTICAS
1 Productores Potenciales	Dueños y/ o poseedores de terrenos forestales con aptitud de producción comercial sustentable, que actualmente se encuentran sin realizar el aprovechamiento por carecer de programa de manejo forestal autorizado o de los medios suficientes para sufragar la ejecución de éste.
2 Productores que venden madera en pie	Dueños y/ o poseedores de predios sujetos al aprovechamiento forestal en los que éste se realiza por parte de terceros mediante contrato de compra-venta, sin que el dueño o poseedor participe en alguna fase del aprovechamiento.
3 Productores de materias primas forestales	Dueños y/ o poseedores de predios forestales que cuentan con aprovechamientos autorizados y que participan directamente en alguna fase de la cadena productiva.
4 Productores con capacidad de transformación y comercialización	Productores de materias primas forestales que disponen de infraestructura para su transformación primaria y que realizan directamente la comercialización de su producto.



Enfoque y diseño del Proyecto

El PROCYMAF está concebido como un proyecto piloto que proporciona elementos para fortalecer la instrumentación de una nueva estrategia basada en la problemática económica, social y ambiental del sector forestal del país, avocándose a evaluar condiciones y plantear opciones en torno a la problemática del aprovechamiento y conservación de los recursos forestales a escala regional. Sus componentes están diseñados para usarse como modelos aplicables a otras regiones del país.

El diseño del proyecto se basa en la articulación de una estrategia de atención integral que incluye actividades de promoción y difusión de los apoyos que ofrece el proyecto; capacitación dirigida a productores, prestadores de servicios técnicos y profesionales y técnicos forestales; elaboración de estudios de asistencia técnica para que las comunidades y ejidos forestales obtengan conocimientos y generen alternativas para mejorar el manejo y la conservación de sus recursos forestales; apoyo para el impulso de proyectos de inversión para el desarrollo de productos forestales no maderables, como alternativa de ingreso de los productores; y finalmente, instrumentación de un programa de fortalecimiento institucional para apoyar el desempeño de la SEMARNAP en sus funciones de planeación, regulación y coordinación de actividades de manejo y conservación de los recursos forestales (SEMARNAP 1997a).

Con estas acciones se contribuye al desarrollo de las tres instancias que participan en el desarrollo sectorial: productores, prestadores de servicios técnicos y profesionales y gobierno federal y estatal.

La operación del proyecto está basada en la demanda, es decir, las comunidades y ejidos forestales identifican sus necesidades de asistencia técnica y capacitación para el manejo de sus recursos forestales y una vez que éstas son validadas por las asambleas generales, son atendidas por el proyecto.

Para mostrar la viabilidad de esta estrategia, en una primera fase el proyecto se ejecuta principalmente en el estado de Oaxaca. La elección de este estado se basó en los siguientes criterios: (1)

es el tercer estado con mayor extensión forestal (7.1 millones de ha), representando el 9% de la cobertura nacional forestal; (2) es el estado con mayor diversidad biológica del país en el que se encuentran representados prácticamente todos los tipos de vegetación forestal que ocurren en México y (3) es también el estado con mayor diversidad étnica del país en el que existen diferentes niveles y esquemas de desarrollo y organización para el manejo de recursos naturales de propiedad comunal, que pueden servir como modelos para otras regiones del país.

Descripción del Proyecto

El PROCYMAF está conformado por cuatro componentes articulados entre sí para instrumentar la estrategia y lograr sus objetivos:

Componente 1. Asistencia técnica a ejidos y comunidades forestales.

Con este componente se fortalece la capacidad técnica y de gestión de comunidades y ejidos forestales del estado de Oaxaca mediante la difusión y promoción de conceptos generales del manejo forestal sustentable y del alcance de las acciones incluidas en el proyecto, además de la realización de acciones de asistencia técnica y capacitación. Este componente considera los siguientes programas:

*** Promoción.**

Con esta actividad se pretende establecer un espacio permanente de consulta y discusión para las comunidades y ejidos forestales en el que se den a conocer los conceptos generales del manejo sustentable y se informe a los participantes potenciales en el PROCYMAF sobre el alcance de los apoyos ofrecidos, además de crear un mayor conocimiento del potencial productivo de los bosques, por parte de cada comunidad.

El elemento central de esta actividad son los foros regionales de promoción. Como parte del alcance de los foros destaca la identificación de las necesidades de asistencia técnica y capacitación de las comunidades y ejidos interesados en participar en el proyecto; la promoción de elementos para que los productivo-



res hagan una selección objetiva y sustentada de los servicios técnicos y profesionales que les garanticen los mejores resultados; la creación y consolidación de un espacio de intercambio, consulta y análisis de temas relacionados con el aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales, fomentando una dinámica que permita que con el tiempo dichas comunidades generen sus propias agendas para la consolidación de estos espacios de participación.

*** Asistencia técnica.**

El objetivo de este subcomponente es generar y transmitir información para que las comunidades y ejidos forestales hagan un mejor manejo de sus recursos forestales. Su operación se realiza mediante un proceso libre de selección y contratación de servicios técnicos y profesionales por parte de las comunidades y ejidos para desarrollar estudios de asistencia técnica que promuevan y apoyen el manejo forestal sustentable, la conservación ambiental y el desarrollo de la empresa forestal comunal, a través de:

1. elaboración y actualización de programas de manejo forestal
2. estudios complementarios a los programas de manejo forestal
3. estudios de conservación
4. estudios de eficiencia empresarial y mercado
5. estudios de investigación
6. estudios especiales
7. estudios de ordenamiento territorial.

Los beneficiarios deberán estar incorporados en el listado de comunidades y ejidos forestales elegibles para asistencia técnica y haber participado en un curso de impacto ambiental; además de que los prestadores de servicios técnicos seleccionados por las comunidades deben estar inscritos en el Padrón de Prestadores de Servicios Técnicos y Profesionales del PROCYMAF.

*** Capacitación.**

Esta actividad contribuye a incrementar el nivel de conocimientos de las comunidades y ejidos forestales a través de cursos de capacitación y talleres de planeación participativa y seminarios de comunidad a comunidad sobre el potencial productivo y manejo sustentable de los recursos forestales, fortaleciendo su capa-

cidad para la toma de decisiones y fomentando la diversificación productiva; además de considerar el desarrollo de sus habilidades y destrezas.

Componente 2. Fortalecimiento de la capacidad de los prestadores de servicios técnicos y profesionales (PSTyP).

El objetivo de este componente es ampliar el rango, incrementar la calidad y mejorar la disponibilidad de servicios técnicos y profesionales requeridos por los productores forestales.

*** Padrón de prestadores de servicios técnicos y profesionales.**

Este subcomponente financia el diseño y la actualización de un Padrón de PSTyP con objeto de diversificar la oferta de servicios técnicos y profesionales, aumentando su calidad y oportunidad, a fin de satisfacer la demanda de los productores.

*** Programa de educación continua.**

Este programa tiene el objetivo de actualizar y complementar los conocimientos y capacidades técnicas y profesionales de los PSTyP para garantizar una mayor oportunidad, calidad y diversidad de servicios técnicos y profesionales a favor de los productores forestales. Mediante este programa se actualizan los conocimientos de los PSTyP. El programa está dirigido a formar cuatro perfiles: (1) forestal; (2) agroforestal; (3) biológico-ecológico y (4) administrativo-organizativo-legal.

Para la formación de estos perfiles el Programa contempla la conformación y realización de un paquete de diplomados con nivel de posgrado que incluyen cursos específicos de carácter básico, especializado y optativo en disciplinas relacionadas de cada uno de los perfiles identificados.

Componente 3. Promoción de recursos forestales alternativos.

El objetivo de este componente es identificar, promover y demostrar oportunidades de mercado para Productos Forestales No Maderables y Maderables No Tradicionales (PFNM) con potencial de comercialización en áreas forestales comunales y ejidales cubiertas con bosques, selvas y vegetación de zonas áridas, fomentando su uso como parte integral de los programas de manejo.



Este componente apoya el desarrollo de proyectos productivos propuestos por comunidades y ejidos forestales de los estados de Chihuahua, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca.

Se contempla la realización de estudios de diagnóstico en los seis estados prioritarios mencionados, mediante los cuales se compila y analiza información sobre el aprovechamiento, producción, uso y venta de productos forestales alternativos, a fin de identificar su potencial y, en el caso de especies sobre-explotadas, promover su recuperación y conservación.

Componente 4. Fortalecimiento institucional.

A través de este componente se fortalece a las instancias de la SEMARNAP, a nivel federal y estatal, para mejorar el desempeño de sus funciones relacionadas con la conservación y desarrollo forestal, fundamentalmente en cuanto a sus actividades normativas de planeación, regulación, fomento, coordinación de las actividades productivas y conservación de los recursos forestales. Para lograr lo anterior se contemplan las siguientes acciones:

- * Fortalecimiento de las actividades normativas y de fomento
- * Apoyo a delegaciones Federales de la SEMARNAP con sistemas eficientes
- * Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF) y Sistema para Automatizar el Registro Forestal Nacional (RNF)
- * Programa de capacitación
- * Sistema de seguimiento y evaluación del proyecto.

Estructura operativa

La ejecución del PROCYMAF se realiza de manera descentralizada y está coordinada por un equipo de profesionales dividido en dos unidades que operan bajo un esquema de comunicación permanente:

a) *Unidad Coordinadora del Proyecto (UCP)*. La UCP se localiza en la Ciudad de México, e informa directamente al Subsecretario de Recursos Naturales y al Director General Forestal de los

avances del proyecto y es responsable de apoyar la instrumentación del mismo a través de la planeación anual, elaboración de presupuestos y formulación de informes. Opera como vínculo entre las diferentes dependencias involucradas en el proyecto, incluidas la SEMARNAP en Oaxaca, CONAF, NAFIN, la SHCP y el Banco Mundial.

b) *Unidad de Instrumentación del Proyecto (UIP)*. Esta Unidad se encuentra ubicada en Oaxaca, e informa directamente al Delegado de la SEMARNAP en Oaxaca y a la UCP sobre las actividades del proyecto. Esta instancia representa el primer punto de contacto con los beneficiarios del proyecto en Oaxaca y su función principal es promoverlo y recibir de manera directa las necesidades que serán atendidas por el PROCYMAF y elaborar los programas operativos para atender dichas necesidades con base en el presupuesto asignado anualmente.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos desde el inicio de operaciones del proyecto hasta el 31 de diciembre de 1999 se presentan en la Tabla 4. Asimismo, como parte de los resultados, se han generado beneficios importantes para el desarrollo de comunidades y ejidos forestales, principalmente del estado de Oaxaca, mismos que se detallan en el Anexo 1.

Para 1999 el número de estudios financiados se incrementó en 31 por ciento, y por tipo de comunidad aumentó la participación de las comunidades de tipo 1 y 2 (comunidades menos desarrolladas) pasando de 32.8 por ciento del total de los estudios en 1998 a 53.6 por ciento en 1999 (Figura 1). En cuanto a la distribución de los recursos financieros, también se aprecia una tendencia a apoyar con mayores recursos a las comunidades de tipo 1 y 2 al pasar de un 47.4 por ciento del total del financiamiento por este concepto en 1988, a 62.5 por ciento en 1999 (Figura 2) Es importante señalar que con los diferentes instrumentos del proyecto se atendió un total de 160 comunidades/ejidos forestales de Oaxaca durante 1998 y 1999.



Tabla 4. Resultados cuantitativos del PROCYMAF.

Actividad	1998	1999	Acumulado
Asistencia técnica			
Foros regionales de promoción del Proyecto	32	62	94
Comunidades/ ejidos participantes	146	176	199
Estudios de asistencia técnica	64	84	148
Comunidades beneficiadas	47	68	90
Comunidades incorporadas al aprovechamiento (Nuevos Programas de Manejo)	9	16	25
No. de ha nuevas en aprovechamiento	27,426	31,437	58,863
No. de ha en manejo mejorado	60,623	70,129	130,752
Estudios de conservación	5	5	10
Estudios complementarios	11	4	15
Estudios especiales	7	23	30
Estudios de investigación	5	1	6
Evaluaciones Rurales Participativas	30	12	42
Comunidades beneficiadas	30	12	42
Cursos de capacitación a productores	48	36	84
Comunidades beneficiadas	94	76	128
Seminarios de comunidad a comunidad	6	12	18
Comunidades beneficiadas	154	300	454
Fortalecimiento de técnicos forestales comunitarios (PSTyP)			
Seminarios de orientación	2	1	3
Cursos de educación continua	5	* 4	9
Profesionales inscritos en el Padrón de PSTyP	46	46	46

Continuación de la Tabla 4.

Actividad	1998	1999	Acumulado
Promoción de productos forestales no maderables			
Estudio para el diagnóstico de los recursos forestales no maderables en bosques templados de Oaxaca, Chihuahua, Durango, Michoacán, Jalisco y Guerrero	X		
Estudio para el diagnóstico de los recursos forestales no maderables en bosques tropicales de Oaxaca, Chihuahua, Durango, Michoacán, Jalisco y Guerrero		X	
Proyectos de inversión para el desarrollo de PFMN financiados		9	9
Fortalecimiento institucional			
Apoyo a la estrategia informática de la SEMARNAP	X	X	
Sistema Nacional de Información Forestal			
Sistema de Información de Productos forestales no maderables y maderables no tradicionales			
Apoyo a las actividades normativas y de fomento de la SEMARNAP	X	X	
Automatización de procedimientos de evaluación y seguimiento de programas de manejo forestal			
Evaluación y seguimiento	X	X	

En lo que respecta a los técnicos forestales comunitarios (PSTyP) se está conformando un mercado de estos servicios que tenga como característica fundamental un elevado nivel de eficiencia, calidad, oportunidad y diversidad de servicios técnicos profesionales a favor de los productores forestales. Las actividades de incorporación y capacitación de los PSTyP estuvieron dirigidas a formar cuatro perfiles: (1) forestal; (2) agroforestal; (3) biológico-ecológico; y (4) administrativo-organizativo-legal.



ESTUDIOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

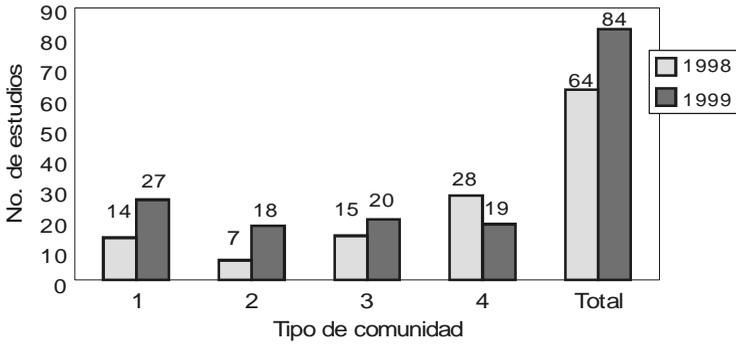


FIG. 1. Estudios de asistencia técnica por tipo de comunidad.

DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS A. T.

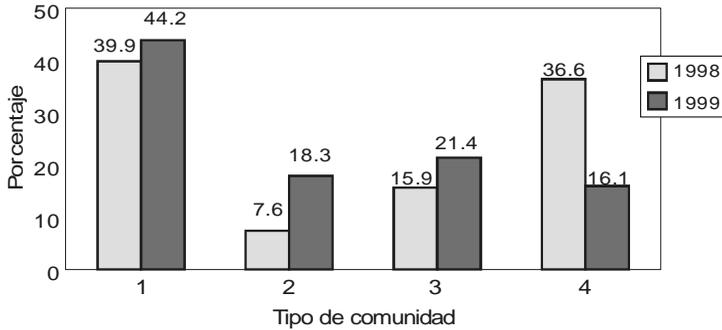


FIG. 2. Distribución de recursos por tipo de comunidad.

Para iniciar la definición y operación de este mercado de servicios técnicos y profesionales, en 1998 se constituyó un Padrón de Prestadores de Servicios Técnicos y Profesionales con un número inicial de 46 profesionistas en diferentes ramas del conocimiento que tienen injerencia en el sector forestal. Para 1999 se realizaron trabajos de incorporación de 25 profesionistas adicionales que actualmente están realizando gestiones para su incorporación al Padrón.

En cuanto al desarrollo de productos forestales no maderables, se han realizado dos diagnósticos de productos forestales no maderables y maderables no tradicionales (PFNM) en bosques templados, y tropicales y subtropicales en seis estados prioritarios en cuanto al manejo de recursos forestales (Chihuahua, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca). Como resultado de los trabajos de promoción, en 1999 se financiaron 9 proyectos de inversión para el desarrollo de PFNM dirigidos a: (1) producción de orquídeas en laboratorio; (2) producción de fibra de pita; (3) embotellado y comercialización de agua de manantial; (4) ecoturismo; (5) aprovechamiento y transformación de barbasco; (6) producción de hongos comestibles y (7) producción y comercialización de trucha arcoiris.

Mediante estos proyectos se inician y consolidan nuevas cadenas productivas, se optimizan los beneficios del bosque a través de un aprovechamiento sostenible, se generan empleos, se incorpora a la mujer en actividades productivas y se impulsa la diversificación productiva.

En cuanto a las actividades de fortalecimiento institucional en 1998 se diseñó el Sistema Nacional de Información Forestal dirigido a fortalecer la estrategia informática de la Secretaría como elemento para respaldar la instrumentación del programa sectorial y tiene el objetivo de concentrar y analizar información relativa al sector forestal. El sistema está dividido en tres fases:

Fase internet. El contenido temático del SNIF es el siguiente: (1) Registro Forestal Nacional; (2) Inventario Nacional de Recursos Naturales; (3) Producción e industria; (4) Protección forestal; (5) Cultura forestal; (6) Programas forestales y (7) Otros enlaces. Para hacer accesible esta información a todas las instituciones y personas interesadas, este Sistema se opera a través de Internet y está disponible en la página de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (www.semarnap.gob.mx).

Fase intranet. Funciona utilizando la red de telecomunicaciones de la SEMARNAP y permite a las delegaciones federales de la Secretaría involucradas en el sector forestal, capturar y mane-



jar de manera sistematizada información relativa a los siguientes temas: (1) Registro Forestal Nacional; (2) Industria; (3) Incendios y (4) Plantaciones forestales comerciales.

Sistema de Información de Productos Forestales No Maderables. Concentra información relevante sobre especies, temporalidad, mercado, legislación y abundancia en los estados de Chihuahua, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca. Actualmente el Sistema cuenta con información relativa a PFNM en bosques templados y será complementado con los resultados del Diagnóstico en bosques tropicales y subtropicales.

Finalmente, al inicio del presente año se iniciaron los trabajos correspondientes al seguimiento y evaluación de las actividades realizadas en el proyecto, así como del desempeño del mismo, con objeto de obtener elementos que permitan evaluar la viabilidad de esta estrategia de atención sectorial. Como parte de estos trabajos se está realizando una evaluación del desempeño y de los primeros impactos del proyecto.

ANEXO 1. Beneficios directos a comunidades y ejidos forestales.

Foros regionales

- Difusión de información sobre programas gubernamentales de apoyo sectorial
- Intercambio de información entre comunidades y ejidos forestales
- Identificación de necesidades de asistencia técnica y capacitación
- Definición de solicitudes para estudios y capacitación
- Fortalecimiento del trabajo de base y de organización regional.
- Información sobre valores ambientales, económicos y sociales de los bosques
- Fortalecimiento de un espacio de consulta y discusión para el desarrollo regional.

Estudios complementarios y de eficiencia y mercado

- 13 comunidades integrando y consolidando sus empresas forestales
- 13 comunidades integrando nuevas cadenas productivas
- 20 comunidades mejorando la aplicación de sistemas silvícolas y eficientando sus procesos de cosecha y de transformación de materias primas forestales.

Programas de manejo

- 25 núcleos agrarios se incorporan al aprovechamiento formal
- Ingreso a las comunidades por venta de madera
- Creación de empleos permanentes y temporales
- Incremento de inversiones comunitarias



Estudios Especiales y de investigación

- 84,197 ha bajo ordenamiento territorial en 7 comunidades
- 2 comunidades con certificación de sello verde
- 2 comunidades con estudios de fauna silvestre
- 4 comunidades con estudios de ecoturismo
- 7 comunidades elevando y mejorando la eficiencia de cadenas productivas, 4 estudios para alcanzar los estándares de calidad de productos forestales
- 2 comunidades mejorando su manejo forestal
- Integración de una comercializadora
- Integración de una gerencia comunal.

Estudios de conservación

- Alrededor de 10,000 ha bajo conservación
- 4 comunidades rehabilitando áreas afectadas por fenómenos meteorológicos y por siniestros
- 1 comunidad protegiendo las áreas de captación y cuerpos de agua
- 5 comunidades manteniendo hábitat para la vida silvestre.

Capacitación

- 128 comunidades apoyadas con cursos de capacitación (conocimientos generales sobre manejo y conservación de recursos forestales; diversificación productiva; fortalecimiento comunitario –planeación, gestión y organización comunitaria- y desarrollo de habilidades y destrezas.
- Alrededor de 2000 personas capacitadas

BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial.** 1995. México: Estudio de Revisión del Sector Forestal y Conservación de Recursos. Banco Mundial.
- Banco Mundial.** 1997. Informe de Evaluación: Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México (PROCYMAF). Banco Mundial.
- Bye, R.** 1993. Non-wood forest production. Universidad Nacional Autónoma de México-Helsinki University Knowledge Systems Study.
- Cabarle, B.** 1991. Community forestry and the social ecology of development. Grassroots Development Vol 15 (3)
- , **F. Chapela, y S. Madrid.** 1997. El manejo forestal comunitario y la certificación. Merino, L. 1997. El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas de sustentabilidad. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.
- Consejo Nacional de la Población.** 1996. Programa Nacional de Población 1995-2000.
- Consejo Técnico Consultivo Nacional Forestal.** 1996. Los recursos forestales no maderables en México, México.
- Flores-Villela O., y P. Gerez.** 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. México.
- Merino, L.** 1997. El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas de sustentabilidad. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.
- Plan Nacional de Desarrollo 1995 - 2000.** Poder Ejecutivo Federal.
- Plan Forestal y de Suelos 1995 - 2000.** Poder Ejecutivo Federal.
- Segura, G.** 1996. The State of Mexico's Forests Management and Conservation and Opportunities for Cooperation in North America. Commission for Environmental Cooperation.
- Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.** 1997. Ley Forestal y su Reglamento.
- Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.** 1997. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.



Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Instituto Nacional de Ecología. 1997. Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural.

Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1999. Aprovechamientos Forestales Maderables. Documento en revisión.

World Resources Institute 1995. World Resources 1994 - 1995: a guide to the global environment. WRI.

ETNOBOTÁNICA MÉDICA Y DESARROLLO SUSTENTABLE: EL CASO DEL ICBG-MAYA EN LOS ALTOS DE CHIAPAS

*B. Berlin¹, E. A. Berlin², L. García³, M. González⁴,
D. Puett⁵, R. Nash⁶*

En colaboración con

*R. Trujillo⁷, L. A. Ramírez⁸, J. Hernández⁹, M. G. Ramírez¹⁰, C. Montes¹¹,
H. Wetzstein¹², T. Murray¹³, R. Sharma¹⁴, N. Robinson¹⁵, J. Affolter¹⁶,
M. Heinrich¹⁷, ¹⁸Universidad de Georgia y El Colegio de la Frontera Sur,
¹⁹El Colegio de la Frontera Sur, ²⁰Universidad de Georgia,
²¹Naturaleza Molecular, Ltd., ²²Universidad de Londres*

¹⁸Universidad de Georgia y El Colegio de la Frontera Sur, ¹⁹El Colegio de la
Frontera Sur, ²⁰Universidad de Georgia, ²¹Naturaleza Molecular, Ltd.,
²²Universidad de Londres

Resumen

El ICBG-Los Altos de Chiapas es un grupo de investigadores científicos de diversas instituciones que pretende promover y conservar los recursos biológicos y el conocimiento biológico tradicional general que tienen los grupos étnicos de esta región de México. En este trabajo describimos la filosofía del proyecto, sus objetivos y los temas principales que pretende abordar. Describimos nuestras intenciones para: 1) conservar y promover el conocimiento etnobiológico médico, 2) documentar y evaluar la biodiversidad vegetal de Los Altos de Chiapas, así como el conocimiento y uso de los recursos vegetales por parte de los Mayas de la región, 3) desarrollo de investigación sobre el potencial de plantas medicinales en la agricultura Maya (agroecología) y 4) estudios de laboratorio (en proyecto) para determinar la bioactividad de los remedios tradicionales (farmacopea Maya). Un plan a largo plazo es evaluar cuáles de estas especies tienen potencial comercial y así dar alternativas económicas a las poblaciones Mayas de la región. Temas relacionados con los aspectos ético/legales de la investigación se discuten en la última sección.



Abstract

ICBG- Los Altos de Chiapas is a group of scientific investigators from different institutions with the goal of promoting and conserving the biological resources and traditional biological knowledge held by ethnic groups of this region of Mexico. In this paper, we describe the philosophy of the project, our objectives and the major topics of research. We describe our efforts to 1) conserve and promote medical ethnobiological knowledge, 2) document and evaluate plant biodiversity of the Highlands of Chiapas, as well as knowledge and uses of plant resources of Mayas living in this region, 3) development of research on the potencial of medicinal plants when applied to Maya agriculture (agroecology) and 4) laboratory analysis (not yet initiated) to determine the bioactivity of traditional remedies (pharmacopoeia maya). A long-term plan is to evaluate which of these plant species have potential for commercialisation and thus provide economic alternatives for the Maya populations of the region. Issues relating to the ethical /legal aspects of the research are discussed in the final section.

Palabras clave: ICBG-Los Altos de Chiapas, farmacopea maya, conocimiento tradicional, agricultura maya, biodiversidad de plantas, bioactividad, aspectos legales y jurídicos.

Key words: *ICBG-Los Altos de Chiapas, pharmacopoeia maya, traditional knowledge, Maya agriculture, plant biodiversity, bioactivity, ethical/legal aspects.*

El ICBG-Maya es un grupo de científicos de diferentes instituciones de investigación dedicados a estudiar las plantas de la región de Los Altos de Chiapas y el conocimiento sobre su poder curativo. Su interés radica en buscar mejores formas de conservación tanto de plantas como del conocimiento tradicional que tienen sobre ellas las comunidades mayas. Además, el grupo está dedicado a promover el uso sustentable de la biodiversidad de la región en formas que reconozcan y respeten los derechos de las comunidades indígenas y que les produzcan beneficios.

Las principales instituciones de investigación que participan en el ICBG-Maya son El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) de México, la Universidad de Georgia (UGA) de los Estados Unidos y MolecularNature Ltd. (MLN) de Gales, Gran Bretaña (una pequeña compañía biotecnológica fundada en 1999). El ICBG-Maya es uno de los seis grupos ICBG de investigación que pretenden incorporar la búsqueda de nuevas formas de aprovechamiento sustentable de productos naturales, así como la conservación de la diversidad biológica y cultural².

Las comunidades mayas de Los Altos de Chiapas (tzeltales, tzotziles, tojolabales, entre otras), tienen un amplio conocimiento de las especies de plantas que existen en su región. Tienen un sistema de clasificación botánica bastante similar al sistema taxonómico de la botánica científica, conocen la época de floración y fructificación de gran parte de las especies vasculares de

² El ICBG-Maya es un programa de la Fundación Fogarty de los Institutos Nacional de Salud de los E. E. U. U. Otros apoyos financieros provienen de la Fundación Nacional de Ciencia y del Departamento de Agricultura de los E. E. U. U.



la zona y saben dónde encontrarlas y cómo utilizarlas en su vida diaria. Sin embargo, a pesar de su conocimiento, con la aceleración de los cambios culturales en la región -especialmente durante los últimos treinta años-, cada día en las comunidades son menos las personas que reconocen la importancia de las plantas en la medicina tradicional y su poder curativo. Ahora más que nunca, el conocimiento tradicional sobre la herbolaria maya podría perderse. Por tal motivo, el grupo ICBG-Maya quiere contribuir a conservar y recopilar este conocimiento tradicional y buscar formas de enseñarlo a las nuevas generaciones de comunidades mayas, los mayas del Siglo XXI.

El ICBG-Maya confía en que es posible fortalecer el conocimiento acerca de los usos tradicionales de las plantas medicinales y además descubrir nuevas aplicaciones importantes en beneficio de las comunidades indígenas de Los Altos de Chiapas. El grupo pretende que el resultado de sus investigaciones, llevadas a cabo en colaboración con el pueblo indígena chiapaneco, consolide los beneficios del conocimiento tradicional maya y difunda la riqueza botánica de una región de tanta importancia para la biodiversidad mundial.

Los objetivos del ICBG-Maya son:

A) Con el conocimiento tradicional como guía, descubrir, aislar y evaluar preclínicamente los agentes bioactivos, el valor farmacológico y el potencial comercial de las especies vasculares de Los Altos de Chiapas.

B) Diseñar sistemas de producción sustentables y desarrollar la capacidad de manejo y uso sustentable de estos recursos, incluyendo estudios sobre el uso de plantas medicinales en el control de plagas como protección biológica de los cultivos en la agricultura tradicional.

C) Realizar muestreos botánicos ecológicamente sofisticados y profundos de la flora vascular de Los Altos de Chiapas, municipio por municipio. Ésto enriquecerá de manera significativa las colecciones de herbarios mexicanos y se desarrollará la base de datos florística regional más completa en el sur de México, parte de la tercera región de biodiversidad más rica y más amenazada en el mundo.

D) Apoyar la capacitación para investigación de acuerdo con los objetivos del Colegio de la Frontera Sur, la institución anfitriona del grupo, al proporcionar capacitación técnica a las comunidades mayas y al reforzar los intercambios académicos existentes con la Universidad de Georgia que permitirán que los investigadores y estudiantes de ambas instituciones participen en proyectos de investigación y programas de estudio conjuntos.

El proyecto ICBG-Maya lo forman tres Programas Asociados (PAs): PA1, Descubrimiento de Fármacos y Desarrollo Farmacéutico, encabezado por David Puett de la Universidad de Georgia (UGA) y Robert Nash de MolecularNature, Ltd. (MNL); PA2, Etnobiología Médica e Inventario de la Biodiversidad, dirigido por Elois Ann Berlin y Brent Berlin de UGA y El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR); PA3, Conservación, Cosecha Sustentable y Desarrollo Económico, encabezado por Luis García Barrios de ECOSUR.

El proyecto de investigación sobre nuevos usos de plantas medicinales, la medicina tradicional, la conservación de biodiversidad y el desarrollo económico sustentable en la región maya del sur de México, se apoya en las actividades de investigación y desarrollo comunitario que ECOSUR viene desarrollando desde hace más de dos décadas en Los Altos de Chiapas.

ÁREA DE ESTUDIO

El área del estudio del ICBG-Maya incluye 28 municipios a través de la gran meseta central y la sierra norte de Los Altos de Chiapas. Cubre más de 14.500 km² (Véase Figura 1) y abarca la mayor parte del territorio de Los Altos. En esta región se concentran pueblos indígenas de tres idiomas de la gran familia lingüística mayance. En los 28 municipios seleccionados, el 50 por ciento o más de los habitantes hablan una o dos de las lenguas tzeltal, tzotzil y tojolabal.

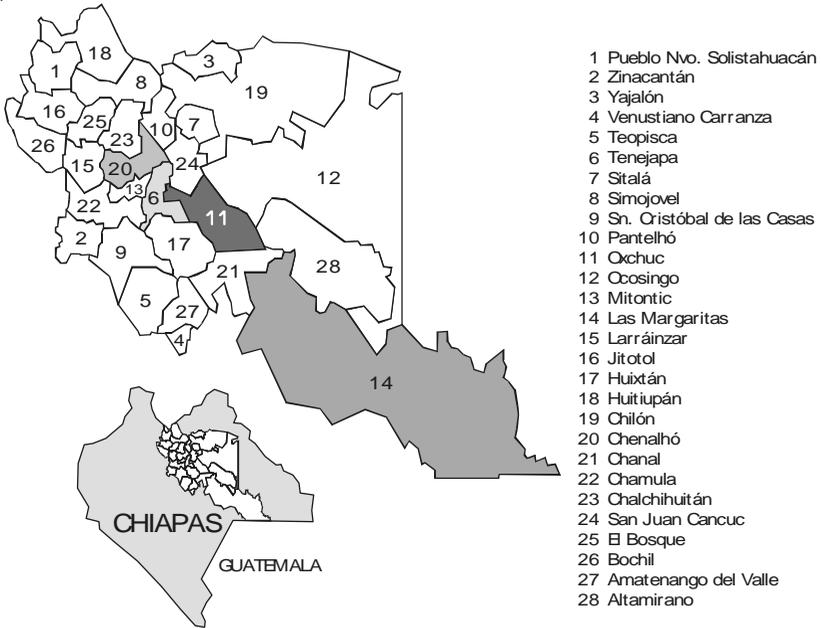


FIG. 1. Área de estudio del ICBG-Maya parte del territorio de Los Altos (Colectas botánicas realizadas en 4 municipios hasta la fecha).

ACTIVIDADES DE ICBG-MAYA EN LOS ALTOS DE CHIAPAS

Actualmente, el ICBG-Maya está realizando actividades acerca de los siguientes temas:

1) Rescate y promoción del conocimiento tradicional sobre la etnobiología médica por medio de estudios comparativos sobre farmacopea maya y el desarrollo de jardines etnobotánicos en los diferentes municipios.

2) Muestreos amplios de la biodiversidad de la flora de la zona y sobre el conocimiento y uso de estos recursos por parte de los mayas de la región.

3) Experimentación e implementación de estudios del uso de plantas medicinales en la agricultura maya como biocontrol de plagas (agroecología).

4) Estudios de laboratorio (en proyecto) sobre la bioactividad de los remedios tradicionales (farmacopea maya) con el fin de identifi-

car los más efectivos y de evaluar el potencial comercial de las especies que podrían, a largo plazo, tener valor como fitofármacos.

Estas actividades se explican a continuación.

**RESCATE Y PROMOCIÓN DEL CONOCIMIENTO TRADICIONAL
SOBRE LA ETNOBIOLOGÍA MÉDICA POR MEDIO DE ESTUDIOS
COMPARATIVOS SOBRE FARMACOPEA MAYA
Y EL DESARROLLO DE JARDINES ETNOBOTÁNICOS
EN LOS DIFERENTES MUNICIPIOS**

Los estudios sobre la medicina maya tienen dos enfoques principales:

- La *herbolaria maya*, con enfoque en estudios comparativos del conocimiento maya sobre la selección de especies de plantas medicinales, su preparación y administración.
- Los *jardines etnobotánicos*, la participación para promover el conocimiento de la farmacopea maya por medio de pequeños jardines comunitarios en toda la región maya, acompañados de talleres de instrucción y difusión amplia de la información en los idiomas tzeltal, tzotzil y tojolabal.

La herbolaria y la farmacopea maya

Los etnobotánicos y ahora los científicos de productos naturales, saben que el modo de preparación y administración son variables importantes en la determinación de la bioactividad de una planta medicinal (cabe mencionar el caso clásico de remedio nahuatl *Montanoa tomentosa* Cerv.). El ICBG-Maya está coleccionando información detallada de este tipo con fines de probar científicamente la eficacia de los remedios y promover su uso en las comunidades. Uno de los resultados de este trabajo será un amplio intercambio de información sobre los remedios entre las diferentes comunidades de municipios de distintas lenguas mayas, el cual fortalecerá el desarrollo de la medicina maya a lo largo de Los Altos de Chiapas.

En colaboración con técnicos tzeltales y tzotziles, hemos desarrollado un formato sistemático que nos permite conseguir información sobre la farmacopea maya que podría tener importancia cultural y valor farmacológico. Un ejemplo del formato está presentado en la Tabla 1.



Tabla 1. Ejemplo de la encuesta del ICBG-Maya sobre la Farmacopea Maya.

24-AUG-99		
Agustina Girón Meza, Linaje—As, Sexo: Femenino		
Municipalidad: Tenejapa		
Encuestadora: Catalina Meza Guzmán		
Número de la fórmula: 94		
Enfermedad	<i>ch'ich' tsa'nel</i>	diarrea con sangre
Propiedad de la enfermedad	<i>k'ajk'</i>	caliente
Ingrediente primario	<i>turesna</i>	durazno <i>Prunus persica</i> L.
Requisito?	<i>Ay stukel</i>	sí
Ingrediente segundo	<i>mantsana</i>	manzana <i>Malus pumila</i> L.
Requisito?	<i>Ay stukel</i>	sí
Ingrediente tercero	<i>pata</i>	guayaba <i>Psidium guajava</i> L.
Requisito?	<i>Ay stukel</i>	sí
Otros mezclas	<i>Ma'yuk</i>	no hay
'Fuerza' del ingrediente 1	++++ (de 5)	bastante fuerte
Color	<i>k'an</i>	amarillo
Olor	<i>ma'yuk yik'</i>	no tiene olor
Sabor	<i>sup nax</i>	medio insípido (astringente?)
Fuerza del sabor	+++ (de 5)	fuerte
Otras características	-	ninguna que el informante conozca
Efecto del remedio	<i>ya xkejcha yu'un,</i> <i>te k'alal ya</i> <i>k'uch'tik siket nax</i> <i>jchujtik</i>	para (la diarrea) cuando lo tomamos porque enfría nuestro estómago
Cantidad de ingrediente 1	<i>cha' lech spat</i> (5 cm)	dos pedazos de la corteza (5 cm)
Cantidad de ingrediente 2	<i>cha' lech spat</i> (5 cm)	dos pedazos de la corteza (5 cm)
Cantidad de ingrediente 3	<i>cha' lech spat</i> (5 cm)	dos pedazos de la corteza (5 cm)

Tabla 1 (cont.).

Parte de la planta 1	<i>spat</i>	corteza
Parte de la planta 2	<i>spat</i>	corteza
Parte de la planta 3	<i>spat</i>	corteza
¿Dónde se encuentra la planta 1?	<i>ta sikil k'in al sok</i> <i>ta k'ix in k'in al</i>	en tierra fría y tierra caliente
¿Dónde se encuentra la planta 2?	<i>ta sikil k'in al</i>	en tierra fría
¿Dónde se encuentra la planta 3?	<i>ta k'ix in k'in al</i>	en tierra caliente
Manejo planta 1	<i>ts'un bil</i>	cultivada
Manejo planta 2	<i>ts'un bil</i>	cultivada
Manejo planta 3	<i>Kanantabil</i>	Protegida, no sembrada
Disponibilidad 1	<i>joyob ora ay</i>	todo el tiempo
Disponibilidad 2	<i>joyob ora ay</i>	todo el tiempo
Disponibilidad 3	<i>joyob ora ay</i>	todo el tiempo
¿Hay condiciones para la cosecha de las plantas?	<i>ma'yuk</i>	no hay
Preparación preliminar 1	<i>ya yich' sapel</i>	se lava
Preparación preliminar 2	<i>ya yich' sapel</i>	se lava
Preparación preliminar 3	<i>ya yich' sapel</i>	se lava
¿En qué se prepara?	<i>ch'in p'in</i>	en una ollita
¿Cómo se prepara la fórmula?	<i>Xlejchelejch ya</i> <i>x'och ta payel yox</i> <i>tenel te poxile</i> <i>sok jun litro ja'</i> <i>ya xbulan oxeb</i> <i>minuto, ya xlijk</i> <i>sikubtes ta bojch</i> <i>te k'alal ya yuch'</i>	cada uno de los pedazos de la cáscara de las tres clases de plantas medicinales están machacadas en un litro de agua; se hierve durante tres minutos, se [deja] que empiece a enfriar en una jícara (bojch); cuando está fría, se toma.
¿Quién puede tomar el remedio?	<i>Muk'ul</i> <i>kirsanuetik sok</i> <i>alaletik</i>	adultos



Tabla 1 (cont.).

Administración	<i>uch'bil</i>	tomado
Cantidad	<i>oil baso</i>	medio vaso
¿Si es un bebé?	<i>ala jteb</i>	un poquito
Veces al día adulto	<i>ox ch'oj ta jun</i> <i>K'al</i>	tres veces al día
Veces al día no adulto	<i>ox ch'oj ta jun</i> <i>K'al</i>	tres veces al día
¿Hay dieta especial?	<i>ma'yuk ya</i> <i>xk'uxuta sba</i>	no tiene dieta
¿Qué se puede comer (si es una dieta especial) ?	<i>spisil we'liletik ya</i> <i>stak' stun</i>	se puede comer de todo
¿Hay comportamiento especial (durante el tratamiento) ?	<i>ma'yuk ya</i> <i>skananta sba</i> <i>yu'un</i>	no se cuida
Observaciones	<i>ma'yuk to ya</i> <i>stsakot ch'ich'</i> <i>tsa'nel stukel te</i> <i>unin alale</i>	a los bebés recién nacidos no les da diarrea con sangre

Hasta la fecha se ha colectado y computarizado información sobre 350 fórmulas distintas, que representan alrededor de 200 especies medicinales y otros ingredientes tales como cal, varias partes de animales e insectos. La medicina herbolaria se usa para tratar las siguientes condiciones de salud y enfermedades:

- 1) Enfermedades gastrointestinales (diarrea aguda, diarrea con sangre, diarrea con moco, dolor abdominal, dolor epigástrico y parásitos (lombrices, amibas).
- 2) Infecciones de la piel («nacidos», úlceras, abscesos, sarna, depigmentaciones).
- 3) infecciones respiratorias (tos, tuberculosis, inflamaciones de la nariz, la garganta y los oídos).

- 4) Heridas.
- 5) Inflamaciones de las articulaciones, y torceduras.
- 6) Calenturas, escalofríos y fiebres como paludismo.
- 7) Infecciones de la boca y la lengua, absesos dentales y caries.
- 8) Infecciones de los ojos.
- 9) Trastornos mentales (desorientación, convulsiones, agitación, comportamiento agresivo).
- 10) Condiciones de salud de la mujer relacionadas con el parto, la menstruación, la anticoncepción y el aborto.
- 11) Problemas urinarios.

Los extractos se obtendrán y analizarán en los laboratorios de ECOSUR. Una muestra liofilizada de cada extracto estará sujeta también al análisis en los laboratorios de UGA y MNL. El proceso permite la comparación simultánea de los efectos de la fórmula maya con extractos estandarizados de cada ingrediente y de esta manera se obtienen dos beneficios: (1) cuando una fórmula muestra niveles más altos de bioactividad específica, será candidata para la promoción regional y posiblemente comercial como fitomedicina y (2) se proveerá una muestra para análisis de efectos sinérgicos de los ingredientes y un control positivo para detectar la actividad terapéutica. La finalidad es obtener medicamentos efectivos que rindan beneficios a corto y largo plazo para las comunidades mayas.

Los jardines etnobotánicos

La promoción del manejo y uso del conocimiento tradicional sobre las plantas medicinales avanza de manera significativa debido a la colaboración del ICBG-Maya con nueve comunidades que han solicitado asesoría para el establecimiento y el mantenimiento de jardines etnobotánicos de plantas medicinales. Se han establecido o están en proceso de establecerse jardines comunales en parajes de habla tzotzil del municipio de Chenalhó (cabeceza, Ba Ch'en y Belisario Domínguez), en parajes de habla tzeltal del municipio de Tenejapa (Balun Kanal, Sibakte'el, Nabil, Majosik' y Ch'ixaltontik), y en parajes de habla tzeltal del municipio de Oxchuc (Pak'bilna y Jijton).



FIG. 2. Jovencita Tzeltal en un jardín etnobotánico en Los Altos de Chiapas (foto Paul David Duncan).

Cada jardín está a cargo de un grupo de socios de la comunidad quienes firman un convenio con el ICBG-Maya acerca del manejo y desarrollo del jardín. La comunidad se compromete a donar por lo menos 625 m² de terreno, por un período de 10 años para establecer el jardín comunitario. El promedio de especies medicinales por jardín es de 200. A finales de junio del 2000, uno de los jardines se distinguió por tener 345 especies medicinales distintas. El ICBG-Maya provee asistencia técnica y accesorios como cerca, manguera y algunas herramientas.

Cada especie tiene su etiqueta botánica correspondiente, la cual incluye el nombre de la planta en tzeltal y tzotzil y su determinación botánica (familia, género y especie). Una ventaja de los jardines es el interés que despierta debido a las posibilidades de intercambio de información etnomédica entre distintos municipios (Figura 2). Es bien conocido que, desde hace siglos, los mayas de Los Altos de Chiapas, como sus vecinos de Guatemala, han sido organizados en municipios relativamente aislados e independientes. Cada municipio tiene su propia jerarquía cívico-religiosa, su propio traje regional y su propia variedad lingüística correspondiente a su idioma maya.

Con el desarrollo de los jardines medicinales comunales, individuos de los distintos jardines han empezado a hacer «visitas de intercambio», en las cuales los representantes de cada jardín intercambian información y plantas medicinales que no se encuentran en su propio territorio. Las visitas entre personas de diferentes lenguas mayas fue una de las principales razones para incluir los nombres en tzeltal y tzotzil en las etiquetas de las plantas en cada jardín. El objetivo es aprovechar el amplio conocimiento de todas las comunidades mayas de Los Altos y promo-

ver vigorosamente este conocimiento en toda la zona. Con el establecimiento de los jardines botánicos ha crecido el interés en el conocimiento tradicional de una herbolaria «pan-Maya» que muy probablemente se irá desarrollando en el futuro.

MUESTREOS AMPLIOS DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA DE LA ZONA Y SOBRE EL CONOCIMIENTO Y USO DE ESTOS RECURSOS POR PARTE DE LOS MAYAS DE LA REGIÓN (ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA)

Durante el segundo trimestre de 1999, se realizó una investigación de la composición florística y un análisis estructural de las comunidades de plantas herbáceas en los principales hábitats bajo fuerte alteración humana (áreas próximas a las milpas, campos abandonados, pastizales, barbechos y límites de bosques), enfocándose en dos zonas altitudinales principales: 1) de los 1,700 a los 2,000 m.s.n.m. y 2) de los 2,200 a los 2,500 m.s.n.m. Durante los últimos cinco meses, se ha adelantado un estudio de la composición florística de 109 lugares que ejemplifican uno de los cinco hábitats de interés. A través de estos estudios preliminares, se elaboró un inventario de más de 362 especies distintas de plantas vasculares, aunque las determinaciones botánicas finales por parte de los verificadores del herbario que trabajan en este estudio se encuentran todavía en proceso de elaboración.

Los análisis estadísticos preliminares de diversidad de especies en estos hábitats muestran los siguientes hallazgos:

1) Los barbechos de dos a tres años muestran la mayor diversidad de especies, seguidos por los terrenos de milpa recién abandonados. Los barbechos de cuatro años o más (donde dominan especies de árboles) y los pastizales exhiben el menor número de diversidad de especies.

2) Como era de esperarse, todos los tipos de hábitat del estudio exhiben mayor diversidad relativa de especies en las áreas de menor altitud y menor diversidad relativa en áreas de mayor altitud.

3) Los factores edáficos muestran poca influencia sobre la composición florística.

4) Todos los hábitats exhiben mayor diversidad de especies



cuando limitan con bosques secundarios maduros, y la diversidad decrece cuando están próximos a terrenos de cultivo.

Luis Galindo Jaimes, otro de los miembros del equipo de investigación de Mario González, participa en diversas actividades relacionadas con la conservación, manejo y restauración de bosques. Uno de los avances más significativos de su trabajo es la computarización de la información acerca de afinidades y sucesiones fito-geográficas de 18,000 registros de herbario de especies de bosque de Los Altos de Chiapas. Además, el licenciado Galindo terminó su tesis de maestría sobre la composición de especies en las áreas alteradas dominadas por especies de pino.

Hacia una etnoflora de Los Altos de Chiapas

Para desarrollar un estudio profundo de la biodiversidad en Los Altos, se iniciaron colectas botánicas -municipio por municipio- en dicha área. Con base en la información recopilada por medio del muestreo etnobotánico y etnoecológico de la región, nos proponemos elaborar una «etnoflora» que contribuya a la revaloración del conocimiento tradicional etnocientífico dentro y fuera de las comunidades, motivando un nuevo orgullo cultural. Asimismo, esperamos que la información ecológica y botánica facilite el desarrollo de análisis orientados a mejorar las prácticas de conservación y uso de recursos. Nos proponemos difundir estos datos en una serie de volúmenes llamada La Etnoflora Maya de Los Altos de Chiapas, en cuatro idiomas (español, tzeltal, tzotzil y tojolabal) e ilustrada por don Nicolás Hernández Ruiz, dibujante botánico del municipio de San Andrés Larráinzar, hablante del tzotzil, y quien trabaja con el equipo desde hace más de diez años.

Hasta el 30 de junio del 2000 se colectaron casi 6,000 números (siete duplicados de cada número) en cuatro municipios de Los Altos (Chenalhó (tzotzil), Tenejapa (tzeltal), Oxchuc (tzeltal) y Las Margaritas (tojolabal). El muestreo botánico se inició en junio de 1999, pero se tuvieron que suspender las colectas en noviembre del mismo año por las acusaciones de ser «biopiratas» y «saqueadores del conocimiento tradicional» hechas en los me-

dios por varios grupos no gubernamentales. Dentro de las colectas determinadas hasta la fecha, se han registrado 125 familias botánicas, más de 500 géneros y 1,200 especies (véase Tabla 2).

Tabla 2. Colectas botánicas del ICBG-Maya, de junio a noviembre del 1999.

Categoría Taxonómica	Número de colectas
Número de colectas (277 no determinadas todavía)	5,951
Familias botánicas	125
Géneros	536
Especies determinadas	1,217

Es interesante resaltar que casi la mitad de las especies más frecuentemente colectadas dentro del muestreo general del ICBG-Maya, son también las especies de mayor importancia dentro de la herbolaria maya, según la frecuencia de colectas de plantas medicinales en el proyecto de Programa de Colaboración sobre Medicina Tradicional y Herbolaria (PROCOMITH) realizado durante los años 1986-1991 (véase la Tabla 3).



Tabla 3. Especies más frecuentemente colectadas en los muestreos del ICBG-Maya (junio-noviembre 1999) y el proyecto de Programa de Colaboración sobre Medicina Tradicional y Herbolaria (PROCOMITH) (1986-1991).

199 especies más frecuentes en las colectas generales del proyecto ICBG-Maya	N cols	113 especies más frecuentes en las colectas medicinales del proyecto PROCOMITH	N cols
<i>Lantana camara</i> L.	67	<i>Lantana camara</i> L.	60
<i>Acacia angustissima</i> (Miller) Kuntze	52	<i>Verbena litoralis</i> Kunth	47
<i>Monnina xalapensis</i> Kunth	50	<i>Acacia angustissima</i> (Miller) Kuntze	40
<i>Crusea calocephala</i> C. & S.	40	<i>Myrica cerifera</i> L.	40
<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.	39	<i>Fuchsia microphylla</i> Kunth	39
<i>Lantana hispida</i> Kunth	36	<i>Lobelia laxiflora</i> Kunth	37
<i>Solanum americanum</i> Miller	32	<i>Tagetes lucida</i> Cav.	36
<i>Borreria laveis</i> (Lam.) Griseb.	32	<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.	34
<i>Mimosa albida</i> H. & B. ex Willd.	30	<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	33
<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.	30	<i>Smallanthus maculatus</i> (Cav.) H. Robinson	33
<i>Solanum lanceifolium</i> Jacq.	29	<i>Rhus terebinthifolia</i> S. & C.	33
<i>Saurauia scabrida</i> Hemsley	27	<i>Monnina xalapensis</i> Kunth	32
<i>Phytolacca icosandra</i> L.	27	<i>Salvia lavanduloides</i> Kunth	31
<i>Salvia purpurea</i> Cav.	26	<i>Iresine celosia</i> L.	31
<i>Parathesis chiapensis</i> Fern.	26	<i>Lantana hispida</i> Kunth	31
<i>Smallanthus maculatus</i> (Cav.) H. Robinson	25	<i>Crusea calocephala</i> C. & S.	29
<i>Polygala floribunda</i> Benth.	25	<i>Sambucus mexicana</i> Presl	29

199 especies más frecuentes en las colectas generales del proyecto ICBG-Maya	N cols	113 especies más frecuentes en las colectas medicinales del proyecto PROCOMITH	N cols
<i>Fuchsia paniculata</i> Lindley	25	<i>Calliandra houstoniana</i> (Miller) Kuntze	28
<i>Ranunculus petiolaris</i> Kunth ex DC.	24	<i>Ranunculus petiolaris</i> Kunth ex DC.	28
<i>Lopezia racemosa</i> Jacq.	24	<i>Ageratina ligustrina</i> (DC.) King & H. Rob.	28
<i>Cordia spinescens</i> L.	24	<i>Ageratina</i>	28
<i>Calliandra grandiflora</i> (L'Her.) Benth.	24	<i>Erigeron karwinskianus</i> DC.	27
<i>Anoda cristata</i> (L.) Schlecht.	24	<i>Baccharis trinervis</i> (Lam.) Pers.	26
<i>Vitis bourgaeana</i> Planchon	23	<i>Clematis dioica</i> L.	26
<i>Viburnum hartwegii</i> Benth.	23	<i>Ambrosia cumanensis</i> Kunth	25
<i>Sida acuta</i> Burm.f.	23	<i>Solanum americanum</i> Miller	25
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	23	<i>Asclepias curassavica</i> L.	24
<i>Cornus excelsa</i> Kunth	23	<i>Gaultheria odorata</i> Willd.	24
<i>Melampodium montanum</i> Benth.	22	<i>Plantago australis</i> (H.B.K.) Rahn	23
<i>Asclepias curassavica</i> L.	22	<i>Fuchsia paniculata</i> Lindley	23
<i>Rhus terebinthifolia</i> S. & C.	21	<i>Euphorbia</i>	23
<i>Hibiscus uncinellus</i> DC.	21	<i>Prunella vulgaris</i> L.	23
<i>Verbena litoralis</i> Kunth	20	<i>Polygonum punctatum</i> Ell.	22
<i>Myrica cerifera</i> L.	20	<i>Ocimum selloi</i> Benth.	22
<i>Leucaena diversifolia</i> (Schlecht.) Benth.	19	<i>Polygala floribunda</i> Benth.	22



199 especies más frecuentes en las colectas generales del proyecto ICBG-Maya	N cols	113 especies más frecuentes en las colectas medicinales del proyecto PROCOMITH	N cols
<i>Bouvardia longiflora</i> (Cav.) Kunth	19	<i>Thalictrum</i>	22
<i>Thalictrum guatemalense</i> C. DC. & Rose	18	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	21
<i>Castilleja arvensis</i> C. & S.	18	<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.	21
<i>Asclepias similis</i> Hemsley	18	<i>Castilleja arvensis</i> C. & S.	21
<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC.	17	<i>Malva viscus arboreus</i> Cav.	21
<i>Cuphea</i>	17	<i>Piqueria trinervia</i> Cav.	21
<i>Lobelia laxiflora</i> Kunth	16	<i>Equisetum</i>	20
<i>Hyptis urticoides</i> Kunth	16	<i>Pinaropappus</i>	20
<i>Fuchsia microphylla</i> Kunth	16	<i>Stevia ovata</i> Willd.	20
<i>Fuchsia encliandra</i>	16	<i>Oenothera rosea</i> L'Her. ex Aiton	20
<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standley	16	<i>Mimosa albida</i> H. & B. ex Willd	20
<i>Chamaecrista rufa</i> (M. & G.) B. & R.	16	<i>Lippia subtrigosa</i> Turcz.	20
<i>Geranium goldmanii</i> Rose ex Hanks & Small	15	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	20
<i>Bidens pilosa</i> L.	15	<i>Baccharis vaccinioides</i> Kunth	20
<i>Viburnum jucundum</i> Morton	14	<i>Baccharis serraefolia</i> DC.	20
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	14	<i>Salmea scandens</i> (L.) DC.	20
<i>Stevia ovata</i> Willd.	14	<i>Fleischmannia</i>	20

199 especies más frecuentes en las colectas generales del proyecto ICBG-Maya	N cols	113 especies más frecuentes en las colectas medicinales del proyecto PROCOMITH	N cols
<i>Polygala costaricensis</i> Chodat	14	<i>Piper</i>	19
<i>Physalis gracilis</i> Miers.	14	<i>Solanum nigrescens</i> M. & G.	19
<i>Cuphea cyanea</i> DC.	14	<i>Viburnum hartwegii</i> Benth.	19
<i>Ceanothus coeruleus</i> Lagasca	14	<i>Solanum</i>	19
<i>Baccharis trinervis</i> (Lam.) Pers.	14	<i>Parathesis chiapensis</i> Fern.	19
<i>Verbesina turbacensis</i> Kunth	13	<i>Cissampelos pareira</i> L.	19
<i>Rubus trilobus</i> Ser.	13	<i>Garrya laurifolia</i> Hartweg ex Bentham	18
<i>Rondeletia cordata</i> Benth.	13	<i>Rapanea myricoides</i> (Schlecht.) Lundell	18
<i>Prunella vulgaris</i> L.	13	<i>Calliandra grandiflora</i> (L'Her.) Benth.	18
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	13	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	18
<i>Parathesis belizensis</i> Lundell	13	<i>Chenopodium</i>	18
<i>Oenothera rosea</i> L'Her. ex Aiton	13	<i>Senna</i>	18
<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small	13	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schlecht.	18
<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitc.	13	<i>Lopezia racemosa</i> Jacq.	17



199 especies más frecuentes en las colectas generales del proyecto ICBG-Maya	N cols	113 especies más frecuentes en las colectas medicinales del proyecto PROCOMITH	N cols
<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J. L. Gentry	13	<i>Tecoma stans</i> (L.) Kunth	17
<i>Hamelia patens</i> Jacq.	13	<i>Sida rhombifolia</i> L.	17
<i>Crataegus pubescens</i> (Kunth) Steudel	13	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	17
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	13	<i>Adiantum andicola</i>	17
<i>Archibaccharis hirtella</i> (DC.) Heering	13	<i>Solanum lanceifolium</i> Jacq.	16
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	12	<i>Ruta graveolens</i> L.	16
<i>Rapanea myricoides</i> (Schlecht.) Lundell	12	<i>Hibiscus uncinellus</i> DC.	16
<i>Perymenium grande</i> Hemsley	12	<i>Brugmansia candida</i> Pers.	16
<i>Erigeron karwinskianus</i> DC.	12	<i>Alternanthera laguroides</i> Standley	16
<i>Calliandra houstoniana</i> (Miller) Kuntze	12	<i>Piptothrix areolaris</i> (DC.) King & H. Rob.	16
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	12	<i>Aster exilis</i> Ell.	16
<i>Verbena carolina</i> L.	11	<i>Clethra suaveolens</i> Turcz.	16
<i>Solanum nudum</i> Kunth	11	<i>Salvia purpurea</i> Cav.	16
<i>Randia aculeata</i> L.	11	<i>Salvia karwinskii</i> Benth.	16
<i>Miconia mexicana</i> (Bonpl.) Naud.	11	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	16
<i>Leandra subseriata</i> (Naud.) Cogn.	11	<i>Valeriana scandens</i> L.	16

199 especies más frecuentes en las colectas generales del proyecto ICBG-Maya	N cols	113 especies más frecuentes en las colectas medicinales del proyecto PROCOMITH	N cols
<i>Hybanthus attenuatus</i> (H. & B.) G. K. Schulze	11	<i>Salvia cinnabarina</i> M. & G.	16
Euphorbia	11	<i>Vernonia leiocarpa</i> DC.	16
<i>Cuphea graciliflora</i> Koehne	11	Tagetes filifolia Lagasca	16
<i>Bomarea hirtella</i> (Kunth) Herb.	11	<i>Fleischmanniopsis</i>	16
Acalypha botteriana Muell. Arg.	11	<i>Alloispermum</i>	16
Tagetes filifolia Lagasca	10	Bidens aurea	15
Salvia rubiginosa Benth.	10	Hyptis urticoides Kunth	15
<i>Salvia</i>	10	<i>Ricinus communis</i> L.	15
<i>Rhus schiedeana</i> Schlecht.	10	Cordia spinescens L.	15
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	10	Miconia mexicana (Bonpl.) Naud.	15
Litsea glaucescens Kunth	10	<i>Begonia</i>	15
<i>Helenium scorzoneraefolia</i> (DC.) A. Gray	10	Acalypha botteriana Muell. Arg.	15
<i>Cestrum nocturnum</i> L.	10	Salvia rubiginosa Benth.	14
<i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni ex Pers.	10	Verbena carolina L.	14
<i>Triumfetta dumetorum</i> Schlecht.	9	<i>Tithonia longiradiata</i> (Bertol.) Blake	14
<i>Tradescantia crassifolia</i> Cav.	9	<i>Satureja brownei</i> (Sw.) Briq.	14
<i>Solanum</i>	9	<i>Psidium guineense</i> Sw.	14
Sambucus mexicana Presl	9	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planchon	14



199 especies más frecuentes en las colectas generales del proyecto ICBG-Maya	N cols	113 especies más frecuentes en las colectas medicinales del proyecto PROCOMITH	N cols
<i>Salvia urica</i> Epling	9	<i>Psidium guajava</i> L.	14
<i>Salvia lavanduloides</i> Kunth	9	<i>Saurauia scabrida</i> Hemsley	14
<i>Piper aduncum</i> L.	9	<i>Kearnemalvastrum</i>	14
<i>Parathesis leptopa</i> Lundell	9	<i>Cornus excelsa</i> Kunth	14
<i>Nemastylis silvestris</i> Loes.	9	<i>Cleyera theaeoides</i> (Sw.) Choisy	13
<i>Miconia</i>	9	<i>Kohleria elegans</i> (Decne.) Loes.	13
<i>Hypericum uliginosum</i> Kunth	9	<i>Chromolaena collina</i> (DC.) King & H. Rob.	13
<i>Heliopsis buphthalmoides</i> (Jacq.) Dunal	9	<i>Ilex vomitoria</i> Aiton	13
<i>Epidendrum radicans</i> Pavon	9	<i>Salvia reptans</i> Jacq.	13
<i>Desmodium</i>	9	<i>Ceanothus coeruleus</i> Lagasca	13
<i>Crusea</i>	9	<i>Ceanothus coeruleus</i> Lagasca	13
<i>Cologania broussonettii</i> (Balb.) DC.	9		
<i>Cestrum aurantiacum</i> Lindley	9		
<i>Bidens aurea</i> (Aiton) Sherff	9		
<i>Arthrostemma ciliatum</i> R. & P.	9		
<i>Ambrosia cumanensis</i> Kunth	9		
<i>Acacia pennatula</i> (S. & C.) Benth.	9		

La Tabla 4 indica el número de especies colectadas hasta la fecha en el proyecto ICBG-Maya y dentro del proyecto de PROCOMITH. Señala también el número de especies distintas y en común. Dada la riqueza de la flora de Los Altos (Breedlove 1986), la diversidad de micro-hábitats de la región y la variación de altitud en los 28 municipios del área del estudio, anticipamos que, al terminar el muestreo botánico, se tendrá un inventario de más de 4,500 especies.

Tabla 4 Distribución de número de especies en dos proyectos etnobotánicos en Los Altos de Chiapas*.

Especies representadas en las colectas del ICBG-Maya hasta la fecha	Especies representadas en las colectas del proyecto de PROCOMITH
1,200+ spp. registradas	1,570+ spp. registradas
533 especies en común	
494 especies distintas	1,037 especies distintas
2,064 spp. total de especies registradas	

(*habría 144 especies adicionales si se añaden los resultados del proyecto «Plantas nutricionales en Los Altos de Chiapas», CONABIO M001, 1998).

**EXPERIMENTACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE ESTUDIOS
DEL USO DE PLANTAS MEDICINALES EN LA
AGRICULTURA MAYA COMO BIOCONTROL DE PLAGAS
(EXPERIMENTOS DE AGROECOLOGÍA)**

Las actividades del PA3 incluyen varias investigaciones acerca del conocimiento indígena sobre posibles propiedades de las plantas del Cuadro Básico (las plantas medicinales de mayor importancia en la medicina maya) para uso como biocontrol en la agricultura, el herbivorismo de insectos en plantas medicinales en sus hábitats naturales y la asociación de plantas medicinales



aromáticas, con cultivos de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) y su efecto sobre el gusano defoliador de la col, *Leptophobia aripa* var. *elodia* Boisd.

En un estudio llevado a cabo en 23 localidades del municipio de Tenejapa acerca del conocimiento tradicional indígena sobre plantas medicinales del cuadro básico (con 64 especies de plantas de crecimiento espontáneo) usadas para atraer, repeler o controlar plagas insectiles en los cultivos de importancia en la región, se identificaron 15 cultivos comunes en total, de los cuales cinco sobresalen por su importancia: *Zea mays* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Coffea arabica* L., *Brassica oleracea* L. y *Solanum tuberosum* L. Veintisiete animales invertebrados (4 de ellos depredadores) y 9 animales vertebrados causan daño a estos cultivos y están distribuidos de la siguiente forma: 11 plagas en el maíz (*Zea mays*), 8 de importancia y 3 consideradas menores; 10 plagas en el frijol (*Phaseolus vulgaris*), 5 de importancia y 5 consideradas menores; 10 plagas en el café (*Coffea arabica*), 4 de importancia y 6 menores; 5 plagas en el repollo (*Brassica oleracea*), 1 de importancia y 4 consideradas menores. De las 64 especies trabajadas, se identificaron 6 plantas con características atrayentes de *Diphaulaca wagneri*, las cuales son *Phaseolus coccineus* L., *Solanum americanum* Miller, *Buddleia crotonoides* A. Gray, *Smallanthus maculatus* (Cav.) H. Robinson, *Verbena litoralis* Kunth y *Lantana camara* L.; 2 plantas atrayentes de ronrones o escarabajos (fase adulta de *Phyllophaga* spp.) en maíz y frijol, *Buddleia crotonoides* A. Gray y *Solanum lanceifolium* Jacq.; 2 especies repelentes o poco atractivas, *Nicotiana tabacum* L. y *Ricinus communis* (usadas como planta, sin preparar), y una planta con efecto insecticida, *Ricinus communis* L. (requiere preparación).

Se han realizado observaciones cualitativas del grado del daño causado por herbivoría de insectos en un total de 28 especies de plantas del cuadro básico tzetzal-tzotzil. Las observaciones han sido realizadas en transectos de 20 m en acahuales o parcelas de cinco comunidades de dos municipios, uno tzetzal y otro tzotzil.

De las 466 especies observadas, las que presentaron mayor daño de herbivoría se indican en la Tabla 5.

Tabla 5. Especies vegetales con diversos niveles de herbivoría por diversos insectos plagiles.

Nivel de daño	Fecha de observación	
	Julio	Septiembre
Alto	<i>Fuschia paniculata</i> Lindley	<i>Fuschia paniculata</i> Lindley
	<i>Phaseolus coccineus</i> L.	<i>Phaseolus coccineus</i> L.
	<i>Salvia karwinskii</i> Benth.	<i>Salvia karwinskii</i> Benth.
	<i>Monina xalapensis</i> Kunth	<i>Monina xalapensis</i> Kunth
	<i>Solanum americanum</i> L.	<i>Rumex crispus</i> <i>Verbena</i> spp.
Bajo	<i>Monina xalapensis</i> Kunth	<i>Monina xalapensis</i> Kunth
	<i>Ranunculus petiolaris</i> Kunth ex DC.	<i>Ranunculus petiolaris</i> Kunth ex DC.
	<i>Rubus corifolius</i> Liebm.	<i>Sambucus mexicana</i> Presl
	<i>Rhus terebinthifolia</i> S. & C.	<i>Senecio salignus</i> DC.

Se encontraron especies de plantas del cuadro básico (*Fuschia paniculata* Lindley y *Phaseolus coccineus* L., *Monina xalapensis* Kunth y *Ranunculus petiolaris* Kunth ex DC) que se destacan por tener niveles de herbivorismo muy altos o muy bajos en relación con el nivel promedio observado en el total de especies estudiadas. Un estudio reveló posibles metabolitos secundarios en las plantas observadas y otros factores que pueden estar determinando una susceptibilidad al herbivorismo por parte de dichas plantas. Se considera importante estudiar los factores involucrados en la susceptibilidad de las plantas al daño causado por insectos herbívoros, ya que éstos serán determinantes al establecer cultivos de las plantas de mayor importancia y al realizar observaciones más extensivas para abarcar las diferentes épocas ambientales y las etapas fenológicas de éstas y otras especies del cuadro básico.



Se estudió el efecto de las asociaciones del repollo, *Brassica oleracea* var. *capitata* L., con cuatro especies de plantas medicinales aromáticas: *Salvia lavanduloides* H.B.K., *Tagetes nelsonii* Greenm., *Chenopodium ambrosioides* L., y *Lantana camara* L., para controlar el gusano defoliador de la col, *Leptophobia aripa* var. *elodia*, en los cultivos de Los Altos de Chiapas. Se encontró una reducción significativa (ANOVA, $p < 0.05$) en el número de larvas promedio por planta de repollo asociada con *T. nelsoni*, en comparación con los repollos sembrados en monocultivo. Sin embargo, las plantas de repollo asociadas con *T. nelsoni* alcanzaron un menor peso (ANOVA, $p < 0.05$) que las plantas sembradas en monocultivo.

La conclusión tentativa es que, no obstante el efecto facilitativo que se dio en la reducción del número de larvas en los repollos asociados con *T. nelsoni* en comparación con el monocultivo, el efecto competitivo por recursos fue más grande, lo que se reflejó en el menor peso final de los repollos asociados, al menos para las densidades de siembra manejadas en el estudio.

**ESTUDIOS DE LABORATORIO (EN PROYECTO)
SOBRE LA BIOACTIVIDAD DE LOS REMEDIOS TRADICIONALES
(FARMACOPEA MAYA) CON EL FIN DE IDENTIFICAR LOS MÁS
EFECTIVOS Y DE EVALUAR EL POTENCIAL COMERCIAL DE
LAS ESPECIES QUE PODRÍAN, A LARGO PLAZO,
TENER VALOR COMO FITOFÁRMACOS
(LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES DE ECOSUR)**

Una de las actividades más significativas del ICBG-Maya es la capacitación técnica para realizar análisis de productos naturales en un nuevo laboratorio en ECOSUR. El ICBG-Maya ha participado en la renovación de 237 m² de espacio de trabajo y la adquisición de instrumentos de laboratorio para bioensayos, composición nutricional de forraje, análisis de suelos, microbiología, ecofisiología y salud. De esta manera, se garantiza que una parte importante del análisis del potencial como fitomedicinas y nuevos productos farmacéuticos de las plantas será llevado a cabo en México. Como parte de esta colaboración, el ICBG-Maya establece tres laboratorios de extracción y cultivo de tejidos en ECOSUR.

En estos laboratorios también se podrán preparar extractos de las plantas medicinales, los suficientes para realizar un análisis local y para mandar extractos a los laboratorios de UGA y MNL. Después de realizar las extracciones con las primeras 100 especies (elegidas de acuerdo a su nivel de consenso general de uso) se priorizarán las próximas 500 especies según su orden de común acuerdo, hasta incluir las demás especies de la flora vascular de Los Altos de Chiapas. Se prepararán tres tipos de extractos de plantas vasculares:

- 1) Extractos de la farmacopea maya de productos naturales, replicando la manera tradicional de preparación para administrar a un paciente.
- 2) Extractos de materia seca de especies individuales preparados con diclorometano [DCM].
- 3) Extractos de materia seca de especies individuales, preparados con un 50 por ciento de etanol acuoso.

Los extractos a pequeña escala (preparados con menos de un kilogramo de materia vegetal) serán disueltos en determinadas concentraciones y divididos en cinco alicuotas.

Todos los extractos de plantas vasculares serán registrados con códigos de barras en los laboratorios de ECOSUR. Aquí se realizarán las pruebas con uno de fraccionamientos guiados por actividad biológica para aislar e identificar el o los compuestos responsables de cualquier bioactividad observada. Las dos muestras restantes serán almacenadas en ECOSUR y quedarán en reserva para enviar a UGA y/o MLN, si fuese necesario.

Así que ahora, ECOSUR cuenta con un laboratorio apropiado en el cual se llevarán a cabo los ensayos antimicrobianos con todos los extractos. Los microorganismos de análisis incluirán: *Aspergillus niger*, *Cryptococcus neoformans*, *Escherichia coli*, *Pseudomona aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecalis*. Los extractos que muestren bioactividad significativa serán analizados de nuevo en ensayos con la técnica de cromatografía líquida (TLC). ECOSUR dará a conocer los resultados de sus ensayos a UGA y MNL para ensayos adicionales.



Las especies candidatas para extracciones de materia vegetal a gran escala y en grandes cantidades (más de 1kg) se seleccionarán de acuerdo a su bioactividad significativa en los ensayos a pequeña escala o por sus compuestos novedosos identificados por medio de HPLC-PDA/MS (cromatografía líquida de alta resolución) y GC-MS (cromatografía de gases) en UGA y MNL. Los extractos liofilizados serán enviados a UGA y MNL para purificación utilizando lo último en tecnología FLASH y HPLC.

Una de las actividades más importantes de los estudios de laboratorio, tanto en el laboratorio de ECOSUR como los de la Universidad de Georgia y MNL, es investigar la bioactividad de las especies más conocidas como remedios para las enfermedades más frecuentes (como diarrea, tos e infecciones). Al obtener los resultados de los ensayos de laboratorio, se promoverá en las comunidades el uso de las especies que tengan mayor eficacia.

Identificación y extracción de compuestos activos en el proyecto ICBG-Maya, con la colaboración de MolecularNature Limited

Las plantas se caracterizan por contener un amplio rango de metabolitos secundarios, los cuales les sirven como protección contra el ataque de otros organismos. Son estos compuestos bioactivos los utilizados en la medicina tradicional y sirven como base para medicamentos, agroquímicos o aditivos nutricionales. Muchas plantas medicinales tienen un amplio rango de usos, lo que podría reflejar la actividad de distintos metabolitos en una misma planta. El descubrimiento de nuevos medicamentos depende de la capacidad para identificar y caracterizar químicos activos y desarrollarlos comercialmente.

Convencionalmente, los productos naturales son analizados a manera de extractos crudos que contienen mezclas complejas de compuestos, los cuales, en caso de mostrar la actividad deseada, requerirán de un proceso de purificación e identificación de compuestos activos que resulta demasiado largo e ineficiente. Además, el reabastecimiento de compuestos activos es problemático. Por medio de la combinación de métodos químicos se

producen compuestos sintéticos disponibles en grandes números para monitoreos exhaustivos (*high throughput screening*). Estos compuestos reducen el trabajo de productos naturales en la industria, pero estos compuestos carecen de los procesos de selección biológica a los que la naturaleza somete a los productos naturales provenientes de plantas.

La compañía *MolecularNature Limited* fue establecida para identificar con rapidez y purificar componentes específicos, los cuales podrían ser raros o novedosos. Utiliza métodos para trazar la composición química de las plantas con apareamientos espectrales automatizados y luego hacer estos compuestos disponibles para pruebas en un amplio rango de ensayos biológicos.

En las últimas dos décadas, se ha prestado especial atención a las plantas tropicales como fuentes potenciales de nuevos productos naturales para usos farmacéuticos y agroecológicos. Sin embargo, recientemente, las plantas templadas han provisto el mayor número de compuestos vegetales de interés comercial ya identificados, incluyendo el etoposido de *Podophyllum* spp., Artemisinina de *Artemisia annua* L. y taxol™ de *Taxus* spp. No hay duda de que, tal como sucede con las plantas tropicales, las plantas templadas producen grandes cantidades de metabolitos biológicamente activos para la protección contra el herbivorismo y los patógenos, como protección contra la acción del viento y los daños producidos por los cambios de temperatura. De hecho, el carácter estacional de las presiones selectivas y la brevedad de la estación de crecimiento podrían conducir a cambios en la producción de las protecciones químicas a lo largo del año.

Se han realizado muy pocos estudios detallados sobre plantas británicas desde que las poderosas técnicas de análisis tales como la cromatografía gaseosa y la cromatografía líquida a alta presión, junto con la espectrometría masiva (GC-MS y HPLC-MS) están disponibles. Hay muchos ejemplos de plantas usadas en sistemas de medicina popular, o ejemplos de plantas tóxicas, cuyos principios activos no han sido identificados todavía. Por ejemplo, las plantas británicas usadas tradicionalmente para tratar la tuberculosis y la lepra se han ido olvidando; sin embargo, las plantas podrían ser la clave para descubrir nuevos modos de



acción en el tratamiento de la tuberculosis resistente al efecto de los fármacos. La aplicación de las nuevas técnicas para trazar componentes químicos hace la detección de nuevos químicos mucho más sencilla.

El hecho de que los nuevos componentes puedan encontrarse en plantas analizadas anteriormente con frecuencia se demuestra con la separación de los entonces insospechados alcaloides biológicamente activos, calistegina tropano de la papa y otras solanáceas que son parte de las plantas alimenticias en la dieta de los seres humanos. Los alcaloides, a pesar de ser unos de los principales componentes en los tubérculos de papa y aubergines saludables, habían sido ignorados en los análisis de laboratorios de estos alimentos. Los métodos de análisis usados tradicionalmente en los estudios de estas plantas no eran capaces de detectarlos. Estudios recientes practicados en varias especies nativas de Inglaterra, mostraron un gran número de alcaloides biológicamente activos novedosos. Por ejemplo, la especie *Hyacinthoides non-scripta* (L.) Chouard ex Rothm., 'bluebell' (campanas azules), utilizada para el tratamiento de la lepra en el Siglo XIII, contiene concentraciones altas de docenas de alcaloides novedosos como pirrolidina, piperidina y pirrolicidina y glucósidos poco comunes. Sólo uno de estos compuestos, DMDP, ha sido descrito con anterioridad y únicamente en una legumbre tropical.

Una vez que los productos naturales han sido purificados e identificados, éstos pueden usarse como protocolos para que los químicos sintéticos produzcan registros bibliográficos y optimicen su actividad y su biodisponibilidad. El reabastecimiento de compuestos químicos con un potencial de valor comercial provenientes de plantas del Reino Unido es una buena propuesta de negocio para sus campesinos, si la síntesis fuera difícil o poco económica, y *MolecularNature Limited* tiene la capacidad de desarrollar producciones a gran escala. Es este mismo acercamiento de alta tecnología de análisis de plantas el que *MolecularNature Limited* quisiera desarrollar para el ICBG-Maya, en el cual ECOSUR podrá recibir capacitación en los métodos y desarrollar la infraestructura y habilidad básicas para, eventualmente, realizar todo el trabajo en México.

Un gran beneficio de la producción de un archivo químico es que estos compuestos tienen, en sí mismos, un valor como productos con licencia para llevar a cabo «high throughput screening» antes de haber encontrado alguna actividad biológica y ofrecen por tanto, una devolución de beneficios más rápida y cierta para las comunidades mayas que regalías o «milestone payments», las que sin embargo se obtendrán más adelante.

Distribución de los beneficios monetarios

La mayor parte de los beneficios que se obtienen como resultado del ICBG-Maya son *no monetarios*. Es decir, la valoración del conocimiento tradicional de la herbolaria maya, la promoción de plantas medicinales con mayor potencial, el desarrollo de contextos donde se pueda estudiar y aprender la farmacopea maya (como en los jardines etnobotánicos), el intercambio de información entre comunidades de los distintos municipios. Estos beneficios tienen, por supuesto, un valor incalculable para la promoción del conocimiento tradicional.

Sin embargo, en caso de que se llegaran a generar beneficios monetarios por concepto de regalías o pagos por material vegetal colectado en bruto, nuestra propuesta es que la mayor parte de éstos tengan un efecto tangible (directo o indirecto) en las propias comunidades: El plan es que un 25 por ciento de los ingresos monetarios vaya a un fideicomiso. Las comunidades de la región podrán someter ante este fideicomiso diversos proyectos de desarrollo comunitario (proyectos productivos cooperativos, proyectos de capacitación comunitaria, becas para estudiantes indígenas destacados), preferentemente ligados al aprovechamiento sustentable de su flora medicinal. Otro 25 por ciento se destine a proyectos de investigación de ECOSUR, directamente orientados a apoyar los proyectos comunitarios mencionados arriba. Otro 25 por ciento sea para la Fundación de Investigación de la Universidad de Georgia. Los departamentos de UGA involucrados en el ICBG-Maya concursarían por una parte significativa de estos recursos para financiar investigación orientada también a apoyar proyectos comunitarios para el aprovechamiento sustentable de la flora medicinal chiapaneca. El otro 25 por ciento restante se destine a *MolecularNature*, el socio



comercial. Es importante resaltar que si hay compensación monetaria para ECOSUR o la Universidad de Georgia, *estos recursos serán reinvertidos en actividades relacionadas con el desarrollo del proyecto*, especialmente en proyectos comunitarios, implementación de nuevas actividades que surjan de las necesidades de las comunidades, y en general, acciones que promuevan las metas del proyecto ya mencionadas.

En caso de que la evaluación de compuestos químicos lleve al desarrollo de productos comerciales, se ha diseñado un marco legal a partir de contratos y acuerdos que garanticen, por un lado, que las comunidades participen de los beneficios de una manera justa y equitativa, y por otro, que tengan acceso a información para ejercer su poder de decisión sobre estos productos.

Habrà un flujo de información sobre los resultados de los estudios de laboratorio entre las cuatro partes del proyecto, ECOSUR, la Universidad de Georgia, MNL y las comunidades mayas. Si hay cualquier descubrimiento novedoso en el transcurso de los estudios de laboratorio, las comunidades mayas serán informadas de las posibles implicaciones de tal descubrimiento. No se pueden solicitar patentes o licencias sin el consentimiento previo e informado de las comunidades.

Consentimiento previo e informado para llevar a cabo el proyecto

El Consejo de Organizaciones de Médicos y Parteras Tradicionales de Chiapas (COMPITCH), motivado en gran parte por asesores no-indios, es uno de los Organismos no gubernamentales (ONGs) que no está de acuerdo con las metas del proyecto ICBG-Maya. Una de sus quejas más estridente es que el proyecto no ha conseguido consentimiento previo e informado (CPI) en las comunidades mayas de Los Altos de Chiapas. Dicen: «(El ICBG Maya) no ha tratado conseguir CPI en las comunidades indígenas según sus costumbres, cultura, usos y formas de organización, ni ha considerado en el proceso el universo total de pueblos, comunidades, y personas que proveen el conocimiento, innovaciones, prácticas o recursos que son el objeto del estudio». (COMPITCH, 18 de julio 2000)

Sin embargo, en otra declaración dicen que «no nos oponemos a que el proyecto ICBG-Maya se lleve a cabo, sólo demandamos que éste se realice en el marco de la ley» (p. 1, Posición. COMPITCH sobre CPI, página 1). COMPITCH cita como «fundamentos jurídicos sobre la participación informada» los tres siguientes documentos:

- Convenio 169 de la Organización Internacional de Trabajo (OIT)
- Artículo 8j del Convenio sobre Biodiversidad (CBD)
- Artículo 87 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico para Protección Ambiental (LEGEEPA)

¿Qué dicen estos documentos?

Convenio 169 de la Organización Internacional de Trabajo (OIT)

En el volumen *Derechos Indígenas: Lectura Comentada del Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo* [Convenio 169 del OIT], Art. 7 habla de los derechos de las comunidades en «...decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo». Otra vez, habla de normas que deben de tomar en cuenta los estados (es decir, la nación) en su aplicación del «principio de consulta». El principio de consulta debe de incluir los siguientes pasos.

- «Las consultas deben realizarse a través de las instituciones tradicionales de los pueblos indígenas con procedimientos apropiados a las circunstancias de estos pueblos (es decir, deben de avisar a las comunidades con anticipación y por medios cercanos a las comunidades antes de cualquier descripción del proyecto; tiene que ser en la lengua nativa y saber la razón de qué se trata la consulta, entre otros);
- «...la consulta debe ser de buena fe, no manipuladas...que se enteren de los resultados de las consultas en otras partes, o que nunca se enteren;»
- «La consulta debe ser una fase del proceso, la que sigue es la participación».

El ICBG-Maya reconoce y respeta estos principios.



Artículo 8j sobre el CDB:

Este artículo del CDB dice: «Cada parte contratante [los países, pero por extensión, cualquier proyecto particular]... respetará, preservará y mantendrá los conocimientos... de las comunidades indígenas... que entrañen... estilos de vida para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, con la aprobación y participación de quienes posean esos conocimientos... fomentará que los beneficios derivados de la utilización de esos conocimientos... se compartan equitativamente».

Aunque el Art. 8j del Convenio sobre la Conservación de la Biodiversidad está dirigido a gobiernos federales, no a proyectos específicos, el ICBG-Maya respeta estrechamente este artículo. Una de las metas principales del proyecto es fomentar el conocimiento tradicional «para que no se olviden de la importancia de la herbolaria maya».

Artículo 87 Bis de la LEGEEPA:

Art. 87 Bis del LEGEEPA habla explícitamente sobre las CPI en relación con colectas biológicas: «La autorización [de permiso de colectas biológicas científicas y con fines de utilización en la biotecnología requerido por la Secretaría, SEMARNAP] sólo podrá otorgarse si se cuenta con el consentimiento previo, expreso, e informado, del propietario o legítimo poseedor del predio en que el recurso biológico se encuentre.» (página136, LEGEEPA).

En adición de respetar estos «...fundamentos jurídicos sobre la participación informada», con fines de obtener CPI, el ICBG-Maya ha intentado ser guiado por los requisitos elaborados por: a) el Comité para la Protección de Sujetos Humanos de la Universidad de Georgia, b) el Código Ético de la Sociedad Internacional de Etnobiología (SIE) y c) el 3er. borrador del guión para la investigación, colecciones, bases de datos, y publicación de la misma SIE.

Las normas relacionadas con CPI tomadas por el Comité para la Protección de Sujetos Humanos requiere que el/la investigador/a garanticen que las personas (en nuestro caso, personas en las comunidades) tengan amplia información sobre los requisitos para conseguir un CPI (Tabla 6).

Además, según el guión para investigación, colecciones, bases de datos y publicaciones de la Sociedad Internacional de Etnobiología (SIE) para llevar a cabo un proyecto, los/las investigadores/investigadoras de un proyecto tienen que conseguir CPI con base en una descripción completa presentada a «...LAS PERSONAS O CUERPOS JURÍDICOS IDENTIFICADOS COMO LAS AUTORIDADES MÁS REPRESENTATIVAS DE CADA COMUNIDAD MÁS AFECTADA POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO» (guión, Artículo 3).

Tabla 6. Requisitos para conseguir Consentimiento Previo e Informado (CPI) según el Comité para la Protección de Sujetos Humanos de la Universidad de Georgia.

-
- AVISO DE QUE LAS ACTIVIDADES ESTÁN RELACIONADAS CON UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN
 - AVISO DEL TÍTULO DEL PROYECTO
 - NOMBRE Y CÓMO CONTACTAR LOS INVESTIGADORES/ DORAS DEL PROYECTO
 - AVISO QUE SU PARTICIPACIÓN EN EL PROYECTO ES VOLUNTARIO
 - AVISO QUE SE PUEDE TERMINAR SU PARTICIPACIÓN EN EL PROYECTO SIN PREJUICIO
 - DESCRIPCIÓN COMPLETA DE LAS METAS/ FINES DE LA INVESTIGACIÓN
 - DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO, INCLUYENDO SUS MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS, EN LENGUA POPULAR
 - DURACIÓN ANTICIPADA DE PARTICIPACIÓN EN EL PROYECTO
 - DESCRIPCIÓN DE RIESGOS E INCOMODIDADES QUE SON FACTIBLES DE PREDECIR
 - DÓNDE Y QUIÉN SE PUEDE CONTACTAR SI HAY PROBLEMAS
 - DESCRIPCIÓN AMPLIA DE LOS BENEFICIOS QUE POSIBLEMENTE PUEDEN RESULTAR DE LA INVESTIGACIÓN
 - COMPENSACIÓN PERSONAL SI ES APLICABLE (COMO SUELDOS, PAGOS, CONTRATOS)
 - firmas de acuerdos por las participantes o sus representantes y los investigadores, con fecha y copias para las instancias.
-



El 3er. guión de la SIE, que se refiere a colecciones, especifica que las personas más indicadas como las autoridades más representativas (es decir, en el caso del ICBG-Maya, las asambleas comunitarias y las autoridades eligidas por dichas comunidades) serán notificadas de los siguientes puntos (Tabla 7).

Tabla 7. 3er guión de la Sociedad Internacional de Etnobiología (SIE) en referencia al Consentimiento previo e informado (CPI).

-
- * LOS BENEFICIOS POTENCIALES A LAS COMUNIDADES
 - * RIESGOS POTENCIALES A LAS COMUNIDADES QUE SON FACTIBLES PREDECIR
 - * NOMBRES DE LAS PERSONAS INVOLUCRADAS EN LA INVESTIGACIÓN Y SUS AFILIACIONES
 - * INSTITUCIONES QUE APOYAN LA INVESTIGACIÓN
-

* (Borrador del guión para investigación, colecciones, bases de datos y publicaciones del SIE, véase la página web <http://guallart.dac.uga.edu/ISE>)

Vale mencionar que los Acuerdos de San Andrés del 16 de febrero de 1996 y la iniciativa de la Comisión de Concordia y Pacificación (COCOPA) del 29 de noviembre de 1996 también hablan claramente de la importancia del papel de las comunidades en casos de aprovechamiento de recursos naturales. Los acuerdos nos dicen que las comunidades son las entidades más indicadas para ejercer derechos indígenas. El gobierno federal debe impulsar, según los acuerdos:

«... el reconocimiento en la legislación nacional de las comunidades [indígenas] como entidades de derecho público, el derecho de asociarse libremente en municipios con población mayoritariamente indígena así como el derecho de varios municipios para asociarse, a fin de coordinar sus acciones como pueblos indígenas (Acuerdos de San Andrés, «Nuevo Marco Jurídico», punto 2).

Además, el estado mexicano, «en materia de recursos naturales, [debe de] reglamentar un orden de preferencia que privilegie a las comunidades indígenas en el otorgamiento de concesiones para obtener los beneficios de la explotación y aprovechamiento de los recursos naturales» (Acuerdos de San Andrés V. «Reformas Constitucionales y Legales»).

El ICBG-Maya observa estrechamente estas recomendaciones de los Acuerdos de San Andrés y de la COCOPA.

El ICBG-Maya toma en cuenta estas mencionadas normas y ha establecido, y sigue afinando, los siguientes pasos para conseguir CPI en las comunidades mayas donde pretenden actualizar el proyecto en Los Altos de Chiapas (Tabla 8).

Tenemos que enfatizar que en la última cláusula del Acuerdo Comunitario firmado por las comunidades dice: «Si por alguna razón la comunidad en algún momento decide no seguir participando con el mencionado proyecto, se deberá hacer llegar por escrito la suspensión e inconformidad del mismo, para darle el cumplimiento al documento».

Hasta la fecha, el proyecto ha conseguido CPI en 46 comunidades mayas de 15 municipios de Los Altos de Chiapas de habla tzeltal, tzotzil, y tojolabal. El COMPITCH no reconoce estos permisos como permisos válidos, diciendo que «...ilegalmente le dan el grado de acuerdo al permiso otorgado por algunos vecinos de la comunidad. Los supuestos acuerdos comunitarios carecen de convocatoria previa, no derivan de una asamblea general, están otorgados en machotes elaborados por el propio consorcio y fueron suscritos en la mayoría de los casos por las autoridades o por miembros de algunos comités» [Hojarasca «Página Final» La Jornada 14 agosto 2000].



Tabla 8. Pasos para conseguir el Consentimiento previo e informado del ICBG-Maya.

-
- AVISO DEL PRESIDENTE MUNICIPAL DE QUE SE TRATA EL PROYECTO
 - INVITACIÓN A LAS AUTORIDADES DE LA COMUNIDAD A VISITAR ECOSUR PARA INFORMARLES SOBRE EL PROYECTO;
 - ACUERDO DE UNA FECHA PARA LA PRESENTACIÓN INFORMATIVA EN ECOSUR
 - PRESENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO ICBG-MAYA EN FORMA TEATRAL POR LOS MIEMBROS DEL ICBG-MAYA EN TZELTAL, TZOTZIL O TOJOLABAL (O ESPAÑOL, SI ES INDICADA), EN EL AUDITORIO DE ECOSUR;
 - RECORRIDO POR LAS INSTALACIONES RELEVANTES DE ECOSUR, INCLUYENDO EL LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES, EXPERIMENTOS DE AGROECOLOGÍA Y EL HERBARIO;
 - SESIÓN DE PREGUNTAS, OBSERVACIONES Y COMENTARIOS, POR PARTE DE LOS INVITADOS, SOBRE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO;
 - ENTREGA DE MATERIALES DE INFORMACIÓN EN TZELTAL, TZOTZIL, O TOJOLABAL;
 - SI ESTÁN DE ACUERDO LAS AUTORIDADES QUE SEGUIMOS ADELANTE, EN ESTE MOMENTO DETERMINAMOS FECHAS PARA PRESENTAR EL PROYECTO A LA ASAMBLEA GENERAL DE LA COMUNIDAD Y ELABORAR UN «ACUERDO COMUNITARIO» DE COLABORACIÓN. AQUÍ INDICAMOS QUE UN ACUERDO COMUNITARIO NO NOS PERMITE EMPEZAR EL PROYECTO. *SE PUEDE EMPEZAR EL PROYECTO SOLAMENTE CUANDO NOS OTORGA UN PERMISO OFICIAL DE INE, SEGÚN ART. 87BIS DEL LEGEIPA.* ;
 - POR INVITACIÓN EXPLÍCITA DE LA COMUNIDAD, PRESENTACIÓN DEL PROYECTO POR LOS INTEGRANTES DEL ICBG-MAYA EN UNA ASAMBLEA GENERAL, LLAMADO CON ANTICIPACIÓN Y DONDE ESTÁN LOS INVITADOS MIEMBROS DE LA COMUNIDAD EN GENERAL. EN ALGUNOS CASOS, LAS MISMAS AUTORIDADES CONSIGUEN EL ACUERDO COMUNITARIO DE LA ASAMBLEA COMUNITARIA, DÁNDOLES CONOCIMIENTO DE QUE SE TRATA EL PROYECTO;
 - FIRMA DEL ACUERDO DE PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD, A BASE DE CPI
-

**CONTRIBUCIONES AL CONOCIMIENTO
Y MANEJO CAMPESINO DE LOS PALMARES
DE *Brahea dulcis* (HBK) MART.
EN LA REGIÓN DE CHILAPA, GUERRERO.³**

Catarina Illsley G. , Jasmine Aguilar* , Jorge Acosta G.* ,
Jorge García B.* , Tonantzin Gómez A.* , Javier Caballero N.**

**Grupo de Estudios Ambientales, AC gea@laneta.apc.org*

**Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de México
jcnieto@servidor.unam.mx*

Resumen

Brahea dulcis (HBK) Mart. es una palma de gran importancia económica y cultural para las familias campesinas de la región de la Montaña de Guerrero, México. Sus hojas tiernas plegadas son utilizadas para elaborar petates, sombreros y productos para turistas; las hojas secas para techar. La sobreexplotación se manifiesta en abundante crecimiento vegetativo con formación de numerosas hojas improductivas. Se analiza el manejo campesino de la palma en función de: 1) el conocimiento campesino de la especie, su biología y ecología, validado con mediciones de campo; 2) las prácticas de manejo, orientadas hacia el incremento de la productividad y de la densidad, así como la manipulación de la plasticidad fenotípica de la palma con el fin de obtener características deseadas de algunas partes de la planta y 3) la organización social para regular el aprovechamiento y el manejo del recurso.

Abstract

Brahea dulcis (HBK) Mart. is a palm of great economic and cultural importance for peasant families in the Montaña region of Guerrero, Mexico. The tender unfolded leaves are used to weave mats, hats and tourist products; the dry leaves are used for thatching. Overexploitation results in massive vegetative growth with many unproductive leaves.

³ El trabajo corresponde a una de las líneas de estudios básicos realizados para fundamentar el Plan de manejo de la palma de Topiltepec (Aguilar, et al. 1997, 1998) desarrollado por el Programa de manejo campesino de recursos naturales del GEA AC, el Área de reforestación y recursos naturales de la SSS Sanzekan Tinemí y la comunidad de Topiltepec. La primera fase fue financiada por CONABIO y FIA.

Se agradecen los valiosos comentarios de Alejandro Casas y de Ernesto Vega a un primer borrador.



Peasant management of the palm is analysed in terms of 1) peasant knowledge of the species, its biology and basic ecology, validated by field data; 2) management practices which are oriented to increase productivity and density and to manipulate the phenotypic plasticity of the palm in order to obtain specific desired products from specific parts of the plant.; and 3) social organization to norm the resource use and management.

Palabras clave: Etnobotánica, palmas. *Brahea dulcis* (HBK) Mart., manejo vegetal in situ, manejo campesino de los recursos naturales, Nahua, Guerrero.

Key words: *Ethnobotany, palms, Brahea dulcis* (HBK) Mart., *in situ* plant management, *peasant management of natural resources, Nahua, Guerrero.*

Todo lo que yo sé de las palmas me lo enseñó mi abuela... Este palmar que ven aquí es producto de sesenta años de trabajo.

Don Gabriel Vásquez, Ayahualco

Uno de los retos de la etnobiología es lograr que el conocimiento y el manejo que hacen los campesinos de la biodiversidad, en combinación con el conocimiento y los métodos de la ciencia moderna, sirvan como fundamento para desarrollar nuevas formas sustentables de manejo que considere la problemática ambiental y social que actualmente enfrentan las poblaciones campesinas poseedoras de recursos naturales.

Aquí se presentan los resultados de la primera fase de los estudios básicos que han servido para elaborar e implementar un plan de manejo de los palmares de *Brahea dulcis* (HBK) Mart. en Topiltepec, Guerrero. Con este plan se pretende, con base en el manejo campesino, aumentar la productividad de ciertos palmares y reducir la densidad de tallos improductivos en otros (Aguilar et al. 1998). Por el carácter de este libro se presentarán aquí sólo los resultados de las investigaciones básicas sobre el manejo de la palma. El lector interesado en el desarrollo del plan de manejo y en el proyecto en general puede consultar otros textos (Aguilar et al. 1997, 1998; Acosta et al. 1998; Illsley et al. 1998).

Brahea dulcis es una palma clonal que se desarrolla en los suelos calizos de los bosques tropicales secos de México, desde Veracruz y San Luis Potosí hasta Guatemala (Quero 1994). Es particularmente abundante en la región de la Mixteca y en la Montaña de Guerrero, donde desde hace siglos tiene una gran importancia económica y cultural para los habitantes. En tiempos prehispánicos se utilizaba para techar casas y para elaborar petates y canastos que se tributaban al imperio azteca. La elabo-



ración de sombreros, técnica introducida por los españoles, cobró tal importancia que para 1877 se registró una producción de 46,392 sombreros en Guerrero (Mastache et al. 1982). La tradición de la región como centro productor de sombreros se mantiene hasta nuestros días. Durante la segunda mitad del Siglo XX se añade la producción masiva de otro tipo de productos destinados al turismo: mantelitos, cestos y figuras diversas. Las comunidades se han especializado, de tal forma que en algunas se hacen exclusivamente trenzas para sombrero y artesanías, en otras, petates y en otras más se extrae hoja seca para techo y brácteas foliares para suaderos o coaxtlis (cojinete que se coloca sobre el lomo de los burros).

En las comunidades donde se extrae la hoja seca para techo, la palma se encuentra formando bosquetes con tallos que llegan a presentar alturas de 6 o más metros. Sin embargo, en las comunidades donde se corta hoja tierna para sombrero y artesanías, la palma crece en pequeños manchones (genets) con tallos (ramets) que no rebasan 1.5 m. En 1947, el doctor Faustino Miranda las describió como dos variedades distintas: llamó *B. dulcis* var. *humilis* a la palma de porte bajo y var. *típica* a la de porte arbóreo. Más tarde, se descartó la idea de variedades diferentes, demostrándose que son dos morfos de la misma especie (Castillo y Flores 1993) aunque no se explicó cómo llegan a formarse. En este trabajo se propone que la existencia de ambas morfos es resultado del manejo que los pobladores locales hacen de la especie, lo cual contribuye a moldear su fisonomía en distintas asociaciones y condiciones ambientales, además de influir en su distribución y densidad. Esto lleva implícita la existencia de un manejo *in situ* de la especie.

La literatura ofrece ejemplos de situaciones, como entre los huastecos, donde «el manejo de las plantas no cultivadas involucra dos tipos de manipulación; la manipulación de la vegetación en masa y la manipulación de los individuos. Las prácticas de manipulación influyen potencialmente en la evolución de las plantas en lo individual, así como en la evolución de las comunidades vegetales, afectando la distribución y los parámetros de la población» (Alcorn 1981).

Estudios realizados en diferentes partes del mundo ofrecen evidencia de que los grupos humanos, particularmente los que pertenecen o descienden de poblaciones indígenas, realizan manejo *in situ* de ciertas especies útiles. A partir de la revisión de numerosos casos, es posible encontrar entre las comunidades campesinas diferentes formas de interacción hombre-planta: la recolección, la tolerancia, el fomento o inducción y la protección. Estas prácticas no constituyen etapas de una secuencia y tampoco se excluyen unas a otras (Casas et al. 1996, 1997).

Se ha definido como manejo o «buen manejo» a aquellas actividades realizadas por el hombre y tendientes a mejorar los recursos naturales (p. e. incrementar rendimientos y calidad) a la vez que minimizan los impactos negativos sobre el recurso y el ecosistema (Joyal 1995).

Si bien se coincide con este concepto, en este trabajo se considera que el manejo incluye no sólo las prácticas de tipo tecnológico que se realizan directamente en el ecosistema, sino que es necesario incluir la organización y normatividad que la población local establece para realizar dichas prácticas. Es por ello que en este trabajo se define manejo campesino como una serie de actividades humanas orientadas hacia la modificación de un ecosistema con un fin, sustentadas en tres elementos básicos: 1) el conocimiento local o campesino sobre la especie y sus relaciones con los demás recursos; 2) las prácticas campesinas tendientes a modificar una población, comunidad o ecosistema; 3) la organización social para la regulación del aprovechamiento y del manejo de la especie.

La hipótesis es que el manejo campesino, entendido como conocimiento, prácticas y regulación social, influye de manera determinante en la distribución, abundancia y fisonomía de la palma *Brahea dulcis* en distintas asociaciones vegetales y condiciones ambientales de la región de Chilapa, Guerrero.

El objetivo general es identificar las características biológicas y sociales del manejo campesino y evaluar su impacto sobre las poblaciones naturales en función de tres ejes: a) los conocimientos campesinos, b) las prácticas de manejo y su racionalidad y c) la organización social para regular el aprovechamiento y el manejo.



LA REGIÓN

Los estudios se realizaron en las comunidades de Topiltepec y Ayahualco, que están situadas en los municipios de Zitlala y Chilapa, respectivamente, ambos ubicados en la región Centro-Montaña del estado de Guerrero. Esta región está enclavada en la Provincia Fisiográfica Cordillera del Sur, que se caracteriza por un sistema de topofomas de sierras complejas, sierras bajas y lomeríos y algunos escasos valles intermontanos. La altitud va de 1,500 m.s.n.m. en el valle de Chilapa hasta 2,100 m.s.n.m. en las partes más altas.

Los suelos son poco profundos y pedregosos, predominando los litosoles, luvisoles y regosoles; algunos vertisoles se ubican en los valles. La palma se desarrolla sobre suelo de origen calizo. Los tipos de vegetación dominantes son el bosque de encino y la selva baja caducifolia.

La población es de origen nahua y mestiza. Los habitantes de las comunidades realizan un aprovechamiento diversificado de los recursos naturales, combinando el cultivo de maíz (con yunta o en tlacolol), con la ganadería extensiva, la extracción de especies de la vegetación natural para leña, medicina, así como maguey para elaboración de mezcal, otate para escobas, palma para artesanías, y otras no maderables de importancia económica. La economía de las familias depende en gran parte de una fuerte emigración hacia otras partes de la república y al extranjero.

MÉTODOS

Se analizó el manejo en función de tres ejes: conocimiento campesino, prácticas de manejo y regulación social, comparándolos en dos tipos diferentes de palmares encontrados en comunidades vecinas de la región de Chilapa: los palmares de porte bajo o manchoneras de Topiltepec y los de porte arbóreo o soyacahuiteras de Ayahualco. Los métodos empleados para cada eje fueron:

CONOCIMIENTO CAMPESINO

- 1) 60 entrevistas abiertas sobre la biología, distribución y ecología de la palma.
- 2) Acompañamientos en las diferentes actividades de cosecha y transformación.
- 3) Reuniones con grupos de campesinos, sobre todo mujeres, para discutir la forma de realizar las entrevistas y su contenido, en función de la problemática de la palma y para el análisis conjunto de los resultados, usando técnicas de la metodología participativa.
- 4) Cotejo del conocimiento biológico campesino mediante mediciones de la estructura de los palmares (densidad, altura, número de hojas, productividad foliar, formación de flor y frutos, desarrollo vegetativo).
- 5) Revisión bibliográfica.

El texto que se presenta en resultados, se ha armado extrayendo los aspectos más relevantes de las entrevistas realizadas. Se señalan las diferencias que los campesinos perciben entre los palmares de porte bajo (manchoneras) de Topiltepec y los de porte arbóreo (soyacahuiteras) de Ayahualco y se cotejan con información obtenida de fuentes bibliográficas y de las mediciones de campo.

PRÁCTICAS DE MANEJO

Para evaluar el efecto del manejo sobre las poblaciones de palma, en particular sobre la densidad de los palmares, se realizó:

- 1) Análisis cartográfico y recorridos de campo y entrevistas para ubicar las áreas con palma.
- 2) Caracterización de unidades ambientales de manejo (UAM), con base en la morfología, el tipo de vegetación y el historial de manejo. Se identificaron cuatro UAM con palmares, que se numeraron del 1 al 4.
- 3) Muestreos en los diferentes tipos de palmares. Se ubicaron 18 sitios en zonas con diferentes condiciones de vegetación y de manejo distribuidas en el territorio de ambas comunidades (17 en Topiltepec y 1 en Ayahualco). Para calcular la densidad de los palmares en cada sitio, se establecieron seis cuadros de 10 x 10 m y se contaron todos los genets que quedaron dentro de



ellos. De cada genet se contó el número de ramets. Se registraron adicionalmente la altura y el número de hojas presentes en cada caso, así como el pH del suelo. Cada sitio de muestreo se analizó en función de la UAM a la que pertenece.

REGULACIÓN SOCIAL DEL APROVECHAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE LA PALMA

- 1) Entrevistas informales con autoridades, ex-autoridades y ciudadanos.
- 2) Reuniones con hombres y mujeres para discutir y analizar las normas y acuerdos existentes en las comunidades, con técnicas de la metodología participativa.

RESULTADOS

CONOCIMIENTO CAMPESINO SOBRE LA BIOLOGÍA DE LA PALMA Reproducción

Si bien la gente reconoce la capacidad de *Brahea dulcis* para reproducirse a partir de semilla, en los palmares de porte bajo o manchoneras de Topiltepec esto prácticamente no sucede, debido a que hay muy pocos tallos que producen flor y cuando «...sí se produce la flor, no hay capulín (semilla). Nadie sabe de qué depende que no dé capulín», dicen los pobladores de Topiltepec.

Por el contrario, en los palmares de porte arbóreo de Ayahualco la reproducción sexual es muy común. Dicen los campesinos, y las mediciones comprueban, que los tallos empiezan a producir inflorescencias cuando alcanzan 1.5 m. La vigorosa reproducción sexual en un tipo de palmar y su virtual ausencia en el otro es una de las diferencias más importantes entre los palmares de porte arbóreo y de porte bajo.

Crecimiento y desarrollo

En Topiltepec, por lo general, la gente no distingue la edad ni el ritmo de crecimiento de los individuos, en este caso de los manchones de palma. Hay manchones que se dice están allí «...desde siempre, no han crecido ni se han extendido».

Entre los pobladores de Ayahualco existe mayor precisión en el conocimiento del desarrollo y de la reproducción, sobre todo en las familias que viven al lado de sus palmares. Allí se conoce de manera muy familiar a cada palma. Dicen por ejemplo: «...cuando mi hijo era niño, esta palma estaba así de chiquita», «...esta palma tiene más de cien años», «...la palma crece en promedio dos cm por año», «...el crecimiento no es parejo en todas las palmas, hay algunas que crecen muy rápido, hasta diez cm por año y otras que crecen lento o que se atorán en su crecimiento».

Producción foliar

Las hojas tiernas plegadas o velillas se emplean para elaborar sombreros y artesanías y son el principal producto de los palmares de porte bajo. En Topiltepec, cuando un tallo empieza a producir hojas tiernas útiles, o sea mayores de 50 cm, se dice que «ya entró en servicio». Con las mediciones se pudo comprobar que conforme los tallos se hacen más grandes y gruesos se producen más hojas, que serán más largas, más anchas y resistentes. Hay algunas palmas grandes que se salen de la norma «...Tengo una palma chaparrita, como de 1.5 m y sin embargo, produce más de 20 hojas por año, pero por lo general para tener tantas hojas debe ser una palma grande, de más de 2.5 m». «Cuando una palma es muy vieja, se va debilitando, produce menos hojas, más pequeñas». «Hay palmas grandes que tienen hojas quebradizas porque crecen en la sombra; la palma necesita sol para producir hojas de buena calidad». Las mediciones demuestran que por lo general una palma de manchonera produce no más de 10 hojas al año, mientras que una de soyacahuitera puede producir más de 20.

Casi todos reconocen que se produce una velilla más o menos cada 15 días, pero que «...en época de lluvias se producen dos velillas al mes y en secas sólo una». En las mediciones se encuentra que un tallo menor de 50 cm produce en promedio 0.83 hojas por tallo en los meses de lluvias y 0.45 hojas por tallo en los meses de secas (Acosta et al. 1998).



Por otro lado, en los palmares de porte alto o soyacahuiteras de Ayahualco la gente sabe que las hojas tardan ocho meses en terminar su ciclo y secarse para poderla usar en los techos. «Si la hoja se seca totalmente en la planta antes de cortarla, el techo puede durar hasta treinta años. En cambio, si la hoja se corta verde, está todavía dulce y forma gusanos; después vienen los pájaros a comerlos y agujeran el techo, que entonces no dura más de tres años». Esto último parece indicar que, antes de secarse, hay una reasignación de recursos de la hoja a la planta.

Producción de brácteas foliares

El coaxtli, un producto exclusivo de las soyacahuiteras, es el tejido que dejan las brácteas foliares sobre el tallo al desprenderse las hojas. Este se extrae para hacer cojinetes, también conocidos como coaxtlis, que se colocan sobre los burros y bestias. El coaxtli va formando capas alrededor del tallo, que se secan y oscurecen con el paso del tiempo. Se dice que «...no hay que quitar más de tres capas a la vez para que no se atonte la palma». Los coaxtleros son personas que se dedican a la extracción del coaxtli, comprándoselo a los dueños de los palmares. Frecuentemente se hace necesario negociar «...los dueños casi siempre ponen como condición que no se saque el coaxtli más tierno porque se daña el palmar, pero es el más blanquito, el más vistoso, y el que más nos gusta para hacer los cojinetes. Otros mejor ni dejan sacar coaxtli».

Resistencia al estrés

La palma es «...muy aguantadora: si se corta, rebrota; si se troza un tallo tendido, ambos lados siguen vivos y producen hijuelos», aunque «las palmas que más se cortan echan más hijuelos, pero ya no crecen en altura». Dice la gente que «...la palma resiste los pasos de arado, hasta por diez años, rebrota muy bien después del fuego, aguanta el pisoteo y ramoneo de los animales y aguanta la sequía... Sólo se pone un poco amarillenta cuando la sequía es demasiado fuerte». En los meses de abril y mayo la palma luce hojas verdes, que resaltan entre las demás especies caducifolias. Las observaciones en campo indican que esta gran resistencia favorece la permanencia de la palma en condiciones de disturbio en las que otras especies no logran sobrevivir.

La palma y el suelo

Los campesinos reconocen una estrecha relación entre el tipo de suelo y la calidad de la palma. En los suelos blancos, delgados, conocidos como tlaltizates, dicen que la palma crece poco en tamaño, lo mismo que sus hojas. En los suelos negros sueltos es donde se desarrolla mejor, crece más grande y produce más y mayores hojas, seguido de la tierra roja. En Ayahualco «el suelo de por sí es muy pobre y las hojas no llegan a ser demasiado grandes, aún en tallos altos». Las mediciones indican que tallos del mismo tamaño presentan hojas significativamente más grandes si crecen en suelos de mejor calidad (Aguilar et al. 1998).

Lo anterior muestra que el conocimiento campesino no es homogéneo entre los habitantes de una comunidad ni entre comunidades: en general, saben más acerca de la biología y el desarrollo los campesinos que tienen palmares de porte arbóreo y que les dan un cuidado más cercano. Fue notable la precisión de los conocimientos campesinos en torno a la productividad foliar cuando se cotejó con mediciones sistemáticas.

LAS PRÁCTICAS DE MANEJO Y SU RACIONALIDAD

Prácticas de manejo

Se identificaron cinco tipos diferentes de palmares, cada uno manejado mediante prácticas específicas con el fin de obtener determinados productos. Se observaron los siguientes variantes en las características de los palmares:

- 1) Las palmas que se encuentran en terrenos recién abiertos al cultivo, para tlacolol, que pueden ser el inicio de una manchonera y de las que se extraen velillas y hojas verdes.
- 2) Las manchoneras ya establecidas, que no rebasan 1.5 m de altura, de las que se extrae velilla y hojas verdes. El principal objetivo del manejo es mantener el porte bajo de los tallos, pero también incrementar el tamaño y número de las velillas.
- 3) Las soyacahuiteras, que alcanzan hasta 6 m de altura, donde el manejo se orienta principalmente a mantener el porte arbóreo para obtener hojas secas y brácteas foliares o coaxtli.



4) Los palmares de transición entre manchonera y soyacahuitera, en los que las prácticas permiten hacer un manejo dirigido a manipular la plasticidad fenotípica de la palma de modo que un palmar de porte bajo pueda convertirse en un palmar arbóreo, proceso que lleva varios años.

5) Las palmas ornamentales en los solares, que alcanzan hasta 9 m de altura.

Se identificaron una serie de prácticas que se aplican en los diferentes tipos de palmares y que se enlistan a continuación: dejar individuos de palma en pie al abrir un terreno al cultivo; corte constante de velillas; veda de corte de velilla; quema; limpia; deshije; arrime de tierra y siembra. Dichas prácticas se aplican o no a cada palmar, dependiendo del tipo de productos que se quieran obtener. Algunas veces las prácticas se aplican a plantas o manchones individuales y otras al palmar en masa. Aquí se presentan las diferentes situaciones identificadas, con sus respectivas prácticas, haciendo al final un breve análisis de la racionalidad de cada una e incorporando las referencias bibliográficas encontradas.

Prácticas en palmares de áreas recién abiertas a cultivo

A las palmas que se dejan en pie al abrir un terreno a la agricultura se les aplican varias prácticas compartidas con el maíz: la quema que se realiza previo a la siembra, el arrime de tierra y la limpia. Se dice que la palma «...no estorba. Se le cortan las hojas verdes para evitar que sombre a maíz y listo». Es así que en un terreno puede haber palma y maíz, beneficiándose la palma con las labores que se hagan al cultivo. Este puede ser el inicio del proceso de formación de una manchonera, pues al eliminar la sombra y la competencia de las otras especies arbóreas, la palma puede empezar a extenderse sobre el terreno cuando éste ha sido abandonado y poco a poco incrementar su densidad.

Prácticas de manejo en las manchoneras

En las manchoneras se aplica el corte constante de velillas, en todo el palmar, y deshije, limpia y quema en los manchones que se desean favorecer para que se vuelvan más productivos.

El corte constante de velillas es la manera de cosechar el producto más deseado de los palmares de manchonera y es también la práctica de manejo más importante para mantener a estos palmares con su característico porte bajo. Pocos tallos rebasan un tamaño de 50 cm en las manchoneras de Topiltepec, por lo que las velillas están al alcance de todos, aún de los niños. Al mismo tiempo se desea tener tallos pequeños y hojas de 50 cm de longitud o mayores. Esto representa una contradicción pues a tallos más pequeños corresponden hojas más cortas; las hojas de 50 cm de longitud apenas empiezan a presentarse en tallos de 20 cm de alto y son frecuentes sólo en tallos de 50 cm. Por ello es que los campesinos eligen algunos manchones a los que aplican ciertas prácticas (quema, limpia y deshije) para que sus tallos se desarrollen un poco más que los demás.

El deshije consiste en eliminar los hijuelos de los manchones, con lo que se tiende a suprimir su competencia con los tallos productivos y a propiciar el desarrollo de los tallos próximos a serlo, esto es, los de entre 20 y 50 cm de longitud.

La limpia, que se considera como una de las prácticas a las que la palma responde mejor en crecimiento del tallo, consiste en eliminar las hojas secas, dejando solamente las hojas verdes en la planta.

La quema, que se realiza hacia el final de la temporada de secas, consiste en quemar las hojas secas e hijuelos en la base de los tallos.

Prácticas de manejo de las soyacahuiteras

Los productos más deseados de los palmares de porte arbóreo son las hojas secas, largas, rectas y de pecíolo ancho que se cosechan durante la época de seca para techar casas. También el coaxtli que se cosecha cada 8-10 años, los frutos comestibles y las hojas secas que se usan en lugar de leña para hacer las tortillas.

A diferencia de las manchoneras, en las soyacahuiteras se evita a toda costa el corte constante de velillas, restringiéndolo a sólo un corte anual, así como el uso del fuego, pues estos palma-



res fácilmente pueden ser destruidos por un incendio. Sin embargo, la limpia y el deshije se realizan sistemáticamente en todos los manchones (manejo en masa). La limpia es parte de la cosecha de las hojas secas para techo y para combustible y el deshije implica además de quitar los rebrotes de palma, «chaponear» para eliminar todas las plántulas de otras especies arbóreas que se han establecido y mantener así la monoespecificidad del palmar. En este proceso se respetan las plántulas de palma que se hayan establecido a partir de semilla.

El manejo de las soyacahuiteras entonces implica prácticas de vegetación en masa (limpia y deshije), más que individuales.

Prácticas de manejo en palmares en transición de manchonera a soyacahuitera

Para que un palmar de manchonera se convierta en soyacahuitera «tan sólo hay que cuidarlo». Cuando la gente dice que alguien está «cuidando» su palmar, se refiere a que está tratando que «descogolle», o sea, que sus tallos ganen altura. Lo fundamental para que un tallo crezca es que no se corten sus velillas, además de que se le proporcionen las prácticas que estimulan el crecimiento: limpiar, quemar y deshijar. Para que todo un palmar pase de manchonera a soyacahuitera es necesario aplicar esas prácticas a todos los manchones del palmar. Las mismas prácticas de la manchonera aplicadas a nivel individual pasan a ser prácticas de vegetación en masa.

Prácticas en palmas en los solares de Topiltepec

En algunos solares se encuentran una o dos palmas que lleguen a medir hasta nueve metros de altura, con fines ornamentales. Las palmas suelen ser sembradas y cuidadas y no se les corta más de una o dos velillas al año para el Domingo de Ramos. Es el único caso en el que se siembra la palma. Además se limpia y deshija para que se desarrolle mejor.

RACIONALIDAD DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO

Dejar palmas en pie (corte selectivo)

Esta es una práctica común en muchas regiones, como sucede con *Sabal spp.* en la Península de Yucatán y *Sabal uresana* Trelease en Sonora (Illsley 1984; Caballero 1994). Las palmas en general se caracterizan por ser resistentes al fuego. La principal razón que los campesinos ofrecen para dejarlas es su utilidad, además de la dificultad para extraerla con todo y raíces.

El corte constante de velillas y su veda

Los campesinos afirman que el corte constante de hojas conduce a un retraso en el crecimiento del tallo, y, por otro lado, a un incremento en la propagación vegetativa, que da como resultado un mayor número de brotes vegetativos (ramets) de hojas cortas. Los campesinos de Sonora reconocen que el corte de los «cogollos» de *Brahea uresana* Trelease impiden el crecimiento de la planta (Joyal 1995).

Por el contrario, la veda del corte de hojas es la manera de permitir que se desarrolle el tallo. Hay que recordar que en estas palmas las hojas surgen del meristemo apical.

El deshije

El efecto posible de eliminar los brotes vegetativos es que se realice una reasignación de recursos del crecimiento vegetativo al apical, lo cual conduce a una mayor producción foliar. No se encontraron referencias de esta práctica en otras regiones.

La limpia

La limpia acelera el proceso de desprendimiento de hojas secas, que han reasignado sus recursos a la planta antes de morir. Se encontró una relación muy alta entre productividad foliar y precipitación (Acosta et al. 1998), por lo que una explicación del efecto de la limpia es que las hojas secas forman una barrera, una especie de sombrilla alrededor de la base de la palma, que impide que la humedad llegue a la base de la planta. Al quitar las hojas secas, colgantes, la humedad puede llegar a la reducida área radical de la planta y tal vez las brácteas foliares son tam-



bién una especie de esponja que atrapa la humedad para la planta. El material seco se pica y se deja al pie de los tallos, donde ayuda a la conservación de la humedad y además aporta nutrientes al descomponerse o al ser quemado. De esta práctica tampoco se encontraron referencias.

La quema

Se ha propuesto que la existencia misma de los palmares de *Brahea dulcis* en la mixteca es resultado del manejo combinado del fuego y de la ganadería extensiva (Rzedowski 1978). Para las tribus del desierto de Sonora el fuego se usa en el manejo de los palmares de *Washingtonia filifera* Wats. y *W. Robusta* Wats., para eliminar basura y plantas competidoras, liberar agua y nutrientes, estimular la producción de frutos, eliminar plagas de los frutos, incrementar el valor nutricional de plantas del sotobosque, como algunos pastos y alejar malos espíritus (Nabhan 1985).

El uso de fuego en la montaña de Guerrero se ha considerado como una práctica para incrementar la densidad en palmares de *Brahea dulcis* (Casas, Viveros y Caballero 1994), aunque los autores no explican si se refieren a fuego aplicado a manchones individuales o a grandes extensiones. En Oaxaca se menciona que la quema tiene como fin «podar» a *Brahea dulcis* y favorecer su reproducción vegetativa de manera natural (Velasco 1994).

En Chilapa nunca se encontró que los incendios en grandes extensiones fueran provocados o considerados prácticas de manejo. Más bien son resultado de accidentes, si bien uno de sus efectos que propician es el incremento de la densidad de la palma. El fuego como práctica de manejo de palma en Chilapa, es aplicado a individuos, particularmente a los que se encuentran en los tlacololes y en los carriles de milpa y en algunas de las manchoneras.

Tabla 1. Objetivos, productos y prácticas de manejo por tipo de palmar en Chilapa, Guerrero

TIPO DE PALMAR					
OBJETIVO DEL MANEJO	Palmar recién abierto (terreno agrícola)		Transición manchonera/soyecaquiteña		TIPO DE PRÁCTICA (Sensu Casais)
	Manchonera	Manchonera/soyecaquiteña	Soyecaquiteña	Solar	
	Mantener Dejar palmas en pie en milpas	Mantener Hojas largas	Mantener Más hojas, más largas Brácteas foliares	Ornamental	
	Hojas tiernas plegadas (vellitas)	Vellitas Hojas verdes	Hojas secas para techos Coaxtlí	Sombra Frutos Flores Vellita larga	
PRÁCTICAS: Corte constante de vellitas	X* *				Fomento
Veda de corte de vellitas		X* *	X* *	X*	Fomento
Corte selectivo de individuos	X*				Tolerancia
Quema	X*	X*			Protección
Limpia	X*	X*	X* *	X*	Protección
Deshije	X*	X*	X* *		Protección
Arrime tierra	X*			X*	Tolerancia
Sembra				X*	Fomento

* prácticas en individuo * * prácticas de vegetación en masa



El manejo y la densidad de los palmares

Se deseaba averiguar si existía algún tipo de relación entre el manejo y la densidad de los palmares. Los muestreos y el análisis cartográfico permitieron identificar cuatro zonas o unidades ambientales de manejo con palmares en Topiltepec y una sola en Ayahualco, misma que comparte características con la zona cuatro de Topiltepec.

En Topiltepec, la primera zona (UAM 1) corresponde a las mayores alturas (1,800 - 2,100 m.s.n.m.), donde se encuentra un bosque dominado por encino amarillo (*Quercus magnoliifolia* Née). El manejo consiste en la extracción de leña y materiales para la construcción. En estos bosques, *Brahea* se encuentra como un elemento del sotobosque, en manchones bajos dispersos, de pocos tallos y baja cobertura cada uno. Corresponde a un tipo de manejo de áreas recién abiertas o en descanso largo después de cultivo. Las condiciones de sombra y el poco corte a que son sometidas, parece mantener a las poblaciones de palma en bajas densidades que, según los muestreos fluctúan entre 350 y 1,133 manchones/ha.

La segunda zona (UAM 2) se ubica en el centro del predio (1,550 - 1,800 m.s.n.m.). Es un bosque en el que no aparece ninguna especie claramente como dominante. Es utilizado para cultivo de maíz en tlacolol con períodos de descanso cada vez más cortos por los que se presenta como un mosaico de parches de acahuals en diferentes grados de regeneración. Aquí se encuentran manchoneras y palmas en carriles. Las densidades de palma en las manchoneras van de 566 a 1,333 manchones/ha.

La tercera zona (UAM 3) corresponde a las partes del centro del predio donde el constante pastoreo y el uso más intensivo del suelo para agricultura no ha permitido que se regeneren los acahuals, presentándose palmares mezclados con magueyales y escasos árboles de diferentes especies. Las manchoneras en estas condiciones fluctúan entre 1,000 y 2,150 manchones/ha.

Finalmente, la cuarta zona (UAM 4) corresponde a las lomas más cercanas a la comunidad, que es donde hay mayor disturbio

en la vegetación. En esta parte también se encuentran los suelos más delgados y tepetatosos entre cárcavas y afloraciones de tepetate en sitios donde se ha perdido todo el suelo de las parcelas agrícolas. Los relictos de vegetación permiten inferir, y las entrevistas lo confirman, que originalmente existió allí un bosque con encino prieto (*Quercus glaucooides* Née) y teposcohuite (*Quercus* sp.) en asociación con leguminosas y burseras. El bosque ha cedido el lugar a una vegetación secundaria con abundante cosahuate (*Ipomoea arborescens* (Humb. et Bonpl.) Don.) y otras especies. Algunos de los palmares de esta zona se encuentran en transición hacia soyacahuitera, mientras que la de Ayahualco es una soyacahuitera madura. En algunas zonas de la loma, la densidad de palma es la más alta (3,233 manchones/ha) formando pequeñas áreas de palmares casi puros, es decir, donde no crece ninguna otra especie.

Los datos indican que se encuentra una relación directa entre el tipo de manejo y la densidad de tallos, así como con la distancia al poblado, mientras que el pH del suelo no ofrece valores significativos (ver Figuras 1 y 2).

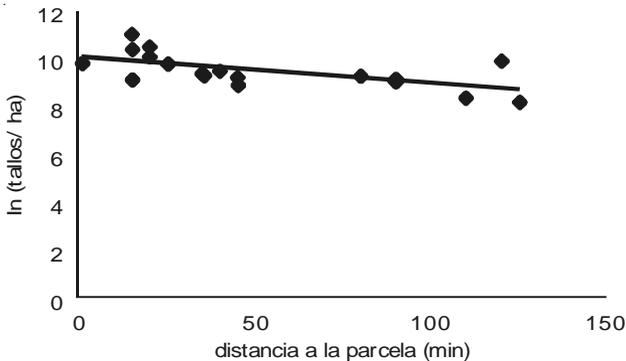


FIG. 1. Regresión lineal entre densidad de tallos (ramets/ha) y distancia al poblado en minutos, en palmares de *Brahea dulcis* en la región de Chilapa, Guerrero ($r^2=0.37$, $P=0.004$).

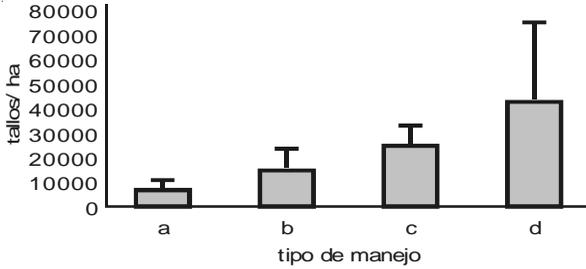


FIG. 2. ANOVA multivariado entre densidad (ramets/ha) y tipo de manejo (UAM) en palmares de *Brahea dulcis* en la región de Chilapa, Guerrero (Las barras indican desvío estándar; $F=25$, $P<0.0001$)

Lo anterior apuntaría a que a mayor intervención de actividades humanas se favorece el incremento en la densidad de los palmares. La presencia de los palmares puros en la UAM 4 hace pensar en un proceso en el cual, conforme se incrementa el deterioro, la densidad de manchones de palma aumenta hasta que las demás especies son casi eliminadas del sitio. Además se tienen que considerar otros factores que favorecen el proceso, como el pastoreo extensivo del ganado y los grandes incendios forestales. Ambos factores dificultan la regeneración de otras especies y favorecen la expansión de la palma.

Ahora bien, la soyacahuitera de Ayahualco, que se incluye en esta cuarta condición de palmar puro presenta una densidad menor (1,450 manchones/ha), que se explica por el hecho de tratarse de un palmar maduro y por la práctica de deshije sistemático, para mantener una densidad que permita el paso de la gente y la extracción de los productos.

Tabla 2. Densidad de genets (manchones) y ramets (tallos) en palmares de *Brahea dulcis* bajo diferentes condiciones ambientales y de manejo en la región de Chilapa, Guerrero.

	Sitio de muestreo	Altitud m. s. n. m.	Distancia minutos	pH del Suelo	Manejo UAM	Densidad/ ha	
						Genets	Ramets
1	El Solamate	1625	25	7.06	3	1000	18183
2	Arrastradero	1770	45	6.96	2	733	10480
3	Campo Santo	1635	15	7.38	1	366	9550
4	El Encino	1595	15	7.44	3	1550	34316
5	El Lindero	1730	90	6.62	1	1133	9966
6	La Maroma	1620	35	7.34	2	1250	12950
7	La Tranquila	1750	80	6.38	2	933	11116
8	Los Tecorrales	1750	35	7.27	2	733	11183
9	El Tlalmecate	1750	45	7.41	2	850	7583
10	El Chirimollito	1630	20	7.35	3	2066	26113
11	Los Pochotes	1720	40	6.95	2	566	13816
12	La Mesita	1700	20	7.11	2	783	37966
13	La Laguna	1945	110	6.5	1	350	4400
14	El Varal	1650	15	7.73	4	3233	64133
15	La Loma del Gigante	1985	120	7.56	3	2150	20516
16	El Picacho	1920	125	7	1	363	3650
17	La Joya	1945	90	7.64	2	1333	8216
18	Ayahualco	1520	1	7.65	4	1450	19666

El incremento en la densidad de los palmares no necesariamente implica mayor disponibilidad de materia prima para los campesinos. Los palmares que presentan mayor densidad se desarrollan en los sitios más deteriorados y presentan las láminas foliares más cortas, muchas de ellas inútiles para la elaboración de artesanías. De modo que se presenta un deterioro en forma de manchones de numerosos tallos de hojas pequeñas, aunque hay que reconocer que en estas condiciones juegan un papel relevante en la conservación del poco suelo que queda.

Analizando el manejo de los palmares en el contexto de todos los recursos y en función de la intensificación en el uso del suelo, o de domesticación del ambiente, usando los términos de Casas (1996), se aprecia que las áreas de mejor calidad de sitio, los valles de suelos más profundos, son destinados a la agricultura de riego y de temporal. En ellos hay pocas o ninguna palma. Las laderas de suelos de regular calidad se destinan a la agricultura de solar y de tlacolol, así como a manchoneras y parches de



encinar y selva como fuentes de leña y forraje, y las zonas de calidad inferior, en suelos fuertemente erosionados, se destinan a manchoneras casi improductivas y a soyacahuiteras. Esto es así a pesar de que la calidad de la palma se incrementa por la calidad del sitio: las hojas son más largas en las áreas de mejores suelos. En las orillas de los valles las láminas foliares llegan a medir cerca de 80 cm de longitud, mientras que en las laderas erosionadas raramente alcanzan los 70 cm, siendo la mayoría menores de 60 cm.

En la toma de decisiones campesinas sobre el uso del suelo, se da preferencia a los productos más remunerativos (ajo, jitomate) y básicos (maíz), por lo que la palma se deja en los sitios de menor calidad. Allí donde los suelos no son aptos para la agricultura y poco productivos en lo forestal y forrajero, se dejan los palmares puros. Si se desea, y si existen las condiciones para ello, un palmar puro puede ser manejado de tal forma que sea convertido en soyacahuitera. Este será probablemente el uso más productivo que se pueda dar a un suelo marginal.

LA ORGANIZACIÓN SOCIAL PARA LA REGULACIÓN DEL APROVECHAMIENTO Y MANEJO DE LA PALMA

El manejo de los recursos naturales no consiste sólo en algunas prácticas que aplican los campesinos de manera individual o familiar, sino que también implica una serie de decisiones y acuerdos que la comunidad adopta y que norman el acceso y permiten el manejo de esos recursos.

La regulación del acceso a los recursos naturales

Topiltepec es reconocida legalmente como una comunidad indígena. En principio, todos los habitantes tienen igual derecho a los recursos que se desarrollan en su territorio, entre ellos, la palma. En Ayahualco, en cambio, aunque la población también es indígena, la tierra está delimitada en pequeñas propiedades en las que sólo el dueño y su familia tienen derecho a utilizar los recursos, aunque pueden establecer acuerdos de venta, intercambio o regalo para permitir el acceso a otras personas.

Una de las explicaciones que la misma gente ofrece para que sea precisamente en las comunidades de propiedad privada donde existen palmares de porte arbóreo es que «...como es propiedad sí se puede cuidar. Donde es de todos, cada quién corta por su cuenta y sólo se tienen manchones bajos.» «En Topiltepec había muchos soyacahuites grandes, pero se acabaron. En La Joya también había soyacahuiteras, pero ya no se pudieron cuidar...».

Es interesante resaltar que en Topiltepec hay un antiguo conflicto entre las personas que han promovido la propiedad comunal y las que abogan por la propiedad privada de la tierra. Estos últimos se instalaron en una parte del territorio que manejan en parcelas. Uno de sus deseos es desarrollar soyacahuiteras y para tal fin tratan de imponer su derecho de excluir a los demás de «sus» palmares. Llegan al extremo de instalarse día tras día para hacer la vigilancia en su terreno.

Esto podría apuntar a que hay una especie de «tragedia de los comunes» (Hardin 1968). Sin embargo, parece que más bien se trata de un efecto del cambio en las presiones del mercado. Hasta antes de la invención de la máquina de coser y del «boom» de las artesanías destinadas al turismo era mucho mayor la demanda de productos de soyacahuitera (hojas secas y coaxtli). A partir de los años cincuenta se incrementa notablemente la demanda de velilla- de manchonera. Los productos de soyacahuitera, particularmente las hojas para techar, se encuentran en franco retroceso. Cabe preguntarse qué pasaría si existiera mayor demanda por hojas para techo. Es probable que entonces las comunidades desarrollarían estrategias para tener soyacahuiteras en sus terrenos de acceso común. De hecho, la veda declarada en los años cuarenta para evitar el corte de tallos se orienta en este sentido.

Las normas comunitarias

En 1946, en Topiltepec, debido a que «se estaban acabando» las palmas de porte arbóreo, se estableció el acuerdo de no permitir más el corte de tallos (soyacahuites) y de restringir la extracción de coaxtli, permitiéndose sólo para satisfacer necesidades de autoconsumo, previa autorización de las autoridades



comunitarias. Además se acordó no vender más palma sin procesar, dado que de Topiltepec se extraían grandes cantidades de velilla de palma para vender como materia prima. Se consideró que así «se sacaba mucha palma que se vendía muy barata y se estaba haciendo un daño», que en cambio se protegería si sólo se permitía su venta con al menos un nivel básico de procesado, como es la trenza para sombrero que elaboran las familias. En cambio, las normas en Ayahualco están orientadas a proteger la propiedad privada. Hay castigos para quienes roban palma y para quienes permiten que su ganado invada propiedades ajenas. Cabe mencionar que las normas pueden variar de una comunidad a otra. Así, hay lugares donde sólo está permitido recolectar palma un día al mes (Ajuatetla), o donde los castigos son particularmente severos. Por el contrario, hay comunidades donde no existen normas claras o éstas se respetan muy poco.

Normas implícitas

También existen acuerdos implícitos que se transmiten casi siempre de padres a hijos y que se respetan porque socialmente es mal visto no hacerlo. El evitar destrozarse la palma, cosechar las velillas con cuidado para evitar lastimar el meristemo apical y no cortar una cantidad mayor a la que se va a utilizar en determinado tiempo son algunos ejemplos. También se pueden incluir las restricciones de corte en ciertas áreas del territorio por cuestiones culturales contenidas en razonamientos como que «hay culebras», o «se aparece el diablo», o bien que «es sitio sagrado».

Otro acuerdo implícito es la división del territorio en zonas a las que pueden acceder diferentes grupos sociales. Por ejemplo, las mujeres ancianas y viudas cortan palma y recogen leña sólo en los parajes más cercanos al pueblo. Las mujeres solas y los niños sólo pueden ir un poco más lejos. Las rutas de corte de palma generalmente coinciden con las de otras actividades, particularmente de pastoreo y de extracción de leña.

CONCLUSIONES

A través de los siglos, los campesinos de la montaña de Guerrero desarrollaron un manejo campesino *in situ* de la palma *Brahea dulcis* que les permite, a través de una serie de prácticas, dirigir el comportamiento de la palma para obtener los productos que se desean. Por un lado, el manejo se basa en el conocimiento empírico que han adquirido acerca de la biología de la especie, y por el otro, en la organización social y las normas que han establecido para regular su aprovechamiento y su manejo.

El manejo incluye simultáneamente varios de los niveles de interacción mencionados por Casas (1992): recolección, tolerancia (corte selectivo), protección (quemadas, limpieza, deshierbe, corte constante de hojas o su veda), y en menor grado fomento (siembra en solares). Se puede añadir la manipulación de la plasticidad fenotípica (palmares de porte bajo o de porte arbóreo), que es una forma de fomento o inducción. Las prácticas de manejo se aplican de manera diferenciada a nivel de individuos y/o de vegetación en masa según el tipo de palmar y los productos que se quieran obtener. Así se identifica un conjunto de prácticas para palmas de terrenos recién abiertos a la agricultura, para manchoneras, para soyacahuiteras, para palmares en transición y para palmas en solar.

Algunos de los principales impactos del manejo son la influencia en la distribución y el incremento en la densidad de las poblaciones de palma, la estimulación de la reproducción vegetativa y la pérdida de la capacidad de reproducción sexual de los palmares de porte bajo. Otros procesos que impactan fuertemente son los incendios no controlados que por diversas razones se presentan con frecuencia y la ganadería extensiva, que influyen notablemente en la cada vez más amplia distribución y la excesiva densidad de palmares de manchonera que los hace inútiles para su aprovechamiento y constituyen un factor adicional de deterioro de las condiciones ambientales.

Entre los factores sociales que influyen en el manejo se encuentran la tenencia de la tierra, las normas y acuerdos comunitarios y el mercado. En comunidades donde prevalece la propie-



dad comunal es más frecuente encontrar palmares de porte bajo, mientras que los de porte arbóreo se encuentran en propiedades privadas. Cada comunidad establece normas y acuerdos según sus intereses, su grado de cohesión y su capacidad organizativa. Éstas incluyen el uso que se le da a cada parte del territorio y el acceso o exclusión de grupos a determinados recursos. Así hay comunidades que vedan o limitan el corte de algunas partes de la palma buscando su conservación o que destinan las áreas más cercanas al poblado a los ancianos y viudas, otras a las mujeres solas y niños, etc. La demanda del mercado determina en buena medida los volúmenes de extracción de las diferentes partes de la palma. En el pasado, la mayor demanda de hojas para techo estimulaba la presencia de soyacahuiteras, mientras que en la actualidad el mercado exige sobre todo hojas tiernas para artesanías, lo que favorece el mantenimiento de manchoneras.

Por otro lado, la presión social y económica a que se encuentran sometidos los campesinos en la actualidad, hace que no siempre puedan controlar las tendencias a largo plazo. La etnobotánica puede ayudar a establecer puentes de comunicación entre el conocimiento campesino y la ciencia occidental para hacer frente a dichas presiones que ni campesinos ni científicos solos pueden enfrentar. Hoy más que nunca se requiere una «ciencia de huarache» (Hernández-X. 1979), que incluya la participación activa de los campesinos en la búsqueda de información y de soluciones a los problemas del manejo de la biodiversidad. El gran desarrollo de los métodos participativos permite combinar conocimientos, comprender las distintas racionalidades del uso y manejo de los recursos naturales y encontrar nuevos caminos hacia la sustentabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, G. J., C. Illsley, y A. Flores.** 1998. Producción foliar en *Brahea dulcis* (HBK) Mart., Arecaceae, en Topiltepec, Guerrero. Memorias. 7° Congreso Latinoamericano de Botánica y XIV Congreso Mexicano de Botánica. México, D.F., México.
- Aguilar, J., J. Acosta, C. Illsley, T. Gómez, J. García, y E. Quintanar.** 1997. La Palma y el monte. Hacia un mejor manejo comunitario. Cuaderno de trabajo. Grupo de Estudios Ambientales- SSS Sanzekan Tinemi. México. D.F., México.
- , -----, -----, -----, -----, y -----. 1998. El manejo de los palmares de *Brahea dulcis* (HBK) Mart. en la comunidad de Topiltepec, Guerrero. Grupo de Estudios Ambientales- SSS Sanzekan Tinemi. México, D.F., México.
- Alcorn, J. B.** 1981. Huastec non-crop resource management: implications for prehistoric rain forest management. *Human Ecology* 9: 395-417.
- Caballero, J.** 1994. Use and Management of Sabal palms among the Maya of Yucatán. Unpublished Ph.D. Dissertation. University of California. Berkeley, California, Estados Unidos de América.
- Casas, A.** 1992. Etnobotánica y procesos de domesticación en *Leucaena esculenta* (Moc. Et Sessé ex ADC) Benth. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.
- , **J. L. Viveros, y J. Caballero.** 1994. Etnobotánica mixteca. Colección Presencias. Instituto Nacional Indigenista. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes/Instituto Nacional Indigenista, México, D. F., México.
- , **M. C. Vásquez., J. L. Viveros, y J. Caballero.** 1996. Plant management among the Nahuatl and the Mixtec in the Balsas River Basin, Mexico: an ethnobotanical approach to the study of plant domestication. *Human Ecology* 24: 455-478.
- , **J. Caballero, C. Mapes, y S. Zárate.** 1997. Manejo de la Vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 61: 31-47.
- Castillo G., y C. Flores.** 1993. Contribución al conocimiento sobre *Brahea dulcis* (HBK) Mart. en la Región Mixteca de Cárdenas, Oaxaca. Tesis. Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México, México.
- Hardin, G.** 1968. The Tragedy of the Commons. *Science* 162: 1243-8.
- Hernández-X., E.** 1979. La investigación de huarache. *Narxhi-Nandhá*, No. 8/9/10.



- Illsley, C.** 1984. Vegetación y milpa bajo roza-tumba-quema en el Ejido de Yaxcabá, Yucatán. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Escuela de Biología. Morelia, Michoacán, México.
- Illsley, C., J. Aguilar, J. Acosta, J. García, y J. Caballero.** 1998. Manchoneras y Soyacahuiteras: Manejo Campesino de *Brahea dulcis* (HBK) Mart. en la región de Chilapa, Guerrero. Memorias. 7° Congreso Latinoamericano de Botánica, México, D.F., México.
- Joyal, E.** 1995. An Ethnoecology of *Sabal uresana* Trelease (Arecaceae) in Sonora, Mexico. Ph.D. dissertation. Arizona State University. Tucson, Arizona, Estados Unidos de América.
- Mastache F., G. Alba, y E. N. Morett.** 1982. El trabajo de la palma en la región de la Montaña, Guerrero. Universidad Autónoma de Guerrero. Cuadernos de Ciencias Sociales 4. Chilpancingo, Guerrero, México.
- Miranda, F.** 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación de la cuenca del Río Balsas. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 8:95-114.
- Nabhan, G.** 1985. Gathering the desert. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona, Estados Unidos de América.
- Quero, H.** 1994. Flora del Valle de Tehuacán- Cuicatlán. Fascículo 7: Arecaceae. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México.
- Rzedowski, J.** 1978. La vegetación de México. Editorial Limusa, México, D. F., México.
- Velasco, G. J.** 1994. La artesanía de la palma en la Mixteca Oaxaqueña. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Instituto Politécnico Nacional, Unidad Oaxaca. Oaxaca, México.

MANEJO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE UNA ESPECIE ARBÓREA DE LA SELVA TROPICAL: EL «MAMEY» (*Pouteria sapota*)

Martin Ricker

*Jardín Botánico del Instituto de Biología,
Universidad Nacional Autónoma de México,
Apartado postal 70-614, Delegación Coyoacán,
México D. F. 04510 México
mricker@servidor.unam.mx*

Resumen

Pouteria sapota (Jacquin) H.E. Moore & Stearn («mamey», Sapotaceae) es un árbol nativo de la selva tropical. Se distribuye desde el sur de México hasta Nicaragua, y ha sido introducida a otros países. Los frutos son apreciados en el mercado nacional en México. Un estudio económico en la región de Los Tuxtlas (Veracruz) demostró que el valor comercial (valor presente neto) por plántula sembrada es positivo en un sistema de enriquecimiento. Sembrar 40-200 plántulas por hectárea dentro de la selva natural puede resultar en un sistema forestal con un valor comercial por encima de un pastizal de ganado. Al mismo tiempo, el sistema conserva la estructura básica de la selva natural. Dadas las características económicas favorables para el manejo de la selva, el trabajo presenta los diferentes aspectos de *Pouteria sapota*: (a) taxonomía y descripción botánica, (b) origen, distribución, y nombres indígenas, (c) aspectos ecológicos y genéticos, (d) manejo en vivero y propagación, y (e) plantación, fertilización y producción.

Abstract

Pouteria sapota (Jacquin) H.E. Moore & Stearn («mamey sapote», Sapotaceae) is a tropical rainforest tree, native from S-Mexico to Nicaragua. It has been introduced into other countries. The fruits are found in the Mexican national market. An economic study in the Los Tuxtlas region (Veracruz) showed that the commercial value (net present value) per planted seedling is positive in an enrichment system. Planting 40-



200 seedlings per hectare into the natural forest can result in a forest system with a commercial value higher than that of cattle pasture. At the same time, the system conserves the basic structure of the natural forest. Given the economically favorable features for forest management, this work presents the different aspects of *Pouteria sapota*: (a) taxonomy and botanical description, (b) origin, distribution, and common names, (c) ecological and genetic aspects, (d) nursery management and propagation, and (e) planting, fertilization and production.

Palabras clave: mamey, manejo, *Pouteria sapota*, valor económico, zapote

Key words: mamey, management, *Pouteria sapota*, economic value, zapote

En los últimos años se ha dado un creciente interés por aprovechar y conservar las selvas tropicales en México y en otros países. Con frecuencia se presentan puntos de vista extremos. Por un lado, los conservacionistas y ecologistas quisieran lograr la protección más amplia posible de la cobertura forestal. Por el otro lado, el sector industrial por mucho tiempo ha considerado que la selva no tiene un valor comercial, y en Latinoamérica se ha sustituido por pastizales para la ganadería (Repetto 1990; Dirzo y García 1991; Fernández et al. 1993; Cairns et al. 1995). Bajo este contexto, el presente trabajo considera las siguientes bases para el aprovechamiento y la conservación de la selva:

1) La selva natural tiene valor comercial limitado, ya que se presentan muchas especies vegetales en baja densidad y sin calidad uniforme en los productos como la madera, los frutos, y las plantas medicinales (Ricker y Daly 1998: 182-185). Es difícil encontrar los individuos de una especie de interés, y en los árboles altos resulta difícil cosechar frutos u hojas. La industria requiere lo contrario a lo que la diversidad biológica ofrece: alta cantidad de un producto con una calidad predeterminada.

2) Prácticamente ninguna comunidad humana se niega a participar en un desarrollo económico en que se intercambian productos industriales como radio, teléfono, máquinas domésticas, automóviles, y medicinas. Por el deseo de adquirir tales productos, es necesario desarrollar una industria que los produzca. Por otro lado, las personas tienen que ganar dinero para poder comprarlos. Ésto no implica que las comunidades indígenas abandonen su propio idioma y cultura, solamente que obtengan ingresos para poder participar en todos los mercados, incluso el internacional.



3) Para el manejo forestal hay que investigar cuáles son los productos y las formas de manejo que proporcionen ingresos monetarios. Muchas especies vegetales que emplea una comunidad indígena que vive en subsistencia, no sirven para la especialización en productos comerciales ya que los productos pueden ser obsoletos cuando se encuentran fuera del mercado local (por ejemplo, ciertas plantas medicinales o fibras para producir cuerdas).

4) Si bien es cierto que un propietario puede tener exclusivamente interés comercial por un bosque, la sociedad tiene que considerar el valor económico total. A pesar de las consideraciones anteriores, el valor económico total de una selva no consiste solamente en su valor comercial, sino también en su valor no-comercial. El valor no-comercial incluye bienes públicos que son consumidos por la sociedad en general, como el aspecto estético de un árbol de gran tamaño o un paisaje selvático, la apreciación de una alta diversidad biológica, o los servicios de la selva al filtrar el agua (Adger et al. 1995; Ricker y Daly 1998, capítulo 5.7).

Ibarra-Manríquez et al. (1997) analizaron el potencial comercial de las 860 especies de angiospermas nativas de la reserva de la Universidad Nacional Autónoma de México en Los Tuxtlas, a 30 kilómetros de Catemaco, en Veracruz. La vegetación de esta reserva cuenta con una extensión de 640 hectáreas de selva alta perennifolia. Fuera de las plantas con uso medicinal o químico, 91 especies (10.6%) se encontraron en el mercado, a las cuales se pueden añadir 72 especies (8.4%) con potencial para la comercialización. Sin embargo, solamente 22 especies se comercializan en otros países, y no todas se exportan desde México.

Una de las especies nativas de México, cuyos frutos comerciales se venden a nivel nacional y en otros países, es *Pouteria sapota* («mamey»). En la próxima sección se discuten las características económicas favorables de esta especie para el manejo de la selva. Después, el trabajo presenta los diferentes aspectos de *P. sapota* como estudio de caso: (a) taxonomía y descripción botánica, (b) origen, distribución, y nombres indígenas, (c) aspectos ecológicos y genéticos, (d) manejo en vivero y propagación, y (e) plantación, fertilización y producción.

UN ESTUDIO ECONÓMICO DE *Pouteria sapota* EN LA SELVA TROPICAL DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ

Ricker et al. (1999a) estudiaron un sistema de enriquecimiento con plántulas de *Pouteria sapota* en Los Tuxtlas desde el punto de vista comercial (en español Ricker 2000). En este estudio, las plantaciones de enriquecimiento consisten en plantar y manejar árboles comercialmente valiosos dentro de la selva existente. El transplante de plántulas de *P. sapota* en la sombra de la selva es posible, dado que la especie se desarrolla bien abajo del dosel de la selva, óptimamente con una apertura del dosel de 60% (Ricker et al. 2000).

Aplicando un modelo para calcular el valor presente neto, Ricker et al. (1999a) determinaron el valor comercial esperado por plántula sembrada en MXP\$51.40 [pesos mexicanos] para producir los frutos de *Pouteria sapota* (US\$1 = MXP\$9-10 en 1999-2000). Ricker et al. (1999b) emplearon un modelo suponiendo otra curva de crecimiento, que les dio un valor comercial aún más alto.

En cualquiera de los casos, lo importante es que el valor presente neto es positivo para *Pouteria sapota*, lo que indica que se puede esperar que la siembra de plántulas de esta especie sea una inversión económicamente rentable desde el punto de vista comercial. Además, los análisis de sensibilidad en estos trabajos demuestran que no es probable obtener un valor presente neto negativo.

El valor de un pastizal de ganado (con vacas) en la región de Los Tuxtlas es de MXP\$2,000 a MXP\$10,000 por hectárea, y ésto también es aproximadamente su valor presente neto (Ricker y Daly 1998: 221-223). Para que un sistema de enriquecimiento sea competitivo con este valor, se tendrían que sembrar entre 40 y 200 plántulas de *Pouteria sapota* por hectárea ($2000/51.40 = 40$; $10,000/51.40 = 195$). La comparación es válida para dos situaciones diferentes. Primero, un propietario puede



poseer selva, la cual se podría enriquecer o convertir en pastizal. Para poder concluir que 40-200 plántulas de *P. sapota* logran que el enriquecimiento sea competitivo, uno tendría que suponer que los costos de la conversión de selva a pastizal (mano de obra, compra de semillas de pasto, alambre, y una vaca materna) y los beneficios (vender o usar madera existente) son iguales. Segundo, un propietario puede poseer un pastizal que puede mantener como tal o reforestar. En este caso, las vacas y la cerca existentes se podrían vender y así proporcionar un beneficio adicional. Es decir, aún menos plántulas de *P. sapota* por hectárea podrían hacer la reforestación competitiva.

Hay una variedad de posibilidades de aprovechamiento forestal, las extremas siendo la extracción de frutos silvestres de la selva natural por un lado, y el establecimiento de un monocultivo intensivo por el otro. Una producción comercial de frutos puede requerir una selección de árboles, injertación, poda y el desarrollo de una copa amplia en lugar de un tronco alto. De todos modos, es posible sembrar 40-200 plántulas de *Pouteria sapota* por hectárea dentro de un sistema de manejo forestal seminatural que conserva mucha biodiversidad. Observe que los cálculos incluyen una tasa anual de mortalidad esperada de 2%, así que cada año van a quedar menos árboles de los sembrados, es decir, cada año el bosque se vuelve más natural (a la edad de 30 años se espera que 55% de los árboles sembrados permanezcan).

Hay que destacar que el sistema de enriquecimiento con *Pouteria sapota* no propone sustituir repentinamente las otras actividades comerciales que los propietarios realizan en la actualidad (principalmente la ganadería). Más bien, para empezar se recomienda el enriquecimiento con *P. sapota* en islas de selva que todavía quedan, amenazadas por la expansión de los pastizales de ganado. Una vez que los campesinos empiezan a manejar estas islas de selva con un impacto moderado, entonces van a considerarlas valiosas, y van a estar interesados en conservarlas. Los proyectos piloto, en combinación con servicios de extensión y apoyo para la comercialización, deberían ser capaces de introducir y promover este tipo de manejo forestal.

Hay que destacar que *Pouteria sapota* se produce y consume en Florida (EUA), Filipinas e Indonesia (Oyen 1991: 259). Sin embargo, en México aún es una especie poco aprovechada. No existen esfuerzos organizados para su mejoramiento, propagación y comercialización. A continuación se proporciona una descripción de los aspectos relevantes de manejo de esta especie, que podría servir hasta cierto grado como promotora para combinar el aprovechamiento y la conservación de la selva tropical.

TAXONOMÍA Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Pouteria sapota pertenece a la familia botánica Sapotaceae. Esta familia es pantropical y tiene alrededor de 450 especies en el neotrópico, desde el sur de los Estados Unidos hasta Chile y Paraguay. Las especies son árboles o arbustos, principalmente de la selva tropical húmeda de baja elevación (Pennington 1990: 1).

Las especies frutales de sapotáceas más importantes desde el punto de vista comercial en México son *Pouteria sapota* («mamey», «zapote mamey») y *Manilkara zapota* (Linnaeus) van Royen («chicozapote», «sapodilla») (Coronel 1991; García et al. 1993). Además, hay una especie de alto interés comercial, introducida desde el Caribe a México, Centroamérica y el trópico en general. Esta especie es *Chrysophyllum cainito* Linnaeus («caimito») (De la Cruz 1991).

El género *Pouteria* tiene 188 especies en el neotrópico y alrededor de 150 especies en Asia tropical y la región del Pacífico. En México existen 10 especies (Pennington 1990): *Pouteria belizensis* (Standley) Cronquist, *P. campechiana* (Kunth) Baehni, *P. durlandii* (Standley) Baehni, *P. glomerata* (Miquel) Radlkofer, *P. reticulata* (Engler) Eyma, *P. rhyngocarpa* Pennington, *P. sapota* (Jacquin) H.E. Moore & Stearn, *P. squamosa* Cronquist, *P. torta* (Martius) Radlkofer, y *P. viridis* (Pittier) Cronquist. El nombre «sapote» o «zapote» aparentemente proviene del náhuatl «tsapotl», un término que designa a los frutos dulces (Mora et al. 1985: 77; Morton 1987: 398).



Los frutos de *Pouteria sapota* se encuentran prácticamente todo el año en los supermercados de la Ciudad de México, así como en los mercados de la calle. Además de tener frutos comestibles de alto valor comercial, *P. sapota* también suministra otros productos importantes. Es notable el uso de la grasa de su semilla para mejorar el cabello, y en productos de la industria farmacéutica. Tiene la reputación de poder prevenir la pérdida del cabello (Martínez 1996: 453). La madera se emplea en la construcción rural (Díaz y Huerta 1986; Pennington 1990: 65, 495).

La monografía taxonómica de la Flora Neotrópica de Pennington (1990) para la familia Sapotaceae aclaró mucha de la confusión taxonómica en esta familia. Por ejemplo, se confundieron *Pouteria sapota* y *Manilkara zapota* al llamar a las dos *Achras zapota* Linnaeus, a pesar de las claras distinciones taxonómicas en los árboles y frutos. Sinónimos de *P. sapota* que todavía se encuentran en la literatura son *Lucuma mammosa* (Linnaeus) C. F. Gaertner y *Calocarpum sapota* (Jacquin) Merrill (Pennington 1990: 493-494).

Pouteria sapota es un árbol de hasta 40 m de altura y un diámetro a la altura del pecho de más de 1 m. El tronco es derecho y puede presentar contrafuertes. La corteza externa es fisurada y se desprende en pedazos rectangulares, de color gris parda a morena, con un grosor de 10 a 20 mm. El árbol contiene látex. La madera es de color crema amarillento, con olor a almendras, y sin estructuras conspicuas. Las hojas están dispuestas en espiral, aglomeradas en las puntas de las ramas, simples, con láminas de 24 x 7.5 cm a 50 x 16 cm. Las flores son solitarias, aglomeradas en las axilas de hojas caídas, con pedúnculos de 2.5 a 3 mm de largo, y cáliz verde pardusco con numerosos sépalos obtusos. La corola es de color crema verdoso, de 7 a 8 mm de largo. Los frutos son bayas de hasta 20 cm de largo, ovoides, péndulos de las ramas nuevas, moreno rojizos y textura aspera. El mesocarpio es dulce, carnoso, de color naranja a rojo, con pequeñas cantidades de látex cuando está inmaduro. Generalmente contiene una semilla (a veces hasta 3) de hasta 10 cm de largo, elipsoide, y color negra a morena oscura (Pennington y Sarukhán 1998: 442).

ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y NOMBRES INDÍGENAS

La distribución original de *Pouteria sapota* no se puede establecer con certeza, dada su naturalización en muchas regiones. Probablemente es nativa del sur de México hasta Guatemala, Belice y el norte de Honduras, extendiéndose al bosque atlántico de Nicaragua. No parece ser nativa de Costa Rica y Panamá, donde es sustituida por *Pouteria viridis* (Pittier) Cronquist y *Pouteria fossicola* Cronquist, las cuales también presentan frutos comestibles apreciados (Pennington 1990: 494, 498, 500). En México, las zonas originales de distribución probablemente hayan sido el sur de Veracruz, Tabasco, y el norte de Chiapas (Pennington y Sarukhán 1998: 442). Sin embargo, hoy en día se encuentra en huertos de prácticamente todos los estados del sur de México.

Pouteria sapota es cultivada desde Florida (EUA) a Brasil y en el Caribe (Cuba), desde el nivel del mar hasta alrededor de 600 m.s.n.m. (Campbell y Lara 1982; Morton 1987: 398; Hoyos 1989: 299; Campbell 1994: 977). También ha sido introducida a las Filipinas, Indonesia, Malasia y Vietnam (Oyen 1991).

Los nombres comunes para *Pouteria sapota* son «grand sapotillier» (Haiti), «mamey» (en general), «mamey apple» (Belice), «mamey colorado» (en general), «mamey de tierra» (Panamá), «mamey mata serrana» (Ecuador), «mammee sapota» (Jamaica), «zapote colorado» (Honduras), «zapote de montaña» (Guatemala), y «zapote mamey» (en general) (Pennington 1990: 495). En EUA se llama «mamey sapote» (Ogden et al. 1984) o simplemente «sapote» (Morton 1987). Vale la pena destacar que el nombre común «mamey» se usa no solamente para *Pouteria sapota*, sino también para *Mammea americana* Linnaeus. Aunque el fruto tiene cierta similitud, esta especie pertenece a otra familia (Clusiaceae), y en muchos aspectos taxonómicos tiene una apariencia distinta.

Los nombres indígenas para *Pouteria sapota* en México según Pennington y Sarukhán (1998: 442) son los siguientes:



«atzapotlcuahuitl» (náhuatl); «haaz», «chacalhaaz» (maya en Yucatán); «cá-ac», «potkak» (mixe en Oaxaca); «cuyg' auac» (popoluca en Veracruz); «guela-gue», «guendashuno», «guendaxiña», «guetogue», «guixron» (zapoteco en Oaxaca); «uacusiuruata», «huacuz» (tarasco en Michoacán); «lichucut jaca» (totonaco en Veracruz); «bolom», «bolom-itath» (huasteco en San Luis Potosí); «ma-ta-ha» (chinanteco en Oaxaca); «taquisapane», «tsapasabani» (zoque en Chiapas); y «uajpulomo» (cuicateco en Guerrero).

ASPECTOS ECOLÓGICOS Y GENÉTICOS

En el sur de México, *Pouteria sapota* se encuentra en la selva alta perennifolia (Pennington 1990: 494). En la región de Los Tuxtlas (en el sur de Veracruz) habita en suelos volcánicos a una temperatura promedio de 24°C y una precipitación promedio anual de 4,725 mm (Ibarra-Manríquez et al. 1997: 363). En Guatemala y Belice habita en selva subperennifolia sobre caliza (Pennington 1990: 494). Según Morton (1987: 399), *P. sapota* crece mejor en suelos pesados (arcilla), pero tolera una gama de suelos diferentes. No obstante, hay que destacar que en un experimento de invernadero resultó ser altamente sensible a la acidez y conductividad eléctrica del suelo (por los sales de la fertilizante). Con un pH menor a 6 y una conductividad eléctrica mayor a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, las plántulas no crecieron y poco a poco se murieron (datos no publicados de Víctor Peña y Martin Ricker).

Según Oyen (1991), *Pouteria sapota* resiste ligeras heladas. El frío y la sequía causan un cambio de color hacia amarillo y rojo de las hojas, y finalmente su caída. Morton (1987: 399) y Oyen (1991) mencionan que *P. sapota* no tolera el exceso de agua en el suelo. Sin embargo, en Los Tuxtlas hemos observado que árboles cerca de ríos o cuerpos de agua tienen un crecimiento mucho más rápido. La interacción entre características del suelo y suministro de agua sobre el crecimiento sería un aspecto interesante para investigar.

Un aspecto confuso es la posible distinción entre árboles machos y hembras en *Pouteria sapota*, es decir, si la especie es dioica. Pennington (1990: 494) escribe «Flowers unisexual (plant dioecious) or ? bisexual». Sin embargo, en Los Tuxtlas la especie no parece ser dioica. En un estudio de 58 árboles con un diámetro mayor a 20 cm en Los Tuxtlas, 8 árboles (13.8%) con un diámetro entre 23 y 67 centímetros no produjeron frutos en ninguno de los 3 años del estudio (Ricker 1998: 94-96). La carencia de producción frutal en estos 8 árboles podría deberse a su ubicación en sitios desfavorables y no a ser exclusivamente macho.

No existe información publicada sobre polinizadores. Las flores en el género *Pouteria* probablemente son polinizadas por abejas u otros insectos (Pennington 1990: 10). En Los Tuxtlas se ha observado la visita de mariposas a las flores de *P. sapota*.

En México no se distinguen diferentes variedades en la comercialización de esta especie, aunque la variación en tamaño y calidad es considerable. Los frutos se cosechan en México principalmente en huertos pequeños y de árboles naturales o seminaturales. Para controlar la calidad, en *P. sapota* es común la injertación con ramas de árboles de calidad conocida. En contraste, en otros países donde la especie fue introducida, sí se distinguen diferentes variedades. Por ejemplo, Morton (1987: 399) proporciona una lista de 12 variedades de *P. sapota* en Florida, como AREC No. 3 de origen cubano, o Cayo Hueso originaria de la República Dominicana. Otra lista de variedades en Florida la proporciona Balerdi (1991).

Diferentes árboles producen frutos de tamaño distinto. En 1994, se midió un total de 182 frutos de 6 árboles distintos de *Pouteria sapota* en Los Tuxtlas (datos no publicados de Martin Ricker). La masa de frutos varió entre un mínimo de 190 g y un máximo de 660 g por fruto. Los promedios de las masas por fruto en los 6 árboles fueron los siguientes: 273 g (\pm 9.4 g error estándar, N = 47 frutos), 349 g (\pm 8.5 g, N = 57), 380 g (\pm 14.8 g, N = 19), 425 g (\pm 16.6 g, N = 15), 436 g (\pm 11.8 g, N = 30), y 527 g (\pm 17.2 g, N = 14). En un análisis de varianza y en un análisis no-paramétrico Kruskal-Wallis (Sokal y Rohlf 1995), las



diferencias entre los promedios de los frutos de diferentes árboles fueron altamente significativas. Algunos árboles también presentaron frutos con 2 ó hasta 3 semillas por fruto, una característica poco deseable para la comercialización. Queda por investigar hasta qué grado las diferencias de los frutos entre árboles se deben a diferencias genéticas y hasta qué grado hay diferencias en las condiciones ambientales del sitio.

Según Morton (1987: 398), los frutos de *Pouteria sapota* en Florida (EUA) tienen un peso de 200 hasta 2 300 g, peso mucho mayor a lo observado en Los Tuxtlas en árboles naturales. Cabe destacar que para la comercialización no necesariamente es deseable tener el tamaño máximo. En México son preferibles frutos no tan grandes y así no tan caros, porque el fruto tiene el «riesgo» de no ser de la mejor calidad en sabor y/o estar ya pasado sobre su punto óptimo de maduración. Lo anterior enfatiza la importancia de controlar la calidad, por ejemplo, al establecer variedades.

La floración y fructificación en *Pouteria sapota* ocurre en diferentes épocas para diferentes regiones de México. Esta circunstancia hace posible que en la Ciudad de México todo el año se encuentren los frutos a la venta. Dependiendo del mes, los frutos de *P. sapota* en la Ciudad de México pueden ser de Chiapas, Tabasco, Veracruz, Guerrero o Guatemala. En Los Tuxtlas (Veracruz) vimos flores al inicio de julio y los frutos se cosecharon entre mayo y agosto. Existen árboles que no siguen el patrón general, dando frutos en abril o después en septiembre. Los frutos tardan hasta un año en desarrollarse en el árbol, así que en la cosecha de un año pueden ya existir los frutos pequeños del próximo año.

Es interesante mencionar las especies filogenéticamente más cercanas a *Pouteria sapota*, ya que pueden ser recursos genéticos potencialmente importantes para el mejoramiento. Estas especies son *Pouteria viridis* («chulul»; México a Costa Rica) y *Pouteria fossicola* («mamey de injerto», Costa Rica a Panamá). Las dos especies son de interés en sí como frutales (Morton 1987: 401-402) o para el mejoramiento genético de *P. sapota* por injertación o posiblemente hibridación. Pennington (1990: 495, 498, 500)

menciona que los frutos de dichas especies son deliciosos. Otra especie del género *Pouteria* que ha recibido atención en el extranjero por sus frutos es *P. campechiana* (Kunth in Humboldt, Bonpland & Kunth) Baehni («caniste»; México a Panamá). Aunque esta especie se cultiva en Florida y en el sureste de Asia, no se encuentra en el mercado mexicano. Son notables los comentarios positivos por Morton (1987: 402-405). Sin embargo, en Los Tuxtlas los frutos de *P. campechiana* no parecen ser de alta calidad.

MANEJO EN VIVERO Y PROPAGACIÓN

El establecimiento de plántulas de *Pouteria sapota* en vivero a partir de semillas no presenta mayores problemas. Hay que destacar que las semillas pierden su viabilidad rápidamente, así que se tienen que usar en las semanas (no meses) siguientes a su colecta en el árbol progenitor. Su viabilidad se puede verificar al meterlas en agua: en caso de que floten ya no sirven. Las semillas de *P. sapota* tienen un tamaño notable que va de 5 a 10 cm de largo. En Los Tuxtlas, el promedio de las masas de 137 semillas fue de 40.2 g (error estándar: ± 0.82 g), con un rango de 14.8 a 60.2 g. Semillas de mayor masa produjeron plántulas de mayor altura (Ricker et al. 2000). Por lo tanto, es recomendable usar semillas grandes, ya que aparentemente contienen mayor cantidad de nutrimentos para la plántula.

En Los Tuxtlas (Veracruz) hemos utilizado alrededor de 1 kg de suelo natural en una bolsa de plástico, con una o dos perforaciones en el fondo para asegurar la salida de exceso de agua. También se puede considerar un vivero de una cama de suelo para todas las plántulas. Es importante ubicar la semilla de *Pouteria sapota* de manera correcta en el suelo. Se debe colocar horizontalmente, dejando una mitad descubierta al aire. La parte amplia, no-lisa debe quedar abajo. Del lado más redondo salen tallo y raíz. Sembrar la semilla de manera diferente puede causar la formación de un tallo enredado («cola de cochino»), que inhiba el crecimiento y pueda causar la muerte de la planta.



Las bolsas con las semillas se deben mantener en un lugar con sombra para mantener un alto nivel de humedad en la tierra, ya que esto parece ser favorable. Muchas semillas de *Pouteria sapota* empiezan a germinar después de días o pocas semanas. Sin embargo, en Los Tuxtlas el tiempo para la germinación de las últimas semillas fue de hasta tres meses, cuando no se les aplicó ningún pretratamiento. La tasa de germinación fue de 91.6% al final en esta siembra (Ricker 1998: 23). Sin embargo, en el invernadero húmedo-caliente en la Ciudad de México, la tasa de germinación de *P. sapota* fue mucho más bajo (30-70%). Las plántulas tienen un crecimiento vigoroso de inmediato, así que se pueden transplantar después de pocas semanas a su destino final. Un problema para las plántulas de *P. sapota* pueden ser los roedores, que cortan y comen el tallo. Este problema es específico en ciertos sitios, por lo que cambiar el vivero a otro sitio, o no transplantar a un sitio con roedores representa una solución.

En México es común injertar árboles de *Pouteria sapota*, juntando lateralmente con una cinta el injerto al patrón, después de haber liberado las dos contrapartes de sus cortezas respectivas (aparentemente funcionan también otras formas de injertación). La injertación es importante para esta especie, porque la calidad de los frutos varía de manera considerable. El injerto se debe tomar de un árbol cuando sus hojas están en proceso de crecimiento, y después de haber florecido. *Pouteria campechiana* se puede usar como patrón. No he visto la propagación vegetativa por medio de estacas en *P. sapota*. Salcedo (1985, 1990) encontró que sí es posible tener enraizamiento en estacas de *P. sapota*, pero sostiene que no presenta buenas perspectivas. Más detalles acerca de la propagación por injerto de *P. sapota* se proporcionan en Ogden et al. (1984), Salcedo (1985, 1990), León (1987), Morton (1987: 399-400), Cockshutt (1991), Marler (1991) y Oyen (1991).

PLANTACIÓN, FERTILIZACIÓN Y PRODUCCIÓN

Para la plantación se recomienda una distancia de 8 a 12 metros entre cada uno de los árboles de *Pouteria sapota* (Morton 1987: 400; Oyen 1991). Ricker et al. (2000) sembraron plántulas en selva primaria y secundaria en un esquema de enriquecimiento a una distancia de aproximadamente 10 m. En este sistema, la plántula queda protegida de la sequía gracias a la vegetación forestal que la rodea. Sin embargo, en los primeros dos años requiere de un cuidado continuo para favorecer a la plántula en la competencia con otras plantas. Además, hay que mantener claros suficientemente grandes para lograr no solamente un crecimiento alto sino también amplio. Una poda también puede ayudar al respecto.

Al sembrar plántulas, la distancia recomendable entre ellas depende de la mortalidad de éstas. Posteriormente, cuando ya se tienen árboles juveniles, es recomendable hacer una selección para mantener solamente los árboles con el mejor vigor de crecimiento.

Ricker (1998) y Ricker et al. (1999b: 84-86) simularon una curva de sobrevivencia para *Pouteria sapota* en Los Tuxtlas con la siguiente función: $\text{Sobrevivencia} = 1 - (0.052613) (\text{Edad})^{0.41169} / 0.41169$. Los coeficientes están calculados de manera que la función pasa por dos puntos: a la edad de 2 años la sobrevivencia de una cohorte es 83%, y a la edad de 148 años la sobrevivencia es 0, es decir, el último de los miembros de la cohorte ha muerto. El cálculo de los coeficientes es: $\ln[1/(1 - 0.83)]/\ln[148/2] = 0.41169$, y $\ln[0.411694 (1 - 0.83) / 2^{0.411694}] = 0.052613$.

Con la fórmula anterior se obtiene que al iniciar una plantación con 100 plántulas, después de 20 años quedarían todavía 0.561 ó 56 árboles, es decir, casi la mitad ya no existiría. Por lo tanto, es recomendable sembrar hasta el doble del número de plántulas que se desean tener como árboles adultos. También hay que destacar que la mortalidad depende del manejo. Por ejemplo, se ha visto que al aplicar fertilizante la mortalidad puede aumentar (experimento de René Martínez y Martin Ricker en Tabasco). El riego durante épocas de sequía generalmente reduce la mortalidad.



Existen pocos datos científicos acerca de la fertilización de *Pouteria sapota*. Sin conocer detalles del suelo, se pueden aplicar de 50 a 200 g por plántula de un fertilizante comercial de nitrógeno-fósforo-potasio (NPK) en combinación con micronutrientes, colocándolo en la sepa donde se siembra. Al aplicar altas cantidades de fertilizante, es importante mezclar éste con suelo y asegurar la disponibilidad de suficiente agua para evitar la «quema» de la plántula. La fertilización puede tener como consecuencia la disminución del pH, por ejemplo por NH_4^+ (Brady 1990: 484-485). Además se puede aumentar la conductividad eléctrica del suelo por subir la concentración de sales. Como ya se mencionó, *Pouteria sapota* es sensible a estos efectos. Se pueden usar diferentes formas de cal para aumentar el pH a 6.5-7.0, como CaO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, CaCO_3 , o CaSiO_3 (Havlin et al. 1999: 51-68); sin embargo, no existe información acerca de cómo reacciona *P. sapota* al respecto.

Avilan et al. (1989: 1376, basado en Almeyda y Martin 1979) recomiendan para *Pouteria sapota* la aplicación cada medio año de 250 g por plántula de un fertilizante NPK 14-4-10, en el primer año después de la siembra del árbol. En el segundo año aumentan la cantidad a 500 g, en el tercero a 1 kg y en el cuarto a 1.25 kg. Después y cuando empiezan a producir los árboles, sugieren aplicar un fertilizante NPK 10-10-8 a razón de 0.5 kg por cada año de la edad de la planta (por ejemplo, 5 kg fertilizante a la edad de 10 años). La aplicación debe ser en la superficie abajo de la copa de la plántula o del árbol.

No se presentan enfermedades y problemas de plagas de manera grave en *Pouteria sapota*; probablemente lo más serio es el ataque de los frutos por diferentes especies de las denominadas «moscas de la fruta». Hernández y Pérez (1993) reportan las larvas de la mosca *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae) en los frutos de *P. sapota* en Los Tuxtlas. Al abrir el fruto, el consumidor encuentra las larvas en la pulpa alrededor de la semilla, lo que presenta un aspecto poco estético y hasta repulsivo. Al respecto sería recomendable investigar si densidades bajas de los árboles huéspedes, junto con árboles de especies no-huéspedes, disminuyen la ocurrencia de las larvas en los frutos (Aluja 1994). Otras plagas menos importantes se mencionan en Oyen (1991) y McMillan (1990).

Para Los Tuxtlas, Ricker et al. (1999a: 442, 444, Figura 2) hacen una proyección de la cosecha anual promedio de frutos de *Pouteria sapota* después de haber medido las cosechas de 79 árboles durante 3 años. Para calcular la cosecha anual promedio esperada por árbol (Fru) en diferentes edades en Los Tuxtlas, se emplean dos regresiones no-lineales estadísticas para derivar la fórmula $Fru=62.102 (1-e^{-0.093059 Edad})^{87.318}$. Esta función con tres coeficientes representa el modelo de Bertalanffy-Richards-Chapman, un modelo ampliamente usado para proyectar el crecimiento de árboles. La proyección de la cosecha anual promedio de frutos con esta fórmula es conservadora, siendo 0.0 kg en los primeros años, llegando a 0.01 kg a una edad de 25 años, aumentando a 60 kg con 83 años, y subiendo ligeramente varias décadas más (observe que aquí se usa una función continua para modelar un proceso discreto de cosechas anuales).

Los árboles estudiados de *Pouteria sapota* fueron naturales de la selva, o en ocasiones árboles remanentes de la selva original. Estos árboles presentaron grandes fluctuaciones en las cosechas entre individuos y en un mismo individuo de un año al otro. La cosecha máxima de todos los árboles y durante tres años fue un árbol con 368 kg en 1996. Sin embargo, del mismo árbol en 1995 se cosecharon solamente 125 kg, y en 1997 nada (Ricker 1998: 95). Sembrando árboles genéticamente más uniformes y aplicando fertilización, probablemente se puede obtener una cosecha más estable.

Morton (1987: 399) sostiene que árboles de *Pouteria sapota* propagados por semillas empiezan a producir a partir de los 8 a 10 años de edad. Menciona que los árboles injertados crecen más lentos y menos altos que árboles propagados por semillas. Sin embargo, pueden producir frutos de 1 a 4 años después de la injertación. No obstante, en la mayoría de las plantaciones de *P. sapota* se necesitan muchos años de espera hasta que los árboles produzcan. En el estudio en Los Tuxtlas calculé que se necesitan alrededor de 20 años para alcanzar un diámetro de 20 cm y empieza la producción (Ricker et al. 1996b). El dueño de un árbol con 25 cm de diámetro troncal y más de 60 frutos, sembrado por semilla cerca de un río, reportó su edad en alrede-



dor de 5 años. Como ya se ha mencionado, el suministro de agua en un suelo apropiado aparentemente puede acelerar mucho el crecimiento.

Los frutos de *Pouteria sapota* están duros en el momento de la cosecha, pero llegan a madurar en pocos días bajo un ambiente cálido. El tiempo de maduración en *P. sapota* se puede manipular hasta cierto grado al aplicar etileno. Con tratamiento de etileno, Martínez (1998: v) adelantó la maduración de 5.4 días por 1.4-2.2 días. La buena calidad del fruto para su consumo dura poco tiempo (1-3 días). Sin embargo, sería posible llevar los frutos inmaduros a cualquier parte del mundo, como ocurre con el aguacate, para posteriormente consumirlos en su mejor momento. De esta manera, México podría aprovechar mucho mejor el potencial comercial de esta especie arbórea de la selva húmeda.

BIBLIOGRAFÍA

- Adger, W. N., K. Brown, R. Cervigni, y D. Moran.** 1995. Total economic value of forests in Mexico. *Ambio* 24: 286-296.
- Almeyda, N., y F. Martin.** 1979. El mamey zapote. *Agricultura de las Américas* 28: 8-9.
- Aluja, M.** 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology* 39: 151-174.
- Avilan R., F. Leal, y D. Bautista.** 1989. Manual de fruticultura - Cultivo y producción. Editorial América C.A., Caracas, Venezuela.
- Balardi, C.** 1991. More choice: An update on Mamey Sapote cultivars en Florida. *Tropical Fruit World* 2: 18-19.
- Brady, N. C.** 1990. *The Nature and Properties of Soils*. Macmillan Publishing Company, New York, United States of America.
- Cairns, M. A., R. Dirzo, y F. Zadroga.** 1995. Forests of Mexico: a diminishing resource? *Journal of Forestry* (julio): 21-24.
- Campbell, C. A.** 1994. Handling of Florida-grown and imported tropical fruits and vegetables. *Hortscience* 29: 975-978.
- Campbell, C. W., y S. P. Lara.** 1982. Mamey sapote cultivars in Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 95: 114-115.
- Cockshutt, N.** 1991. Pantin's Mamey. *Tropical Fruit World* 2: 12-17.
- Coronel, R. E.** 1991. *Manilkara zapota* (L.) P. van Royen. Páginas 220-223 en E. W. M. Verheij y R. E. Coronel, eds., *Plant Resources of South-East Asia 2: Edible Fruits and Nuts*, Pudoc-DLO, Wageningen, Países Bajos.
- De la Cruz Jr. F. S.** 1991. *Chrysophyllum cainito* L. Páginas 115-117 en E. W. M. Verheij y R. E. Coronel, eds., *Plant Resources of South-East Asia 2: Edible Fruits and Nuts*, Pudoc-DLO, Wageningen, Países Bajos.
- Díaz G. V., y J. Huerta.** 1986. Utilización de las maderas tropicales en México. *Ciencia Forestal en México* 11 (60): 127-144.
- Dirzo, R., y M. C. García.** 1991. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a neotropical area in southeastern Mexico. *Conservation Biology* 6: 84-90.



- Fernández O. L. M., M. Tarrío, y D. Villafuerte.** 1993. La expansión ganadera en Veracruz: sus impactos en la economía y en la producción de alimentos. Páginas 15-33 en N. Barrera y H. Rodríguez, coord., Desarrollo y medio ambiente en Veracruz: Impactos económicos, ecológicos y culturales de la ganadería en Veracruz, . Fundación Friedrich Ebert, México D.F., México.
- García C. X., B. Rodríguez, y C. Parraguirre.** 1993. Notas importantes sobre el chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) van Royen) . Ciencia Forestal en México 18: 45-63.
- Hernández O. V., y R. Pérez.** 1993. The natural host plants of *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) in a tropical rain forest of Mexico. Florida Entomologist 76: 447-460.
- Hoyos F. J.** 1989. Frutales en Venezuela. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Caracas, Venezuela.
- Ibarra-Manríquez, G., M. Ricker, G. Ángeles, S. Sinaca., y M. A. Sinaca.** 1997. Useful plants of the Los Tuxtlas rain forest (Veracruz, Mexico): Considerations of their market potential. Economic Botany 51: 362-376.
- León, J.** 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica.
- Marler, T.** 1991. Four-flap grafting of the Mamey. Tropical Fruit World 2: 20.
- Martínez, M.** 1996. Las plantas medicinales de México. Ediciones Botas, México D.F., México.
- Martínez M. A.** 1998. Fisiología de la maduración de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn). Tesis de Maestría, Colegio de Posgraduados, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Montecillo, Estado de México, México.
- McMillan Jr., R. T.** 1990. Alga blight of *Pouteria sapota* caused by *Cephaleuros virescens*. Phytopathology 80: 975.
- Mora H. E., P. Mora., J. A. Francisco, F. A. Basurto., R. Patron., y M. A. Martínez.** 1985. Nota etnolingüística sobre el idioma náhuatl de la Sierra Norte de Puebla. Amerindia 10: 73-91.
- Morton, J. F.** 1987. Fruits of Warm Climates. Publicado por Julia F. Morton, 20534 SW 92 Ct., Miami, FL 33189, Estados Unidos de América.
- Ogden, M. A. H., C. W. Campbell, y S. P. Lara.** 1984. Juvenile interstocks for topworking mamey sapote (*Colocarpum sapota* (Jacq.) Merr.). Proceedings of the Florida State Horticultural Society 97: 357-358.

- Oyen, L. P. A.** 1991. *Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn. Páginas 259-262 en E. W. M. Verheij y R. E. Coronel, eds., *Plant Resources of South-East Asia 2: Edible Fruits and Nuts*, Pudoc-DLO, Wageningen, Países Bajos.
- Pennington, T. D.** 1990. *Flora Neotropica Monograph 52: Sapotaceae*. The New York Botanical Garden, Bronx, New York, Estados Unidos de America.
- , y **J. Sarukhán.** 1998. *Árboles tropicales de México*. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica, México D.F., México.
- Repetto, R.** 1990. Deforestation in the tropics. *Scientific American* 262: 18-24.
- Ricker, M.** 1998. *Enriching the Tropical Rain Forest with Native Fruit Trees: A Biological and Economic Analysis in Los Tuxtlas (Veracruz, Mexico)*. Yale University, School of Forestry and Environmental Studies & Graduate School, New Haven, EUA. [Publicado por UMI Dissertation Services, Ann Arbor, Michigan, Estados Unidos de América.
- , y **D. C. Daly.** 1998. *Botánica económica en bosques tropicales - Principios y métodos para su estudio y aprovechamiento*. Editorial Diana, México D.F., México.
- , **R. O. Mendelsohn, D. C. Daly, y G. Ángeles.** 1999a. Enriching the rainforest with native fruit trees: an ecological and economic analysis in Los Tuxtlas (Veracruz, Mexico). *Ecological Economics* 31: 439-448.
- , **R. Bye, G. Ibarra-Manríquez, M. Martínez-Ramos, C. Siebe, J. L. Palacio., R. Valenzuela., y G. Ángeles.** 1999b. Diversidad y manejo de los bosques mexicanos: aspectos microeconómicos. *Investigación Económica* 59: 77-109.
- , **C. Siebe, S. Sánchez., K. Shimada, B. C. Larson, M. Martínez-Ramos, y F. Montagnini.** 2000. Optimising seedling management: *Pouteria sapota*, *Diospyros digyna*, and *Cedrela odorata* in a Mexican rainforest. *Forest Ecology and Management* 139: 63-77.
- 1990. *Métodos de enraizamiento del zapote (Calocarpum sapota Jacq. «Merr»)*. Universidad y Ciencia (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México) 7: 85-94.
- 2000. Enriquecimiento de la selva con árboles nativos: un análisis de costo-beneficio con tres especies en Los Tuxtlas, Veracruz. Páginas 85-113 en R. Escalante y F. Aroche, comps., *El sector forestal en México: paradojas de la explotación de un recurso natural*, . Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México.
- Sokal, R. R., y F. J. Rohlf.** 1995. *Biometry*. W. H. Freeman, New York, Estados Unidos de América.

Engraving



**SÍNTESIS DE LA MESA REDONDA
EL PAPEL DE LA ETNOBOTÁNICA Y LA BOTÁNICA
ECONÓMICA EN LA CONSERVACIÓN, USO Y MANEJO
DE LA BIODIVERSIDAD EN EL SIGLO XXI**

*Beatriz Rendón Aguilar, Silvia Rebollar Domínguez
y Marco Aurelio Pérez Hernández*

*Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa
San Rafael Atlixco 186 Col. Vicentina
México, D. F. C. P. 09340
brendon@miranda.ecologia.unam.mx
sired@xanum.uam.mx
maph@xanum.uam.mx*

En los albores del Siglo XXI, los estudios sobre la relación planta-sociedades humanas cobran relevancia debido a que forman parte del contexto que debe ser tomado en cuenta para la planeación e implementación de programas y políticas sobre conservación en México. Los diversos trabajos presentados en este I Coloquio muestran que la relación planta-hombre es tan vigente y profunda como lo fue en el surgimiento de la humanidad, que la visión académica e institucional relacionada con aspectos de manejo y conservación de recursos en nuestro país, ha partido en gran medida de esta relación, en la búsqueda de respuestas y estrategias para un mejor aprovechamiento de los recursos vegetales. Esto significa que los ejes fundamentales sobre los que se han sentado sus bases filosóficas y pragmáticas, son el conocimiento y la percepción tradicional de los recursos naturales, las formas locales de apropiación y aprovechamiento de la naturaleza.

Ejemplo de ello lo encontramos en los trabajos presentados en este Coloquio, así como los proyectos de "Etnoflora



yucatanense" que actualmente desarrolla el Dr. Arturo Gómez-Pompa en la región de la Península de Yucatán y el del Dr. Robert Bye en la Sierra Tarahumara. Estos proyectos han surgido básicamente de los estudios etnobotánicos realizados en ambas zonas y actualmente están desarrollando propuestas sobre explotación y conservación de los recursos vegetales, incorporando el conocimiento tradicional y la experiencia empírica de los campesinos indígenas y mestizos. A partir de ésto se han desarrollado programas de manejo, explotación y comercialización de diversas especies e incluso uso de tecnología de punta para "valorar" el conocimiento tradicional particularmente sobre las plantas medicinales.

Parte del problema radica en que las propuestas realizadas hasta hoy sobre conservación, por un lado, no están plenamente incorporadas al Plan Nacional de Desarrollo como una política de estado, y por otro, que el modelo mismo de desarrollo que ha seguido nuestro país ha impedido sistemáticamente a través de los años dicha incorporación.

El modelo de desarrollo seguido por México está basado en aquel aplicado en países europeos hace algún tiempo y que actualmente ya no es funcional. Problemas como la falta de legislación en la explotación y comercialización de los recursos vegetales, programas nacionales integrales de conservación, entre otros, hasta el momento son prácticamente inexistentes. Algunos casos ejemplifican esta problemática. El uso tradicional del "codo de fraile" (*Thevetia* sp.) para ornamentar la indumentaria de los concheros ha sido reemplazado drásticamente por un uso anteriormente desconocido, utilizándose de manera indiscriminada e ignorante para bajar de peso, provocando problemas en la gente que la utiliza ya que desconoce el efecto tóxico que puede tener. A pesar de las denuncias y explicaciones, no se ha establecido un control sobre su comercialización. El caso del epazote también ilustra la incoherencia y carencia de leyes sobre esta temática. El epazote natural ha sido utilizado desde tiempos prehispánicos; el extracto de epazote fue recientemente patentado y se ha demostrado que su consumo provoca complicaciones. Una legislación al respecto prohíbe el consumo del epazote como tal por considerarlo dañino. Esto significa que hay un desconocimiento total

del problema y se toman decisiones radicales e ilógicas, generando que se estipulen leyes poco coherentes en estos temas.

Si bien el modelo de desarrollo seguido hasta la actualidad ha sido una limitante para el desarrollo del país, es importante tomarlo como punto de partida y modificarlo para poder incorporar nuevas filosofías en torno a la conservación de los recursos naturales. En este modelo es importante tomar en cuenta las experiencias tradicionales, ajustarlas a esquemas modernos, así como proponer variantes que optimicen el uso y aprovechamiento de los recursos vegetales en particular y naturales en general.

A pesar de todas las limitantes que encontramos en la actualidad, dentro del modelo de desarrollo actual, se han tenido algunos avances importantes. Uno de ellos es el diseño e implementación de las Áreas Nacionales Protegidas, que a pesar de las posibles limitaciones y deficiencias que pueda tener su estructuración y delimitación, han servido como base para crear programas de conservación y manejo sostenible, incorporando en varios de los casos a grupos étnicos y mestizos. Otro avance corresponde al proyecto regional denominado "Sedentarización de la milpa", implementado por la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) durante la gestoría de Julia Carabias. En este proyecto se tomaron como base los fundamentos tradicionales del sistema de roza-tumba-quema, un agrosistema milenario que se basa en la regeneración natural de la vegetación y el suelo, y que actualmente debido a las presiones demográficas y a los esquemas económicos, se ha convertido en un sistema deficiente. El programa de sedentarización permite el uso intensivo del suelo ya que se utilizan abonos verdes que evitan el desgaste del suelo.

La implementación de estas estrategias y políticas puede llevar consigo procesos de aculturación y transculturación si no se realizan adecuadamente. En este sentido, es importante dejar claro varias cosas. Históricamente, el ser humano ha estado sometido continuamente a procesos de aculturación y transculturación. Por ejemplo, el desarrollo de la agricultura en Mesoamérica en particular, en cuanto a las formas de apropiación y aprovechamiento de la naturaleza, generó procesos de



aculturación. Así, el reemplazo de la *Settaria* sp. por *Zea mays* implicó la pérdida en el uso de un recurso por otro totalmente diferente. Posteriormente, el contacto entre los pueblos de Sudamérica y Mesoamérica permitió el intercambio de productos que se incorporaron a las diferentes culturas, lo que indica un proceso de transculturación. El caso del cacao ilustra significativamente este aspecto. De ser un producto vegetal de origen sudamericano, llegó a ser uno de los principales productos de trueque en toda Mesoamérica. En la actualidad, dentro de los grupos étnicos y mestizos hay procesos de aculturación y transculturación. Por ejemplo, los agricultores ensayan con nuevas plantas, muchas de ellas introducidas; toman algunas recomendaciones que los técnicos o ingenieros agrónomos les dan; intercambian material con otras comunidades. Esto significa que el conocimiento tradicional no es estático. Es un proceso dinámico que está sentado en cierta información tradicional, ancestral que es el pilar inamovible, pero simultáneamente es susceptible de cambio. Es así como entendemos el conocimiento tradicional. Es precisamente esa capacidad de innovación la que debe tomarse en cuenta al momento de sugerir actividades o implementar programas dentro de estos grupos. Otro ejemplo que ilustra este proceso dinámico es el referente a los cafetales con manejo tradicional. A pesar de que el café es una especie africana, su incorporación a la agricultura en México siguió varias formas de manejo. Una de ellas, ampliamente difundida en comunidades marginadas con poca posibilidad de desarrollo tecnológico y poca comunicación, fue la del manejo del café con sombra diversificada. En este sistema tradicional, el café se incorpora a una zona de vegetación natural y únicamente son eliminados aquellos elementos arbóreos no deseables, así como parte del sotobosque, de manera que la cobertura vegetal y las características del suelo se ven poco afectadas. Numerosos estudios han mostrado la viabilidad de esta forma de manejo desde el punto de vista de la productividad primaria, la producción por hectárea y la riqueza florística y faunística.

El problema de la aculturación radica en imponer filosofías y formas de desarrollo que los grupos étnicos y mestizos no desean. La gente no está temerosa del cambio o a la incorporación de actividades nuevas, siempre y cuando se respeten sus tradi-

ciones y los límites impuestos por ellos. Un caso lo ilustra el proyecto ICB-Tarahumara que se está implementando en la Sierra Tarahumara con los rarámuris y los tepehuanes. Ellos han aceptado una gran parte del convenio establecido entre el organismo internacional, los representantes gubernamentales y los dirigentes indígenas. Sin embargo, simultáneamente han exigido el respeto a sus tradiciones, a su idioma, e incluso, han solicitado que se genere material técnico en su idioma, que se abra un bachillerato en su idioma y que los programas institucionales, por ejemplo, el de la Secretaría de Educación Pública, respeten los aspectos locales.

Lo anterior significa que más que mantener a los grupos étnicos aislados del resto del país, sin incorporarse a los procesos económicos, sociales y culturales que ocurren a escala nacional, debe existir un respeto a su individualidad dentro de un proceso colectivo de transformación.

Como parte fundamental en el desarrollo de políticas de conservación, uso y manejo de la biodiversidad está la educación. Y este es un proceso global que incluye a los grupos étnicos y mestizos, pero también a la sociedad en general. En esta visión de la conservación como un reto, pero también como una utopía, es necesario incorporar no sólo el conocimiento tradicional, sino también aquel institucional derivado de diversas disciplinas científicas y humanísticas, orientadas a elaborar la "nueva forma de vida conservacionista". Esto significa que además de elaborar las leyes necesarias en la materia, también se deben dar opciones a los campesinos en cuanto a formas de explotación racional, vías de comercialización de sus productos, alternativas de recursos por manejar cuando un recurso está en proceso de desaparición (como es el caso del linaloe *Bursera*) o cuando tienen que respetar un área protegida, por ejemplo. Esos problemas deben ser resueltos por especialistas en disciplinas como la economía rural, administración, además de los biólogos y agrónomos. Y siempre debe ser un esfuerzo en conjunto, no aislado como ocurre en la actualidad, orientado a engranar al país en su totalidad dentro de esta forma de vida.

