

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS

BIOLÓGICAS

INSTITUTO DE BIOLOGÍA

FACTORES QUE INFLUYEN EN
LA INTENSIFICACIÓN DE MANEJO
DE RECURSOS VEGETALES POR PARTE DE POBLACIONES
HUMANAS: UN ESTUDIO DE CASO DEL VALLE DE
TEHUACÁN-CUICATLÁN

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

DOCTORA EN CIENCIAS

P R E S E N T A

MARTHA SOFÍA GONZÁLEZ INSUASTI

DIRECTOR DE TESIS: Dr. JAVIER CABALLERO NIETO

MÉXICO, D. F.

MAYO, 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

RECONOCIMIENTOS

Los estudios de Doctorado en Ciencias realizados por la autora se llevaron a cabo gracias a la comisión de estudios otorgada por la Universidad de Nariño-Colombia y al apoyo financiero de la Dirección General de Estudios de Posgrado (**DGEP**) de la Universidad Nacional Autónoma de México (**UNAM**). El trabajo de campo de esta tesis se realizó gracias a la financiación otorgada por la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACYT**) a través del proyecto G35450-V “Los recursos vegetales del Valle de Tehuacán-Cuicatlán desde una perspectiva etnobotánica”.

Así mismo, se agradece de manera especial la participación, orientación y sugerencias del comité tutorial durante el desarrollo de los estudios de Doctorado en Ciencias:

- **Dr. Javier Caballero Nieto** (Director de Tesis) Instituto de Biología, UNAM
- **Dr. Alejandro Casas Fernández**, Centro de Investigaciones en Ecosistemas UNAM
- **Dr. Jorge Arturo Meave del Castillo**, Facultad de Ciencias UNAM

AGRADECIMIENTOS

Esta es una etapa más que logro culminar dentro de mi formación profesional, el amor por las plantas y mi inclinación natural hacia la etnobotánica no son únicamente el producto de mi formación académica, sino también de mi herencia. Quiero agradecer de manera muy especial, con respeto y admiración a las cuatro personas que han dirigido esta maravillosa tendencia en el mundo de la botánica: mi abuelo materno Carlos Insuasty Montufar, a quien lastimosamente nunca conocí fue el primer etnobotánico de mi familia, a él le debo y nunca me cansaré de agradecer la dotación genética que me ha motivado al conocimiento de las plantas y sus usos. El Dr. Jaime Rosero García fue mi primer maestro de Botánica, él con firmeza y exigencia me involucró desde que estaba en el cuarto semestre de mi carrera de Biología en el estudio de la morfología y sistemática vegetal. Mi maestro, además de dejarme sus valiosas enseñanzas en este campo de la biología también me heredó su trabajo en la Universidad de Nariño pocos años después de su muerte. El Dr. Pablo Leyva Franco, a través de mis estudios de Maestría en Ciencias en la Universidad Nacional de Colombia, se encargó de llevarme a profundizar en el campo de la Etnobotánica cuando apenas empezaba a ejercer mi carrera. El Dr. Javier Caballero Nieto, me brindó la posibilidad de involucrarme en un campo de la etnobotánica totalmente desconocido para mí, y al cual pude acceder abordando una de las preguntas que han surgido como producto su trabajo de varios años de investigación. Como mi director de tesis de Doctora en Ciencias, compartió conmigo aspectos muy interesantes de la etnobotánica cuantitativa, de las formas tradicionales de manejo de recursos y de algunas bases de la Antropología. La formación que recibí de su parte en el curso de métodos fenéticos y la confianza que me brindó al dejarme compartir las aulas como cooprofesora, me permitieron entender y profundizar en los aspectos relacionados con el análisis multivariado. Gracias Javier por tu amistad y orientación.

Además de mi director de tesis, en mi comité tutorial desempeñaron un papel muy importante los doctores Alejandro Casas Fernández y Jorge Meave del Castillo a quienes además de ser mis maestros también debo agradecerles su amistad y apoyo. A Alejandro Casas le agradezco infinitamente su paciencia para atender mis dudas, su disposición de atenderme sin importar las condiciones y muy especialmente las valiosas sugerencias que realizó al inicio de este trabajo, las cuales contribuyeron en buena medida a delimitar el estudio. A Jorge Meave quiero agradecerle por sus críticas constructivas y por exigirme la precisión en las ideas, muchísimas gracias también por la revisión detallada de todos mis escritos buscando siempre la producción de documentos claros y concretos.

Agradezco a mis sinodales los doctores Javier Caballero, Alejandro Casas, Jorge Meave, Rafael Lira, Diego Pérez, Carlos Martorell y Leticia Merino por revisar y evaluar este documento y por sus aportes que permitieron mejorar el escrito final de la tesis.

Deseo expresar mi gratitud sincera a todos los maestros que se encargaron de mi formación académica en las diferentes instituciones en las cuales he tenido el orgullo de pertenecer. Gracias por sus enseñanzas que me han enriquecido no solo académicamente sino también como persona.

Muchas gracias a la comunidad de Santa María Tecomavaca por permitirme realizar este trabajo de investigación durante más de un año en su territorio. Especial gratitud al Comisariado de Bienes Comunales por su apoyo. Muy sinceramente deseo reconocer la participación de los guías que me acompañaron en el campo y soportaron largas jornadas bajo el sol inclemente, preguntándose para qué se contaban y medían los nopales, los guajes, los quelites y las otras plantitas que decidí estudiar, muchas gracias a: Modesto y Nino (las dos estrellas del muestreo). A los señores: Martín, Jesús, Efraín, Roberto y Lolo. A David, Magdiel y Fernandito (mi guía más chico en edad pero el más grande en empeño y ganas de aprender). En Tecomavaca también quiero agradecer a la familia Medina: Pancho, Miguelito, Abraham, Nestor, Tere y especialmente a doña Emilia y don Miguel por adoptarme como su hija y hacerme la vida mucho más fácil en su casa. También agradezco a todas las familias que tuvieron la paciencia de recibirme en su casa para las largas entrevistas. Por supuesto, también agradezco a todos mis amiguitos con quienes compartí reñidos partidos futboleros en la noche, frente a la tienda y obligando a que los coches se detuvieran para no interrumpir nuestra emoción.

Agradezco a la Universidad de Nariño por la comisión de estudios que me permitió actualizarme con el fin de llevar nuevas ideas a los estudiantes que me esperan desde ahora.

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México por la formación académica y por el apoyo durante mis estudios de posgrado a través de una beca de DGEF.

Agradezco a la Sociedad Americana de Ecología, a la Sociedad Internacional de Etnobiología y a la Dirección General de Estudios de Posgrado, por el apoyo para participar en congresos nacionales e internacionales en donde presenté los resultados de este trabajo.

Especial gratitud a mis compañeros del Programa de Biología de la Universidad de Nariño quienes me dieron su voto de confianza para hacer este doctorado, y por haber sido siempre un apoyo fundamental en mi trabajo académico y de investigación: Guillermo (maestro, amigo y apoyo moral), Alvaro, Pablo, John Jairo, María Elena (amiga eterna), Luz Estela, Dora Nancy, Jacqueline, Aida Elena, y por supuesto a María Clara (mi mamá putativa) aunque ahora no esté en nuestro glorioso Programa de Biología.

A mis alumnos de la Universidad de Nariño quienes entendieron que en mi vida era prioritario partir para actualizar mi formación académica pensando en las futuras generaciones, ellos me despidieron con una sonrisa y sus mejores deseos y ahora me esperan como profesionales. Gracias por su cariño y amistad, por las veladas en el campo y por los millones de aventuras y anécdotas de niños exploradores que juegan a ser biólogos.

Gracias a Olga Lucía Sanabria por haber facilitado mis primeros contactos con Javier Caballero antes de iniciar este doctorado.

A mis amigos sinceros del laboratorio de Etnobotánica, quienes me adoptaron durante estos cuatro años de doctorado. A Cristina, gracias por su disposición permanente no solo para escucharme sino también para cuidarme y brindarme consejos académicos y personales. A Laurita por su amistad, su compañía en las caminatas por el jardín y por consentirme todos los días con un café minuciosamente preparado. A Andreita por ser una

amiga especial con quien además de los viajes internacionales, también compartí muchas ideas importantes en mi trabajo. A Erikilla por su sinceridad y por confiar en mí en diferentes aspectos, gracias también por tu compañía de los sábados, y por dejarme conocer un poco más de la vida rural en tus dominios de Tlacuilotepec y sus alrededores. A Reyna por su tranquilidad contagiosa y su sonrisa oportuna. A Maru por haber compartido las bromas y las discusiones académicas. A Tere porque su sonrisa explosiva siempre animó este laboratorio y por recordarme la colombianidad. A Belinda por sorprenderme cada vez más con sus detalles en fechas especiales y no especiales, y por compartirme sus ideas. A Alfredo por perder todas sus apuestas, por ser un amuleto de la buena suerte y por dejarme compartir nuestra “ignorancia enciclopédica”, apuuuuntate otra.

En el Jardín Botánico de la UNAM deseo agradecer al maestro Miguel Angel Martínez por sus valiosas sugerencias y disposición a intercambiar conocimientos, a Jorge Saldivar por apoyarme en el campo de los sistemas y por salvar la vida de mi “*lentium*” más de una vez, y a Lupita por el apoyo logístico, por estar siempre de mi lado y por hacerme reír cada que se podía.

A Isabelle, Martín, Köen y Peter con quienes compartí divertidas experiencias en Tecomavaca, gracias por estar conmigo en ese pequeño lugar que tiene grandes sorpresas.

A mi familia por su comprensión y amor. A mis padres Carlos y Socorro, por aceptar otra más de mis aventuras etnobotánicas lejos de casa, por apoyar siempre mi carrera y por sobrevivir a mis locuras. A Vanessa quien nunca fue mi sobrina, gracias porque ahora te has convertido en mi hija en cumplimiento de la promesa que nos hicimos con mi hermana, espero poder tener la capacidad suficiente para orientarte como mi hija mayor. A mis hermanos: Anita (no importa que ya no estés, siempre estarás conmigo), Jorge, Carlos y Javier por todas nuestras experiencias de infancia, por su sonrisa y especialmente por dejarme ser siempre su hermanita. A Mis cuñadas por haber llegado a nuestra familia y regalarnos a esos chiquitines que nos alegran la vida. A mis sobrinos: Pablo (mi hermano chiquito), Nicolás, Daniela, Gabriela y Farid por su amor y ternura.

A mis primos: Cristina (mi hermana desde niña), Oscar porque voluntariamente decidió preocuparse por mi estancia y seguridad y facilitó mi llegada a México, y a Ricardo por su apoyo moral constante durante todo este tiempo a través de sus mensajes alentadores.

A mi abuelita por sus oraciones, por sus mensajes de aliento y por su empeño para esperarme. Pero muy especialmente por ser como eres y por las historias del abuelo.

A mi tía Gloria por su apoyo incondicional y por ser el ejemplo académico que siempre he querido seguir.

A Paulita y Willy mis nuevos hermanitos, por compartir en este país los recuerdos y sabores de la tierrita, por unirse para el complot y por darme un lindo sobrinito.

A mis compas de departamento: Rodrigo (mi hermano perdido), Zaharina, Dulce y Edna por estar a mi lado en nuestra microfamilia, por su apoyo y cariño y por escuchar mis exposiciones independientemente del tema.

A todos mis amigos de infancia y juventud en Colombia y a quienes no alcanzaría a mencionar en este documento, y a todos mis nuevos amigos mexicanos. Muchas gracias a todos los amigos que fueron testigos y me apoyaron en este doctorado “integral” que además de mi formación en ciencias, también incluyó varios cursos acelerados de culinaria, administración del hogar y tratamiento de enfermedades menores.

A los amigos incondicionales que apoyaron a mi familia en mi ausencia y que siempre estarán en un lugar especial para todos nosotros: Lucy, Esmeralda (siempre amiga), Cecilia y los Juanes.

Dedico este trabajo

A mis padres Carlos y Socorro

A mis hermanos: Jorge, Carlos y Javier

A Pablo y Vanessa quienes a la muerte de mi hermana dejaron de ser mis sobrinos para convertirse en mi hermano menor y mi hija respectivamente

A la memoria de mi hermana Ana Virginia: Gracias por compartir nuestros sueños e ilusiones, por nuestra infancia y juventud y por todas aquellas cosas que solamente nosotras supimos de nuestras vidas

RESUMEN

El trabajo de investigación realizado con la comunidad de Santa María Tecomavaca permitió identificar que este grupo humano realiza prácticas de manejo con diferente grado de intensidad en recursos vegetales empleados en la alimentación. Este tipo de actividades se llevan a cabo en áreas con derechos de propiedad comunal así como en áreas con derechos de propiedad reconocidos a particulares.

Partiendo del supuesto de que el manejo no se lleva a cabo con la misma intensidad para todos los recursos, se seleccionaron 20 plantas alimenticias que tienen diferencias en sus características biológicas y de importancia cultural para el grupo de estudio y que se manejan tanto en áreas comunales como en terrenos con propiedad particular.

A través de este estudio se evaluó qué tanta influencia tienen la producción potencial, el tiempo que se requiere hasta la producción de la primera cosecha, la importancia cultural, la distancia a las fuentes de recursos y el régimen de propiedad de la tierra en la decisión que los agricultores toman para hacer un manejo más o menos intensivo.

La intensidad de manejo se consideró en este trabajo como una medida de la complejidad de las prácticas de manejo, el número de prácticas diferentes que se llevan a cabo y el número de personas que las realizan. Estas tres variables se integraron a través de un índice que permitió proponer la existencia de un gradiente de intensidad de manejo. La importancia cultural que cada recurso representa para 84 núcleos familiares seleccionados en este trabajo se estimó a través de la formulación de un índice que involucra distintos aspectos relacionados con el uso alimentario. El tiempo que se requiere hasta la producción de la primera cosecha se determinó con base en la información bibliográfica y la información de los pobladores. La producción potencial se estimó para poblaciones de los recursos a través de muestreos realizados en las épocas de producción de cada uno de estos durante un año de muestreo. Se midió la distancia en kilómetros entre cada una de las poblaciones manejadas y el lugar de consumo. El régimen de propiedad de la tierra se identificó con base en la información suministrada por las autoridades comunales.

Se logró establecer que cada una de las variables biológicas y socio-culturales que suponíamos que podrían determinar las decisiones de intensificar el manejo de los recursos

sí tienen influencia en este tipo de procesos y cada una de ellas ejerce efecto con un peso diferente. La propiedad de la tierra en la cual está distribuido un recurso es el factor más determinante en la decisión de intensificar el manejo. En segundo lugar se considera a la acción conjunta de la importancia cultural y el tiempo requerido para obtener la primera cosecha. La producción potencial y la distancia a las fuentes de recursos son factores considerados importantes únicamente para la intensificación de manejo de algunas de las especies que además de ser alimentos tienen posibilidad comercial o uso medicinal.

En general el manejo es más intensivo en áreas de propiedad particular que en áreas comunales excepto para algunas de las especies culturalmente importantes por sus beneficios económicos que se manejan con mayor intensidad en áreas comunales. En las áreas comunales se encuentran distribuidos todos los recursos estudiados en mayor cantidad. En las parcelas de cultivo y los huertos familiares se hace manejo de los recursos importantes culturalmente y de los que tienen viabilidad de manipulación en función de algunas de sus características biológicas como la facilidad de aclimatación y la producción potencial.

Todas las especies analizadas en este trabajo son importantes en la cultura del grupo de estudio independientemente de las diferencias socio-culturales que existen entre los pobladores. El tipo de uso, los beneficios que se pueden obtener de cada uno y el lugar de obtención permite reconocer tres grandes tipos de recursos: plantas recolectadas, plantas manejadas importantes comercialmente y plantas manejadas sin importancia comercial.

ABSTRACT

The study carried out in the community of Santa María Tecomavaca allowed us to determine that this human group manages plant resources used as food stuffs with different degrees of intensity. These kinds of activities take place both in communally owned areas as well as in private ones.

Assuming that management does not take place with the same degree of intensity regarding all of the resources, we selected 20 edible plants with different biological characteristics and different cultural importance, which are managed in communal and in private areas.

This research evaluated how potential production, time needed until the production of the first harvest, cultural importance, distance to the resources' location and land tenure affect the decision taken by the farmers regarding a more or less intensive management.

In this study, management intensity was considered a measure of the complexity of management practices, of the number of different practices carried out, and of the number of persons involved in these. With the help of an index that integrated these three variables we proposed the existence of a management intensity gradient. The cultural importance of each resource to the 84 family groups selected for this research was estimated with an index involving several aspects related to the use of species as foodstuff. To determine the time needed until the production of the first harvest we used bibliographic information as well as information provided by the community's inhabitants. Potential production was estimated for resource populations through samplings during the production season of each of the resources throughout a year. We measured the distance in km between each of the managed populations and the place where they were used. Land tenure was identified based on the information provided by the authorities.

We established that each of the biological and socio-cultural variables we had supposed could determine the decisions taken regarding management intensification of the resources, really do influence this type of processes, and each of them has a different effect. Tenure of the land where a resource is distributed is the most determinant factor in the decision of management intensification. In second place we consider the joint action of cultural importance and time needed to obtain the first harvest. Potential production and distance to the resources' location are factors considered important only in relation to

management intensity of some of the species which, besides being edible, could have commercial importance or medicinal use.

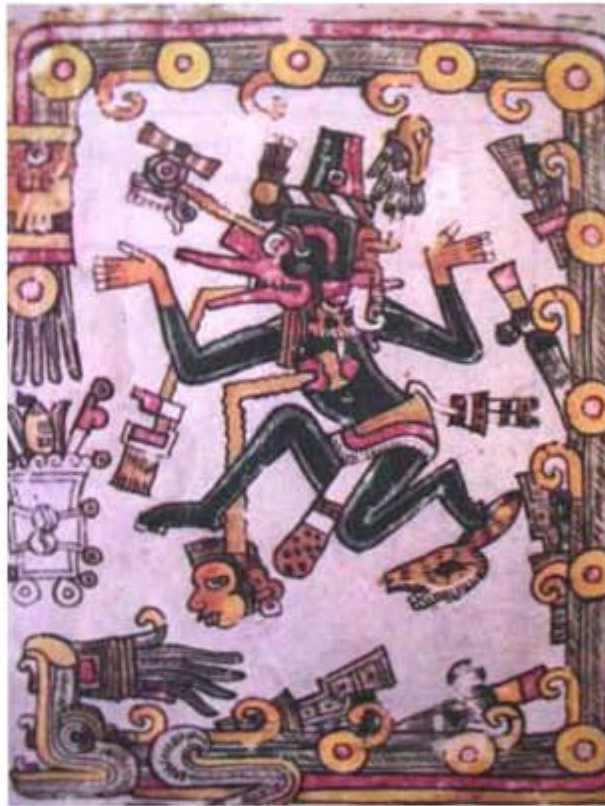
Management is generally more intense in privately owned land than in communal land except when some of the culturally important species are involved, which, due to their economic benefits, are then more intensively managed in communal land. All of the resources were found in higher amounts in communal areas. In agricultural plots and home gardens are managed culturally important resources and those due to their biological characteristics (easiness to adapt and potential production) can be manipulated.

Every species analyzed in this research is important to the group's culture regardless of the socio-cultural differences present among the inhabitants. The type of use, the benefits that can be obtained from each of them, and the place where the resource is located, helps us to recognize three large types of resources: gathered plants, commercially important managed plants, and managed plants with no commercial importance.

TABLA DE CONTENIDO

RECONOCIMIENTOS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO I.	
Introducción.....	1
CAPÍTULO II.	
Managing plant resources: how intensive can it be?.....	17
CAPÍTULO III.	
Factors that influence the intensity of non-agricultural management of plant resources.....	44
CAPÍTULO IV.	
Variación intracultural de la importancia de los recursos vegetales y su impacto en la intensificación del manejo.....	69
CAPÍTULO V.	
Discusión General.....	100

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

Para numerosas especies de plantas útiles, se ha documentado la existencia de diversas prácticas de manejo, orientadas por un lado al aumento en la abundancia de individuos de algunas especies en particular, y por otro al mejoramiento de la calidad de los productos (Colunga *et al.* 1986, Caballero 1987, Casas y Caballero 1996, Casas *et al.* 1997a,b, Harris 1996, Bye 1998, Casas *et al.* 1999a,b, Caballero *et al.* 2000, Caballero y Cortés 2001, Casas *et al.* 2001). Para algunos recursos, la realización de prácticas de manejo orientadas al mejoramiento de los productos durante periodos muy prolongados ha modificado su estructura genética y ha permitido llegar a su domesticación. La principal consecuencia de la domesticación se manifiesta en la dependencia de las plantas domesticadas para desarrollarse en ambientes antropogénicos, así como también en las diferencias morfológicas de los individuos domesticados frente a sus parientes silvestres (Schwanitz 1966, Harlan 1975, Hawkes 1983, Rindos 1984, Colunga *et al.* 1986, Caballero 1987, Ladizinsky 1987, Hillman y Davies 1996, Casas y Caballero 1996, Casas *et al.* 1997a,b, Harris 1996, Bye 1998, Casas *et al.* 1999a,b, Caballero *et al.* 2000, Caballero y Cortés 2001, Casas *et al.* 2001).

En el manejo de los recursos, es posible diferenciar varias etapas. La primera de ellas hace referencia a las formas más simples de recolección manual en áreas silvestres. La segunda consiste en la utilización de instrumentos más o menos elaborados para la obtención de productos. La tercera corresponde a la búsqueda de recursos en diferentes ambientes a medida que se nota su disminución. Una cuarta etapa consiste en las acciones de mantenimiento y protección de recursos útiles en zonas cercanas a las viviendas. La quinta etapa se caracteriza por la dispersión dentro de las zonas habitadas, especialmente para las especies que son empleadas en la satisfacción de necesidades básicas. Finalmente la sexta etapa se distingue por la realización de prácticas tendientes al mejoramiento de la calidad de los productos (Braiwood y Howe 1960, Schwanitz 1966, Harlan 1975, Zohary y Hopf 1993, Harris 1996, Hillman y Davies 1996, Casas *et al.* 1997a,b, Caballero y Cortés 2001).

Las acciones que lleva a cabo el ser humano sobre las poblaciones vegetales no solamente incluyen a las prácticas de recolección y la agricultura, sino que además

involucran una serie de estrategias de manipulación intermedias entre las dos anteriores que en conjunto son conocidas como manejo incipiente. Las formas de manejo identificadas han llevado a proponer una clasificación de las plantas en tres categorías: recolectadas, bajo manejo incipiente y cultivadas (Bye 1998, Colunga y Zizumbo 1993, Caballero 1994, Casas *et al.* 1996, Casas *et al.* 1997a, Caballero y Cortés 2001). Las formas de manejo incipiente también son reconocidas por Posey (1992) con el nombre de agricultura nómada. Así mismo, De Wet y Harlan (1965), considerando las características de las malezas, propusieron una clasificación especial para el manejo de este tipo de plantas: malezas cultivadas, malezas toleradas, malezas promovidas, malezas no promovidas y malezas no deseadas.

Aunque la recolección y la agricultura han sido reconocidas como las principales formas de interacción del ser humano con las plantas, el manejo incipiente igualmente ha jugado un papel importante entre diferentes sociedades. De hecho, probablemente muchas de las plantas que se cultivan en la actualidad estuvieron previamente bajo estas formas de manipulación (Braiwood y Howe 1960, Harlan 1975, Kerr y Clements 1980, Hawkes 1983, Rindos 1984, Alcorn 1989, Clements 1989, Casas y Caballero 1995, Bye 1998, Caballero *et al.* 2000).

Los estudios realizados con diferentes grupos humanos en todo el mundo, entre los que cabe destacar el caso de algunas poblaciones rurales de Melanesia, Etiopía, Nueva Guinea, las sabanas y áreas tropicales de Africa, la Amazonía y Mesoamérica, han documentado que las poblaciones vegetales se manejan mediante una o varias prácticas simultáneamente. Igualmente, los resultados de estas investigaciones han mostrado que este tipo de procesos de manejo se realizan tanto *in situ* en las áreas de vegetación original, o *ex situ*, en los ambientes que no constituyen el hábitat original de las plantas, y pueden llevarse a cabo de manera selectiva cuando se realizan sobre fenotipos con características particulares, o no selectiva cuando se hacen indistintamente sobre los diferentes individuos de una población (Harlan 1975, Davies y Bye 1981, Alcorn 1981, Hawkes 1983, Colunga *et al.* 1986, Alcorn 1989, Anderson y Posey 1989, Balée 1989, Posey 1992, Zohary y Hopf 1993, Pimienta-Barrios y Nobel 1994, Caballero 1994, Casas *et al.* 1996, Harris 1996, Bye 1998, Caballero *et al.* 2000, Caballero y Cortés 2001).

Existen varias formas de manejo incipiente. Entre ellas que cabe destacar cuatro: (1) la tolerancia, que permite mantener dentro de los ambientes antropogénicos plantas útiles que estaban presentes antes de que el ecosistema fuera modificado para el establecimiento de una actividad humana; (2) la protección, que busca salvaguardar algunas plantas silvestres de importancia a través de acciones como la eliminación de competidores y la protección contra heladas; (3) el fomento o promoción, que incluye varias estrategias tendientes a aumentar la densidad poblacional, entre ellas la poda, la remoción de suelo, la aplicación de fertilizantes o la dispersión intencional de semillas; (4) el cultivo *ex situ* ocasional, que se basa en la siembra de semillas o la propagación de estructuras vegetativas provenientes de individuos de áreas silvestres en los campos de cultivo, pero sin reemplazar a los cultivos principales (Bye 1998, Caballero 1994, Casas *et al.* 1996, Casas *et al.* 1997b, Caballero y Cortés 2001). La recolección también podría considerarse como una forma de manejo incipiente si ésta se lleva a cabo en forma selectiva, como por ejemplo cuando se hace recolección únicamente de individuos con fenotipos deseables, se seleccionan las áreas de cosecha, se reduce las actividades de cosecha porque se nota la baja disponibilidad de la especie, o se rotan las áreas de cosecha para permitir la recuperación de las poblaciones (Caballero y Mapes 1985, Caballero 1987, Casas *et al.* 1997a,b, Caballero y Cortés 2001).

Investigaciones realizadas entre distintos grupos humanos confirman que en el caso de muchos recursos vegetales se realizan diferentes formas de manejo incipiente, y que incluso sobre la misma población de una especie se pueden llevar a cabo simultáneamente varias formas de manejo. Ejemplos de esto se han descrito en especies de *Adansonia*, *Amaranthus*, *Jaltomata*, *Sabal* y *Opuntia* (Harlan 1975, Williams 1985, Colunga *et al.* 1986, Caballero 1992, 1993, 1994, Mapes 1997), así como para *Porophyllum ruderale*, *Acacia albida*, *Leucaena sculeta*, *Stenocereus stellatus*, *Stenocereus pruinosus*, *Polaskia chende*, *Polaskia chichipe* y *Escontria chiotilla* (Harlan 1975, Vásquez 1991, Casas y Caballero 1996, Casas *et al.* 1997a,b, Casas *et al.* 1998, Casas *et al.* 1999a,b, Luna 1999, Luna *et al.* 2001, Cruz y Casas 2002, Martínez-Ballesté *et al.* 2002, Arellano y Casas 2003, Tinoco *et al.* 2005, Carmona y Casas 2005, Otero-Arnáiz *et al.* 2005a,b).

El desarrollo de las prácticas de manejo tiene diferencias importantes dependiendo de la complejidad de las acciones que involucra, el régimen de propiedad de la tierra en la cual se realizan y el número de personas que las llevan a cabo.

El tipo de acciones que se llevan a cabo en las distintas formas de manejo nos permite identificar que entre ellas existen diferencias en cuanto a su grado de complejidad. De acuerdo con las consideraciones de Harlan (1975), Bye (1998) y Caballero y Cortés (2001), se puede establecer que las prácticas de recolección simple son relativamente las menos complejas, ya que se basan solamente en la extracción no selectiva de productos. Las prácticas de manejo incipiente, incluyendo a la recolección selectiva, se encuentran en un grado mayor de complejidad que la recolección simple, ya que involucran procesos de tolerancia, protección o promoción. En este caso son menos complejas las no selectivas y más complejas las selectivas. El cultivo *ex situ* ocasional como una práctica de manejo incipiente está en una escala de mayor complejidad respecto a las dos anteriores ya que involucra la realización de actividades agrícolas, aunque no se hace el reemplazo de los cultivos principales. La agricultura permanente está en el grado más alto de complejidad debido a que se realiza de manera extensiva y requiere una mayor inversión de insumos, fuerza de trabajo y espacio.

Existen diferencias en cuanto a la cantidad y complejidad de las acciones de manejo que se hacen en las áreas con diferentes regímenes de propiedad, debido a que el beneficio que se puede obtener en cada una de estas áreas es diferente. Considerando esto, es posible suponer que hay una menor cantidad y complejidad de prácticas en las áreas de acceso abierto descritas por Hardin (1968), ya que en ellas no hay derechos de propiedad y cualquier persona podría obtener beneficios de los recursos disponibles. En las áreas con derechos de propiedad comunal, como las establecidas en México (Warman 2001), existen acuerdos para la explotación de recursos y esto lleva a que se establezcan acciones de manejo tendientes a la conservación. Sin embargo, también podríamos esperar que existan pocas acciones de manejo, ya que los acuerdos se basan en el modelo de acción colectiva supervisado. Este tipo de modelo descrito por Ostrom (1990) impide que ninguna persona perteneciente a la comunidad pueda ser excluida de la obtención de beneficios en igual proporción, independientemente de si realiza o no acciones sobre los recursos. En las áreas de propiedad reconocida a particulares, como las que existen en México, se esperaría la

existencia de una mayor complejidad y cantidad de acciones de manejo que en las dos anteriores, ya que los beneficios son directamente para quien tiene derecho sobre el territorio, aunque en este tipo de terrenos no existen títulos de propiedad y formalmente la tierra pertenece a la organización comunal (Warman 2001). En las áreas de propiedad privada adquiridas por compra o herencia y sobre las que se tienen títulos de propiedad, seguramente hay una mayor cantidad y complejidad de acciones de manejo ya que los beneficios son exclusivamente para el propietario.

Probablemente también existan diferencias en cuanto al número de personas que manejan un recurso. Como lo han documentado Philips y Gentry (1993a,b) y Lawrence *et al.* (2005) entre algunas comunidades rurales, los recursos básicos de subsistencia se obtienen y reconocen en general por todos sus habitantes, mientras que los de uso específico en algunas actividades únicamente se reconocen y se obtienen por parte de quienes las llevan a cabo. De este modo, podríamos suponer que la dependencia que se tiene sobre un recurso puede motivar a que los que son básicos en la subsistencia, como es el caso de las plantas empleadas como alimentos primarios, sean sujetos de manejo por un mayor número de personas que los recursos que son de uso ocasional o los que se emplean únicamente por parte de personas dedicadas a un oficio particular, como es el caso de las plantas empleadas en la artesanía, la medicina y la construcción, entre otras.

Con base en los argumentos anteriores, podríamos considerar que la complejidad de las prácticas que se realizan sobre un recurso y el número de personas que las llevan a cabo hacen que el manejo de recursos en áreas con diferente régimen de propiedad de la tierra pueda ser más o menos intensivo. En este trabajo se define a la intensidad de manejo de un recurso como una medida del número de prácticas que se realizan, la complejidad de las mismas y el número de personas que las llevan a cabo con el fin de modificar la abundancia o la calidad de los recursos.

Existen varios factores que motivan a intensificar el manejo de un recurso. Entre ellos están la calidad de los productos, su papel en la subsistencia de un grupo, la disponibilidad tanto espacial como temporal, la facilidad y viabilidad de manipulación, y la posibilidad de obtener un servicio ambiental en beneficio de otros, como es el caso de las plantas que ofrecen sombra, las que aportan nitrógeno o las que sirven como nodrizas

(Alcorn 1981, Colunga *et al.* 1986, Bye 1998, Caballero 1994, Casas *et al.* 1996, Casas *et al.* 1997a, Casas *et al.* 1999a,b, Bandeira *et al.* 2002).

Aunque se ha planteado que la existencia de prácticas de manejo podría estar relacionada tanto con las características culturales de un grupo humano como con la biología de las especies, hasta el momento no se ha evaluado qué tanto puede influir cada uno de estos factores en la decisión de hacer un manejo más o menos intensivo de un recurso. Probablemente este tipo de factores no influye de la misma manera en todos los recursos; por ello, la mejor forma de analizar las tendencias en la intensificación del manejo es a través de estudios comparativos de especies que tengan diferencias tanto en su biología como en la importancia que representan para una comunidad. Un buen sistema para abordar este tipo de análisis son las plantas comestibles, ya que estas tienen una gran variedad de formas de vida, y su conocimiento y el acceso a ellas está generalizado entre los integrantes de un grupo humano que habita en la misma región (Philips y Gentry 1993a,b, Lawrence *et al.* 2005).

Entender la lógica de los procesos de intensificación en el manejo de un recurso puede ayudar a entender no sólo la forma en la que ha ocurrido la domesticación de las plantas cultivadas en el pasado, sino que también puede ayudar a evaluar en qué medida las acciones de manejo y su intensificación contribuyen al uso sustentable de un recurso. La aplicación de este tipo de prácticas podría estar llevando a que los recursos que se encuentran en un nivel mayor de intensificación estén más disponibles que aquellos que se encuentran en un menor nivel de intensificación.

Tomando como sistema de estudio el caso de 20 especies alimenticias con diferentes formas de vida que se encuentran bajo prácticas de recolección simple y manejo incipiente por parte de una comunidad campesina en el sur de México, en este trabajo se determina qué influencia tienen factores tales como la importancia cultural, las características biológicas, la distancia respecto al punto de consumo y el tipo de propiedad de la tierra en la intensificación de manejo de los recursos.

Este estudio se llevó a cabo en la cabecera municipal de Santa María Tecomavaca, en el estado de Oaxaca en el sur de México. Según la información de la Secretaría de Gobernación (1988) y el plan de ordenamiento territorial realizado por el Grupo Mesófilo (2001), esta región está localizada a 17° 57' de latitud norte y 97° 01' de longitud oeste.

Tiene una altitud entre 600 y 1900 m.s.n.m. Su temperatura promedio anual es de 24°C con un mínimo de 6°C y un máximo de 40°C. La precipitación media anual es de 400-500 mm. La extensión total de la zona es de 221,99 km². Esta región forma parte de la cuenca alta del río Papaloapan, el cual se conoce en la zona con el nombre de río Salado. En la región existen afloramientos de calizas, areniscas y lutitas, y en menor proporción de material ígneo. Los suelos son de tipo fluvisol éutrico, regosol éutrico y luvisol vértico.

La vegetación predominante en la zona corresponde a selva baja caducifolia; existen también cardonales de *Pachycereus weberi* y de *Cephalocereus columna-trajani*, bosque de encinos con vegetación secundaria, bosques de galería y vegetación riparia (Grupo Mesófilo 2001).

El municipio de Santa María Tecomavaca está compuesto por 1831 habitantes distribuidos en tres localidades: la cabecera municipal en donde habitan 1509 mestizos y 153 indígenas mazatecos, Buenavista con una población de 113 indígenas mazatecos, y Santiago El Viejo habitada por 44 indígenas mazatecos (INEGI 2001). La población está compuesta por 892 hombres y 939 mujeres. En el año 2000, 63.05% de la población estaba entre 0 y 24 años de edad (INEGI 2001).

La principal actividad económica de la región es la agricultura tanto de riego como de temporal. De acuerdo con el censo de INEGI (2001), la población económicamente activa es de 542 personas. De ellas, 60% se dedica a actividades de agricultura, ganadería, caza y pesca; 11% a minería, industria manufacturera y construcción; 28% al comercio y servicios de turismo; y 1% a otras actividades. Los principales cultivos son el maíz, frijol, caña de azúcar, jitomate, melón, limón, sandía, papaya y chicozapote. Las observaciones de campo y la información suministrada por los pobladores indican que los agricultores de esta región trabajan en sus propios terrenos o trabajan como jornaleros. La información provista por los pobladores también permitió establecer que entre algunos jornaleros otra actividad importante y de la cual se deriva aproximadamente 30% de los ingresos anuales es el comercio de frutos de temporada como *Escontria chiotilla*, *Stenocereus stellatus* y *Stenocereus pruinosus*.

De acuerdo con el plan de ordenamiento territorial elaborado por el Grupo Mesófilo (2001), 75% del uso del suelo de Santa María Tecomavaca corresponde a territorio forestal conservado, 18% de la superficie comunal está dedicado a la agricultura, y 7% restante se

encuentra cubierto principalmente por selva baja caducifolia intervenida. Según la Secretaría de Gobernación (1998), 700 ha son de cultivo con riego, 400 ha reciben riego de temporal, 500 ha están dedicadas al pastoreo y el resto del territorio es de propiedad comunal.

Las tres localidades de este municipio forman parte de la Comunidad Agraria de Santa María Tecomavaca y se reconocen en ellas derechos de propiedad particular y derechos de propiedad comunal. El trámite agrario para el reconocimiento y la titulación de bienes se llevó a cabo en 1945 y en marzo de 1965 la solicitud fue publicada en el Diario Oficial. Inicialmente se registraron 238 comuneros con títulos primordiales. La ejecución de la resolución presidencial, restitución y titulación se llevó a cabo en 1972. Actualmente están registrados 500 comuneros con derechos parcelarios (Grupo Mesófilo 2001).

A través del trabajo de campo realizado entre septiembre de 2003 y noviembre de 2004 en la comunidad de Santa María Tecomavaca, se identificaron poblaciones de los 20 recursos vegetales seleccionados que se encuentran bajo formas de manejo en áreas de propiedad comunal y propiedad reconocida a particulares. En cada una de ellas, se estimaron las variables biológicas que suponíamos podrían influir en la intensificación de manejo de un recurso. Por medio de entrevistas semi-estructuradas, se registró información sobre la importancia que cada recurso representa entre la población en general y en cada núcleo familiar.

Además de este capítulo de introducción, el documento que aquí se presenta está compuesto por tres capítulos escritos en forma de artículo científico, cada uno de los cuales corresponde a un objetivo particular para responder la pregunta central del trabajo y por un capítulo de discusión general.

El primer capítulo describe en general la forma de uso de los diferentes recursos estudiados y explica qué tipo de manejo se hace para cada uno de ellos. A través de este capítulo se probó si las prácticas de manejo representan un gradiente de intensidad. Propusimos como hipótesis que los recursos que se encuentran sometidos a prácticas menos complejas por parte de un menor número de personas presentan un grado de intensidad menor que los recursos que se encuentran bajo formas de manejo más complejas y por parte de un mayor número de personas. Así mismo, propusimos como hipótesis que las tendencias en la intensificación del manejo podrían estar relacionadas con la importancia

cultural de los recursos, con algunas de sus características biológicas y con la distancia a la cual se encuentran las poblaciones respecto al lugar de consumo. El valor de complejidad de cada una de las forma de manejo, el número de prácticas diferentes que se hacen sobre un recurso y el número de personas que las realiza se utilizaron para formular un índice que permitió medir la intensidad de manejo de cada recurso. A través de un análisis preliminar se identificó cuales variables relacionadas con la biología y el uso de los recursos tienden a determinar las decisiones de manejo.

En el segundo capítulo se evaluó qué factores influyen en la decisión de llevar a cabo un manejo más intensivo de un recurso y con qué peso influye cada uno en este proceso. Nuestra hipótesis de trabajo fue que la importancia cultural, entendida como el uso de la especie, las variables biológicas como el periodo de producción a la primera cosecha y la producción potencial por hectárea, la distancia de las poblaciones de los recursos respecto al punto de consumo, y el tipo de propiedad de la tierra, son factores determinantes al considerar la posibilidad de intensificar el manejo de un recurso.

El tercer capítulo evalúa cuál es el efecto de las diferencias en edad, nivel educativo y ocupación sobre la importancia cultural y la intensidad de manejo. Nuestra hipótesis de trabajo fue que las variables socio-culturales de edad, nivel educativo y ocupación interactúan entre sí. Ellas influyen en la existencia de una mayor o menor importancia cultural de un recurso y tanto la ocupación como la importancia cultural determinan la selección del lugar de obtención de un recursos y la intensificación del manejo. Se probó un modelo para el conjunto total de especies analizadas; sin embargo, no fue posible obtener el ajuste requerido. Por esta razón, se agruparon a las especies con base en su uso, lugar y forma de manejo y se obtuvieron tres modelos que explican la variación de la intensidad de manejo en función de las variables consideradas como posibles determinantes de este proceso.

El desarrollo de este estudio, permite identificar la existencia de formas de manejo tradicional similares a las que se llevan a cabo entre diferentes grupos humanos. Así mismo, brinda herramientas para la evaluación de la intensidad de manejo de recursos. Es posible que las tendencias en la intensificación de manejo reconocidas en este trabajo se cumplan para otros recursos empleados en la alimentación por otras comunidades rurales. Investigaciones similares en cuanto a la identificación de las causas de la intensificación del

manejo se podrían llevar a cabo para grupos de recursos empleados con fines diferentes de la alimentación, modificando la forma de estimación de la importancia cultural que se utilizó en este estudio, a través de la formulación de índices específicos dependiendo del tipo de uso. El grado de intensidad de manejo de un recurso y las razones que están motivando este proceso podrían ser una base para seleccionar especies de estudio, sobre las cuales, sería interesante identificar si las modificaciones en la abundancia y la calidad de los fenotipos son producto de la acción humana.

REFERENCIAS

- Alcorn, J. B. 1981. Huastec non crop resource management: implications for prehistoric rain forest management. *Human Ecology* **9**: 395-417.
- Alcorn, J. B. 1989. Process as resource: the tradicional agricultural ideology of Bora and Huastec resource management and its implications for research. *Advances in Economic Botany* **7**: 63-76.
- Anderson, A. B. y D. A. Posey. 1989. Management of a tropical scrub savanna by the Gorotire Kayapo, Brazil. *Advances in Economic Botany* **7**: 159-173.
- Arellano, E. y A. Casas. 2003. Morphological variation of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) under silvicultural management in the Tehuacán Valley, central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* **50**: 439-453.
- Balée, W. 1989. The cultura of Amazonian forest. *Advances in Economic Botany* **7**: 1-21.
- Bandeira, F. P. S. F., V. M. Toledo. y J. López-Blanco. 2002. Tzotzil maya ethnoecology: Landscape perception and management as a basis for coffee agroforest. *Journal of Ethnobiology* **22**: 247-272.
- Braiwood, R. J. y B. Howe. 1960. *Prehistoric Investigations in Iraqui Kurdistan*. University of Chicago Press. Chicago.
- Bye, R. A. 1998. La intervención del hombre en la diversidad de las plantas en México. Pp 689-713. En: Ramamoorthy, T. P., R. A. Bye., A. Lot. y J. Fa (eds.) *Diversidad Biológica de México, Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Caballero, J. 1987. Etnobotánica y desarrollo: la búsqueda de nuevos recursos vegetales. Pp 79-96. En: Toledo, V. M. (ed.) *Memorias del IV Congreso Latinoamericano de*

- Botánica: Simposio de Etnobotánica, Perspectivas en Latinoamérica*. 29 junio-5 julio 1986, Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia, Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, Asociación Latinoamericana de Botánica, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Medellín.
- Caballero, J. 1992. The maya homegardens of the Yucatán peninsula: past, present and future. *Etnoecologica* **1**: 35-54.
- Caballero, J. 1993. El caso del uso y manejo de la palma de guano (*Sabal* spp.) entre los mayas de Yucatán México. Pp 203-248. En: Leff, E. y J. Carabias (eds.) *Cultura y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales*. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Caballero, J. 1994. *Use and management of Sabal palms among the maya of Yucatán*. Tesis Doctoral. University of California. Berkeley.
- Caballero, J., A. Casas., L. Cortés. y C. Mapes. 2000. Patrones en el conocimiento, uso y manejo de las plantas en pueblos de México. *Estudios Atacameños* **16**: 1-15.
- Caballero, J. y L. Cortés. 2001. Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. Pp 79-100. En: Rendón, B., J. Caballero. y M. A. Martínez-Alfaro (eds.) *Plantas, Cultura y Sociedad*. Universidad Autónoma Metropolitana, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F.
- Caballero, J. y C. Mapes. 1985. Gathering and subsistence patterns among the Purépecha of Pátzcuaro, Mexico. *Journal of Ethnobiology* **5**: 31-34.
- Carmona, A. y A. Casas. 2005. Management, phenotypic patterns and domestication of *Polaskia chichipe* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, central Mexico. *Journal of Arid Environments* **60**: 115-132.
- Casas, A. y J. Caballero. 1995. Domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Ciencias* **40**: 36-45.
- Casas, A. y J. Caballero. 1996. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Fabaceae: Mimosoideae) in the Mixtec region of Guerrero, México. *Economic Botany* **50**: 167-181.

González-Insuasti, M. S.

- Casas, A., J. Caballero., C. Mapes. y S. Zárate. 1997a. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **61**: 17-31.
- Casas, A., J. Caballero. y A. Valiente-Banuet. 1999a. Procesos de domesticación en cactáceas columnares de la vertiente del Pacífico sur de México. Pp 147-234. En: Pimienta-Barrios, E. (ed.). *El Pitayo en Jalisco y Especies Afines en México*. Universidad de Guadalajara, Fundación Jalisco Produce. Guadalajara.
- Casas, A., J. Caballero. y A. Valiente-Banuet. 1999b. Use, management and domestication of columnar cacti in south-central México: A historical perspective. *Journal of Ethnobiology* **19**: 71-95.
- Casas, A., B. Pickersgill., J. Caballero. y A. Valiente-Banuet. 1997b. Ethnobotany and domestication in xoconochтли, *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley and La Mixteca Baja, Mexico. *Economic Botany* **51**: 279-292.
- Casas, A., A. Valiente-Banuet. y J. Caballero. 1998. La domesticación de *Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) Ricobono (Cactaceae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **62**: 129-140.
- Casas, A., A. Valiente-Banuet., J. L. Viveros., J. Caballero., L. Cortés., P. Dávila., R. Lira. e I. Rodríguez. 2001. Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Economic Botany* **55**: 129-166.
- 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 plant domestication. *Human Ecology* **24**: 455-476.
- Clements, C. R. 1989. A center of crop genetic diversity in western Amazonia: a new hypothesis of indigenous fruit-crop distribution. *Bioscience* **39**: 624-630
- Colunga, P., E. Hernández-X. y A. Castillo. 1986. Variación morfológica, manejo agrícola tradicional y grado de domesticación de *Opuntia* spp. en el bajío guanajuatense. *Agrociencia* **65**: 7-44.
- Colunga, P. y D. Zizumbo. 1993. Evolución bajo agricultura tradicional y desarrollo sustentable. Pp 123-164. En: Leff, E. y J. Carabias (eds.) *Cultura y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales*. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.

- Cruz, M. y A. Casas. 2002. Morphological variation and reproductive biology of *Polaskia chende* (Cactaceae) under domestication in central México. *Journal of Arid Enviroments* **51**: 561-576.
- Davies, T. y R. A. Bye. 1981. Ethnobotany and progressive domestication of *Jaltomata* (Solanaceae) in México and Central America. *Economic Botany* **36**: 225-241.
- De Wet, M. J. y J. R. Harlan. 1965. Weeds and domesticates: evolution in the man-made habitat. *Economic Botany* **29**: 99-107.
- Grupo Mesófilo. 2001. Plan de Ordenamiento Territorial, Santa María Tecomavaca Teotitlán, Oaxaca. Etapa 1: Diagnóstico y Sistematización de la Información Comunitaria. Documento interno de trabajo. Oaxaca, México.
- Hardin G. 1968. The tragedy of commons. *Science* **162**: 1243-1248.
- Harlan, J. R. 1975. *Crops and Man*. American Society of Agronomy. Madison.
- Harris, D. R. 1996. Domesticatory relationships of people, plants and animals. Pp 437-466. En: Ellen, R. y K. Fukui (eds.) *From Redefining Nature: Ecology, Culture and Domestication*. Oxford University Press. Nueva York.
- Hawkes, J. G. 1983. *The Diversity of Crop Plants*. Harvard University press. Cambridge.
- Hillman, G. C. y M. S. Davies. 1996. Measured rates in wild wheats and barley under primitive cultivation and their archeological implications. *Journal of World Prehistory* **4**: 157-222.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática]. 2001. *Censo General de Población y Vivienda 2000*. Aguascalientes.
- Kerr, W. E. y C. R. Clements. 1980. Praticas agricolas com consequencias geneticas que possibilitariam aos indios da amazonia uma melhor adaptacao as condicoes da regio. *Acta Amazonia* **10**: 251-261.
- Ladizinski, G. 1987. Pulse domestication before cultivation. *Economic Botany* **4**: 60-65.
- Lawrence, A., O. Philips., A. Reategui-Ismodes., M. López., S. Rose., D. Wood. y A. J. Farfan. 2005. Local values for harvested forest plants in Madre de Dios, Peru: Towards a more contextualized interpretation of quantitative ethnobotanical data. *Biodiversity and Conservation* **14**: 45-79.
- Luna, M. D. C. 1999. *Etnobotánica de la pitaya mixteca (Pachycereae)*. Tesis doctoral. Colegio de Posgraduados. Montecillo.

González-Insuasti, M. S.

- Luna, M. D. C., J. R. Aguirre y C. B. Peña. 2001. Cultivares tradicionales mixtecos de *Stenocereus stellatus* (Cactaceae). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* **72**: 131-155.
- Mapes, C. 1997. Etnobotánica del “quintonil” conocimiento, uso y manejo de *Amaranthus* spp. en México. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Martínez-Ballesté, A., J. Caballero., V. Gama., S. Flores. y C. Martorell. 2002. Sustainability of the traditional management of xa'an palms by the lowland Maya of Yucatán, Mexico. Pp 381-388. En: Stepp, J. R., F. S. Wyndham. y R. K. Zarger (eds.) *Proceedings of the Seventh International Congress of Ethnobiology: Ethnobiology and Biocultural Diversity*. Octubre 23-27 2000, Athens, Georgia. International Society of Ethnobiology. Athens.
- Ostrom, E. 1990. *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Actions*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Otero-Arnáiz, A., A. Casas, y J. L. Hamrick. 2005a. Direct and indirect estimates of gene flow among wild and managed populations of *Polaskia chichipe* an endemic columnar cactus in central Mexico. *Molecular Ecology* **14**: 4313-4322.
- Otero-Arnáiz, A., A. Casas., J. L. Hamrick. y J. Cruse-Sanders. 2005b. Genetic variation and evolution of *Polaskia chichipe* (Cactaceae) under domestication in the Tehuacán Valley, central Mexico. *Molecular Ecology* **14**: 1603-1611.
- Philips, O. y A. H. Gentry. 1993a. The useful plants of Tambopata, Peru: I. Statistical hypothesis test with a new quantitative technique. *Economic Botany* **47**: 15-32.
- Philips, O. y A. H. Gentry. 1993b The useful plants of Tambopata, Peru: II. Additional hypothesis testing in quantitative ethnobotany. *Economic Botany* **47**: 33-43.
- Pimienta-Barrios, E. y P. S. Nobel. 1994. Pitaya (*Stenocereus* spp., Cactaceae): an ancient and modern fruit crop of Mexico. *Economic Botany* **48**: 76-83.
- Posey, D. A. 1992. Interpreting and applying the “reality” of indigenous concepts: what is necessary to learn from the natives?. Pp 21-33. En: Redford, K. H. y C. Padoch (eds) *Conservation of Neotropical Forest. Working from Traditional Resource Use*. Columbia University Press. Nueva York.
- Rindos, D. 1984. *The Origin of Agriculture an Evolutionary Perspective*. Academic Press. New York.

- Schwanitz, F. 1966. *The Origin of Cultivated Plants*. Harvard University Press. Cambridge.
- Secretaría de Gobernación. (1998). *Los Municipios de Oaxaca, Enciclopedia de los Municipios de México*. Talleres Gráficos de la Nación. México D.F.
- Tinoco, A., A. Casas., R. Luna. y K. Oyama. 2005. Population genetics of *Escontria chiotilla* in wild and silvicultural managed populations in the Tehuacán Valley, central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* **52**: 525-538.
- Vázquez, M. del C. 1991. Tendencias en el proceso de domesticación del papaloquelite (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. Subsp. macrocephalum (DC.) R. R. Jonson Asteraceae). Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Warman, A. 2001. *El Campo Mexicano en el Siglo XX*. Fondo de Cultura Económica. México D. F.
- 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. Montecillo.
- Zohary, D. y M. Hopf. 1993. *Domestication of Plants in the World. The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe and the Nile Valley*. Clarendon Press, Oxford.

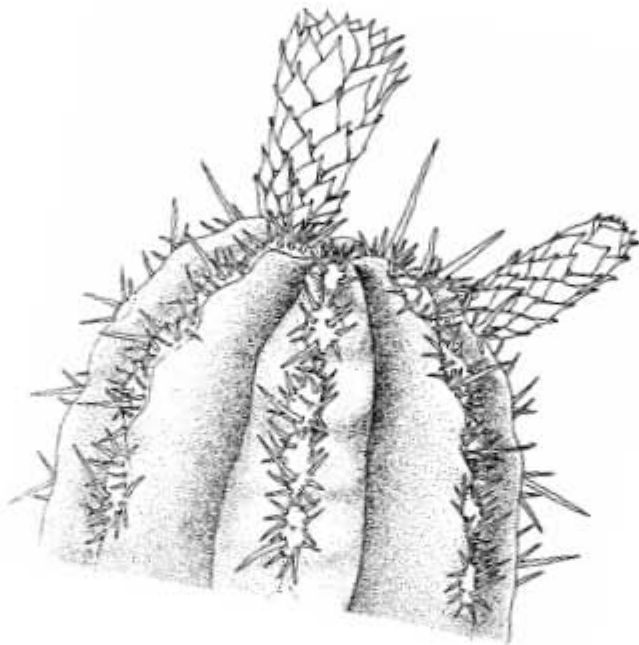
CAPÍTULO II

MANAGING PLANT RESOURCES: HOW INTENSIVE CAN IT BE?

Martha Sofía González-Insuati y Javier Caballero

En prensa

Human Ecology, an Interdisciplinary Journal



Escontria chiotilla (F.A.C. Weber) Rose

MANAGING PLANT RESOURCES: HOW INTENSIVE CAN IT BE?

González-Insuasti, M. S. and J. Caballero**ABSTRACT**

Previous studies have shown that, between gathering and agriculture, there is a wide spectrum of incipient management practices that include a series of resources commonly considered “wild”. Based on the study of 20 species of edible plants used in the community of Santa María Tecomavaca (Mexico), we evaluated non-agricultural management forms such as gathering, incipient non-selective management, incipient selective management and occasional ex situ cultivation to analyze if they represent a gradient in the intensity of manipulation of a resource. The way in which the intensity of manipulation of a resource can vary as a function of cultural importance, period needed to obtain harvestable structures, density, potential production and distance from plant population to point of use was also analyzed. Using an index that measures the management intensity of a resource, it was established that the degree of intensity depends on: the complexity of the practices, the number of persons performing these practice, and the number of different practices taking place. The degree of management intensity is also a consequence of the joint action of the cultural importance and of the species’ biology

KEY WORDS

Management plant resource, Degree of intensity, Wild resources, Edible plants

INTRODUCTION

Plant management can be defined as the set of actions or practices directly or indirectly performed by humans to favor availability of populations or individual phenotypes within populations of plants species useful. This process is selective, when individual plants with special phenotypic characteristics are considered favored through the manipulation, and non-selective, when the individuals of plant populations are managed indistinctly. These practices are preformed *in situ*, in original natural environments (wilds, weedy or ruderal environments), as well as *ex situ* in anthropogenic areas. Agriculture and gathering have been commonly considered the two sole ways of plant management practices. Nevertheless, some researchers acknowledge the existence of intermediate degrees of management of plant individuals and populations generally considered wild. With this information, plants can be divided into three main groups: (1) gathered plants, (2) plants under incipient management, and (3) cultivated plants (Bye, 1998; Caballero, 1994; Casas *et al.*, 1996, Casas *et al.*, 1997a; Caballero and Cortés, 2001).

It is possible to identify the following forms of incipient management: (1) tolerance, which consists in preserving plant individuals occurring in an area before the land is prepared for agriculture or cattle-ranching purposes (2) protection, which involves actions such as eliminating competitors or protecting the plants against frost; (3) promotion, which includes practices that lead to an increase in population density, such as pruning, shearing or trimming, applying fertilizers, soil preparation, or intentional seed dispersion; (4) *ex situ* cultivation, based on the occasional burying of seeds, or on the propagation - within agricultural fields or anthropogenic areas - of vegetative structures from individuals of wild areas (Bye, 1998; Casas *et al.*, 1997a; Caballero and Cortés, 2001). Gathering could also be considered as a form of incipient management when it involves actions such as selection of desirable phenotypes, changing the order in which gathering areas are used in order to allow a larger availability of products after some time, and restricting harvesting due to a decrease in number of individuals of the species (Caballero and Mapes, 1985; Caballero, 1987; Casas *et al.*, 1997a; Caballero and Cortés, 2001).

Research with several human groups confirm that many plant resources are managed in a variety of incipient forms, and even that some populations of the same species are managed in different ways simultaneously. In relation to these types of practices, it is possible to consider some species of *Adansonia* that undergo tolerance, protection and promotion because many of its structures are used, and *Acacia albida*, which is protected and tolerated because its presence favors the growth of other species (Harlan, 1975). Regarding the genus *Sabal*, studies carried out on *S. yapa* and *S. mexicana* show that, although no selection of phenotypes seems to take place, these resources may be simultaneously tolerated, protected and promoted (Caballero, 1992, 1993, 1994; Martínez-Ballesté *et al.*, 2002). Due to their economic and cultural importance, many species of the cactus family, such as some species of *Opuntia*, *Stenocereus stellatus*, *Stenocereus pruinosus*, *Polaskia chende* and *Escontria chiotilla*, simultaneously undergo several forms of incipient management (Colunga, 1984; Colunga *et al.*, 1986; Casas *et al.*, 1997b; Casas *et al.*, 1998; Casas *et al.*, 1999 a,b,c; Luna, 1999; Luna *et al.*, 2001; Cruz and Casas, 2002; Arellano and Casas, 2003).

The goal of incipient non-selective management practices is to increase and guarantee the availability of individuals with desirable phenotypes; sometimes these

practices tend to decrease or eliminate phenotypes with undesirable characteristics. Selective practices, in contrast, not only increase and guarantee availability, but also improve the quality of the products. Practicing selection during long periods of time can result in the domestication of plants (Schwanitz, 1966; Harlan, 1975; Hawkes, 1983; Rindos, 1984; Colunga *et al.*, 1986; Caballero, 1987; Ladizinski, 1987; Casas *et al.*, 1997b; Zohary and Hopf, 1993; Hillman y Davies, 1996; Casas y Caballero, 1996; Harris, 1996; Casas *et al.*, 1997a,b; Bye, 1998; Casas *et al.*, 1999a,b; Caballero *et al.*, 2000; Caballero and Cortés, 2001; Casas *et al.*, 2001). Domesticated plants have suffered variations in their genotype, and these are reflected on their phenotype. The main consequences of this process may be seen manifested in the dependency of domesticated plants to develop in anthropogenic environments, as well as in the morphological differences between wild and domesticated individuals.

Experimental research helped us to establish an explanatory model for the degree of domestication of some plant resources such as wheat, barley and legumes (Hillman and Davies, 1996; Zohary and Hopf, 1993). According to these authors, the use of different management strategies such as manual harvesting, the use of tools, and even the use of fire during lengths of time, allow to calculate the degree of domestication in a population as well as the number of years it needs to reach the point of maximum differentiation from the wild populations. In the same sense based on the management forms described by Bye (1998), Caballero (1994), Casas *et al* (1996), Casas *et al.* (1997a), Caballero and Cortes (2001) it is possible to identify a gradient of resource management that includes three principal levels: (1) Gathering; (2) Incipient management; (3) Cultivation

Considering the characteristics of incipient management practices and the complexity of activities carried out in each one, we consider that it is possible to identify other levels besides those previously suggested, for two important reasons: (1) selective or non-selective practices may have different effects on a particular plant species, and 2) there are occasional, but not permanent, practices of *ex situ* cultivation of structures from wild. Although these individuals are introduced to the agricultural field, their existence cannot be considered to be part of an agricultural activity on a larger scale. Considering everything said so far, we recognize in this work two additional levels in the gradient of resource management: (1) gathering; (2) incipient non-selective management; (3) incipient selective

management, which includes selective gathering; (4) occasional *ex situ* cultivation; and (5) cultivation.

When the characteristics of gathered and cultivated plants are compared, two important management extremes can be easily differentiated. We could also indicate that manipulation is not too intensive in the first case, but very intensive in the second. Nevertheless, the same situation is not as clearly defined regarding to other forms of incipient management, selective and non-selective, and the occasional *ex situ* cultivation.

No proposals allowing the measurement of the intensity with which human populations manipulate a resource are as yet available. We consider that a way of analyses the management intensity of plant resource and evaluate the tendencies in this process is through comparative studies that include species with contrasting biological characteristics, with different importance values to the same human group, and under different management forms in wild lands and in anthropogenic areas. Edible plants are adequate for this type of comparison because the knowledge about them, as well as the access to them, is usually generalized within any rural population (Philips and Gentry, 1993a,b; Lawrence *et al.*, 2005).

Based on a comparison of the cultural importance, the biological attributes and the management of 20 species of edible plants, we attempted to establish whether management practices like: gathering, incipient non-selective management, incipient selective management, occasional *ex situ* cultivation, and permanent *ex situ* cultivation represent a gradient of intensity in the management of a plant resource.

By considering that management intensity indicates the degree in which a plant resource is manipulated by any human group, we may assume that management intensity depends on the effect of two significant factors: (1) those management practices carried out, and (2) the number of persons performing any of these management forms. Our hypothesis was that resources which are manipulated by the smallest number of persons and under only one management system are considered less intensively managed than those affected by a large number of persons and simultaneously managed in more than one way.

We also put forward the hypothesis that the degree of management intensity varies differently between all species, depending on two relevant factors: (1) the importance of one species within the culture of one group in aspects such as: frequency of use along the

year, traditional ways of preparation and commercial value, among others; (2) biological characteristics of the species, such as the length of time until the production of its first crop, and the abundance and distribution of the resource (distance to the settlements).

STUDY SITE

The research was carried out at Santa María Tecomavaca in the state of Oaxaca, southern México. This region is located 17° 57' North, and 97° 01' West (Fig. 1). According to the Grupo Mesófilo (2001) it has an area of 221.99 km². Its altitude ranges between 500 and 1800 m.a.s.l. Annual rainfall fluctuates between 500 and 600 mm and the annual temperature is between 16°C to 30°C.



Figure 1 Geographic localization of the study site

Santa María Tecomavaca has a population of 1668 inhabitants, 80% of which are “mestizo” and 20% are “mazatec” indians (INEGI, 2001). More than 90% of the local population farms the land. Depending on the type of activity, peasants in this region are divided into “propietarios” (those own the land) and “jornaleros” (those work someone else’s land for a salary). The community of Santa Maria Tecomavaca is divided in three regions: the municipal head of Santa Maria Tecomavaca, and the indigenous populations of

Buenavista and Santiago El Viejo (INEGI, 2001). This research took place exclusively at the municipal head.

The municipal head of Santa Maria Tecomavaca is located between 500 -1200 m.a.s.l, and has an average annual temperature above 24°C. Depending on the way water is obtained, agriculture at the municipal head can also be divided into: (agriculture with) irrigation from the “Río Salado”, and “seasonal (fresh water) agriculture” with irrigation with water from rainfall. Most peasants cultivate both irrigation areas, but some work in only one or the other (Grupo Mesófilo 2001).

METHODS

Based on open interviews and direct observation in the field, 20 species of edible plants were selected which are managed in non-agricultural ways. These plants differ in their life form and in the length of time elapsing between the time they are born and the moment they begin producing harvestable elements. Two important aspects of the selected species were evaluated: (1) their importance to the human population; and (2) the species' biological characteristics regarding abundance and potential production both in wild and anthropogenic areas, and the proximity of the resource relative to the settlements where the species is consumed.

Importance of the Species

Considering the way in which water is obtained, and their main activity, 20 “jornaleros” and 20 “propietarios” using seasonal irrigation, and 20 “jornaleros” and 24 “propietarios” using water from the “Río Salado”, were selected.

Through the interviews was recorder what kind of management forms are practiced by all informants in each species selected. And the other hand the following information we recorder per species, except for the two aspects first considered, all of the information was qualitatively evaluated: (1) the number of interviewed persons who eat the plant; (2) the number of different forms of preparation and ways of eating the plant; (3) the frequency with which it is eaten along the year (less than one year = 0.5; once a year = 1; more than

once a year but less than once a month = 2; once a month = 3; once a week = 4; more than once a week = 5). The values of this variables was used in the same form proposed By Pieroni (2001); (4) ways in which the plant is obtained (1 = through harvesting; 2 = through buying it; and; 3 = through buying and harvesting); (6) “exclusive gathering”: when a plant is only gathered occasionally while other activities take place, or if a special outing is made to look for it (1 = occasionally; 2 = occasionally and exclusively; and 3 = exclusively); and (7) the existence of commercialization practices (1 = non-existing; 2 = existing).

Biological Characteristics

Representative populations of each management form were sampled for each species; sampling took place between September 2003 and November 2004. Sampling was done while each species was producing edible structures during the year that the field work took place. The different populations studied are found in the areas irrigated by canals which correspond to the plains, with an altitude of 500-800 meters above sea level, and to those irrigated by rainfall (seasonal) which correspond to low mountains, with an altitude ranging from 800 to 1200 meters above sea level. A total of 309 populations that included home gardens, agricultural fields and wild populations were identified. Cultivated areas were selected considering the presence of the studied species, and the wild areas were chosen based on information provided by the inhabitants who practice some sort of management in them. In each population, the distance to the final place of use (in km) was measured, using downtown as a reference point; the distance regarding home gardens was zero.

Sampling in wild areas was done by means of transects randomly placed within the different polygons; each transect measured 1000 m² for trees and shrubs, and 100 m² for weeds. The number of transects depended on the size of the polygon, and samples were taken in all cases, at least 10% of the polygon area. In areas under cultivation, censuses of all the individuals of each species were taken by means of a general survey along the entire cultivated area. To obtain the density of each of the sampling units, a total count of individuals was done.

Height and cover were measured in each of the sampled individuals in both types of areas. Number of harvestable structures was recorded for 30-40% of the individuals present in the sampled polygon. 20 to 50 harvestable structures were randomly gathered from each population and their volume was measured with a caliper. Potential production (in cubic meters per hectare) was calculated in the following way:

$$Pp = \frac{N \times \bar{S} \times \bar{V}(m^3)}{A(ha)}$$

Where Pp is potential production in cubic meters by hectare (m^3/ha); N is the number of harvestable individuals in the entire area, \bar{S} is the average number of harvestable structures per each harvestable individual selected in the sampled area; \bar{V} is the average volume in cubic meters of the harvestable structures (length \times width \times width, or length \times width \times thickness), and A is the area of the polygon in hectares.

Time elapsed to the first harvest of edible structures was identified based on bibliographical information and conversations with the town's inhabitants. Resources were classified in three groups: short period species (those that take between 0 and 1 year) middle period species (those that take between 1 and 10 years) and long period species (those that take more than 10 years).

Management Intensity

We consider management intensity as a measure of the number of people carrying out any management form, the complexity of each management form, and the number of different management practices realized simultaneously. In order to evaluate this intensity we proposed the following index:

$$IM = \sum MF \times \frac{n}{N}$$

Where IM is the management intensity of a particular plant resource. MF is the management form according to following complexity grade: 1 for non-selective gathering; 2 for incipient non-selective management; 3 for incipient selective management, including selective gathering; 4 for *ex situ* cultivation; and 5 for agriculture. n is the number of

interviewed informants who perform any one management form. N is the total number of interviewed informants.

DATA ANALYSIS

Based on the information provided by the interviewees, the different types of management practices performed on each studied species were identified, and the number of informants performing these practices was registered. The formula proposed for the Intensity Management Index IM was then applied, and the value per species obtained.

With the purpose of identifying types of edible plant resources according to the management form, and the possible relation to biological factors and cultural importance, a Principal Component Analysis (PCA) was done using the NTSYS Program, version 2.11 (Rohlf, 2000). All biological and cultural characters were of the quantitative or qualitative multi-state type. Data was standardized by means of a lineal transformation. Character similitude was calculated by means of the average taxonomic distance.

In the case of characters of: frequency of use, exclusivity of gathering, ways of acquiring the plant, distance and commercialization possibilities, average was used. Total potential production was calculated by adding up the potential production in each area. Real values were used to calculate the rest of the quantitative variables.

RESULTS

Studied Species and their Importance to the Human Population

The importance of each studied plant to the human population was inferred from interviews to 84 peasants of Santa María Tecomavaca (Table I). Plant species are consumed with varying degrees of frequency: some of them are part of the basic diet, others are used only as seasonal food, and a small number of them are only occasionally consumed. Plants eaten on a daily basis are generally found in anthropogenic areas, while all others are obtained from non-intervened areas. Some of these products are directly obtained from natural/wild and agricultural areas, or bought in the region or neighboring towns. When directly obtained, it is through outings done exclusively to find this species (“exclusive search”) or they are found and gathered while doing other activities. The resources studied

represent, when commercialized, a source of extra incomes to some of the inhabitants of the region. One or two structures of the plants maybe used, prepared in several ways (Table II).

Table I. Importance of edible plants based non-agricultural management systems. Information based on 84 interviews. Except for number of persons who eat the plant, the values correspond to the average value. FU= Frequency of use PW= Number of preparation ways; PE=Number of persons who eat the plant; CP= Commercialization possibilities; EC= Exclusivity of gathering; WA= Ways of acquiring the plant

Species	Local names	FU	PW	PE	CP	EC	WA	Non-food uses
<i>Agave seemanni</i>	Cacaya	1.42	5	59	1	1.81	1.29	Medicinal
<i>Amaranthus hybridus</i>	Quelite	2.51	5	83	1.01	1.67	1.26	
<i>Annona palmeri</i>	Anona	2.01	2	84	1.43	2.54	1.05	
<i>Ceiba parvifolia</i>	Pochote	1.40	2	72	1	1.03	1	
<i>Cyrtocarpa procera</i>	Chupandía	1.51	2	72	1	1.03	1	Tree (shade)
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Nacaste	1.47	1	82	1	1	1.04	Wood Tree (shade)
<i>Escontria chiotilla</i>	Jiotilla	1.87	2	70	1	1.93	1.03	
<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga	1.50	3	84	1.4	2.81	1.77	
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje blanco	3.32	2	74	1.04	1.55	1.12	
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo	1.35	1	60	1	1	1	
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	Tetecha	1.70	6	84	1.09	2.73	1.78	
<i>Opuntia pilifera</i>	Nopal	1.70	4	73	1	1.9	1.2	Medicinal
<i>Pachycereus weberi</i>	Cardón	1.62	2	81	1.1	2.63	1.54	Medicinal
<i>Pithecelobium dulce</i>	Guamuchil	1.18	1	22	1	1.17	1	Tree (shade)
<i>Porophyllum ruderale</i>	Papaloquelite	2.05	1	77	1	1.62	1.26	
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	1.78	2	77	1	1.93	1.01	Medicinal
<i>Sideroxylon palmeri</i>	Tempequistle	1.93	5	83	1.02	2.48	2.27	
<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba mora	2.01	5	74	1	1.57	1.48	Medicinal
<i>Stenocereus pruinosus</i>	Pitaya	1.76	3	77	1.23	2.73	1.7	
<i>Stenocereus stellatus</i>	Xoconostle	1.76	3	84	1.27	2.74	1.69	

Table II. Edible structures and preparation ways reported by 84 interviewees. St=Stewd; Fr= Fried; St= Stuffing; Tn= Tinned; Se= Scrambled with eggs; Sp= Soup; Jc= Juice; Rw= Raw; Rs= Roasted; Ic= Ice cream; Sw= Sweet

SPECIES	Edible structure	Preparation ways											
		Sw	Fr	St	Tn	Se	Sp	Jc	Rw	Rs	Ic	Sw	
<i>Agave seemanni</i>	Bud	X	X	X	X	X							
<i>Amaranthus hybridus</i>	Stem and Leaf	X	X	X		X	x						
<i>Annona palmeri</i>	Fruit							X	X				
<i>Ceiba parvifolia</i>	Root								X				
	Seed	X	X						X				
<i>Cyrtocarpa procera</i>	Fruit								X				
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Seed			X						X			
<i>Escontria chiotilla</i>	Fruit							X	X		x		
<i>Ferocactus latispinus</i>	Stem								X				x
	Fruit								X				
<i>Leucaena leucocephala</i>	Seed			X					X				
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Fruit								X				
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	Bud	X	X	X	X	X	x						
<i>Opuntia pilifera</i>	Stem	X	X	X				x	X		X		
	Fruit										X		
<i>Pachycereus weberi</i>	Fruit								X				
	Seed			X									
<i>Pithecelobium dulce</i>	Seed									X			
<i>Porophyllum ruderale</i>	Leaf									X			
<i>Psidium guajava</i>	Fruit								X	X			
<i>Sideroxylon palmeri</i>	Fruit	X		X	X	X					X		
<i>Solanum nigrescens</i>	Leaf	X	X	X				x			X		
<i>Stenocereus pruinosus</i>	Fruit								X	X		x	
<i>Stenocereus stellatus</i>	Fruit								X	X		x	

Biological Characteristics and Resource Location

Table III shows the density and potential production values of the populations under different management practices, both in natural and cultivated areas, as well as the proximity of a resource in relation to a probable place of use.

Table III. Biological characteristics and distance from plant population to point of use based on the study of 309 sampled areas. *The period needed to obtain harvestable structures is considered as: 1= less than one year; 2 = between five and ten years; 3 = more than five years

SPECIES	Period needed to obtain harvestable structures in years *	Density in Wild Areas (Ni/ha)	Density in Cultivated Areas (Ni/ha)	Average Potential production (m ³ /ha)	Distance from plant population to point of use (km)
<i>Agave seemanni</i>	3	476	0	62.46	5.41
<i>Amaranthus hybridus</i>	1	2900	359	2.46	1.92
<i>Annona palmeri</i>	2	165	14	354.27	1.36
<i>Ceiba parvifolia</i>	2	229	6	0.074	1.88
<i>Cyrtocarpa procera</i>	2	27	0	19.29	2.62
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	3	16	2	0.12	1.78
<i>Escontria chiotilla</i>	3	301	7	76.33	1.27
<i>Ferocactus latispinus</i>	2	114	5	1565	1.40
<i>Leucaena leucocephala</i>	2	55	12	0.0081	1.22
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	2	473	0	3.48	2.09
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	3	364	0	5.47	2.23
<i>Opuntia pilifera</i>	2	435	18	1028	1.29
<i>Pachycereus weberi</i>	3	172	5	55.80	1.52
<i>Pithecelobium dulce</i>	2	30	6	0.056	1.82
<i>Porophyllum ruderale</i>	1	3714	191	1.30	1.64
<i>Psidium guajava</i>	2	20	7	47.05	1.24
<i>Sideroxylon palmeri</i>	3	58	2	81.71	1.38
<i>Solanum nigrescens</i>	1	1389	90	0.57	1.55
<i>Stenocereus pruinosus</i>	2	352	8	102.91	1.35
<i>Stenocereus stellatus</i>	2	505	5	21.69	1.35

Three herbaceous species, namely *Solanum nigrescens*, *Amaranthus hybridus* and *Porophyllum ruderale* had a high density in wild and cultivated areas, as well as low potential production in both environments. The time period during which the harvestable structures can be obtained is less than a year; these plants are found very close to the place where they will be consumed.

Species that produce harvestable structures during intermediate periods (more than 1 year, but less than 10 years), namely *Annona palmeri*, *Leucaena leucocephala*, *Psidium guajava* and *Opuntia pilifera*, are denser in cultivated areas, and the former three have a low density in wild areas. Potential production is very low for *Leucaena esculenta*, and very high for *Opuntia pilifera*. The four species are found at very short distances from

where they are used. *Ferocactus latispinus*, *Stenocereus stellatus*, *Stenocereus pruinosus* and *Escontria chiotilla* have a high density in wild areas and average density in cultivated areas. Potential production is very high for *Ferocactus latispinus*, and high for the other species; they are all located near the place where they are used.

Among the species that produce harvestable structures during periods longer than 10 years, *Enterolobium cyclocarpum* and *Sideroxylon palmeri* have a very low density in cultivated areas and a low density in wild areas. Potential production is very low for *Enterolobium cyclocarpum*. These two species are located at short distances from the place where they are used. *Pachycereus weberi* and *Pithecelobium dulce* have intermediate densities in cultivated areas. The former has a high density and potential production in wild areas, and the latter has very low values for the two parameters. Both are located near the place of use.

Ceiba parvifolia has a low density in cultivated areas and a very high density in wild areas. This species has a very low potential production and is found relatively far away from the place where it is used. There are no individuals of *Myrtillocactus geometrizans*, *Agave seemanni*, *Cyrtocarpa procera* and *Neobuxbaumia tetetzo* in cultivated areas; the density of these species is high in wild areas, and their potential production per hectare has average values. These species produce harvestable structures in a period longer than 10 years, and these are found further away from the places where they are used.

Types of Management for the Studied Species

The 20 species studied are subjected to one or several simultaneous types of non-agricultural management: gathering, incipient selective management, incipient non-selective management, and occasional *ex situ* cultivation. None of the studied species was found to be permanently cultivated (Table IV).

Table IV. Identified non-agricultural management forms for wild edible plants. TL= Tolerance PT= Protection PM= Promotion SG= Selective gathering

Species	Gathering	Non-selective incipient management			Selective incipient management			Occasional <i>ex situ</i> cultivation
		TL	PG	PM	SG	TL	PG	
<i>Agave seemanni</i>	X							
<i>Amaranthus hybridus</i>	X	X	X	X				X
<i>Annona palmeri</i>	X	X	X	X				
<i>Ceiba parvifolia</i>	X	X						
<i>Cyrtocarpa procera</i>	X							
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	X	X						
<i>Escontria chiotilla</i>		X			X	X	X	X
<i>Ferocactus latispinus</i>	X	X						
<i>Leucaena leucocephala</i>		X	X	X				X
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	X							
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	X							
<i>Opuntia pilifera</i>	X	X						
<i>Pachycereus weberi</i>	X	X						
<i>Pithecelobium dulce</i>	X	X						
<i>Porophyllum ruderale</i>	X	X		X				X
<i>Psidium guajava</i>	X	X	X					
<i>Sideroxylon palmeri</i>	X	X						
<i>Solanum nigrescens</i>	X	X	X	X				
<i>Stenocereus pruinosus</i>		X	X	X	X	X	X	X
<i>Stenocereus stellatus</i>		X			X			

We identified the practice of non-selective gathering for *Myrtillocactus geometrizans*, *Cyrtocarpa procera*, *Neobuxbaumia tetetzo*, and *Agave seemanii*.

Non-selective management is mainly practiced through tolerance and protection, and is aimed to species with low abundance in wild environments, such as *Psidium guajava*, *Sideroxylon palmeri*, *Annona palmeri* and *Leucaena leucocephala*. These two last species also undergoes non-selective promotion through artificial seed dispersal. Occasionally, tolerance and protection are also practiced on resources which are mainly used for purposes other than nutritional ones, as is the case of *Enterolobium cyclocarpum*, *Ceiba parvifolia* and *Pithecelobium dulce*. These three species are used more as shade-

providing trees or living fences. They are not frequently used as food. *Enterolobium cyclocarpum* is also used for construction purposes.

Selective management is mainly practiced on species with commercial importance for some of the region's inhabitants who obtain economic benefits during a specific time of the year. Selective gathering takes place in the case of *Stenocereus stellatus*, *Escontria chiotilla* and *Stenocereus pruinosus*. The two latter species were also seen to be managed non-selectively by means of tolerance and protection although by very few people.

Ex situ management involves species with known commercial importance for all the inhabitants of the community: *Leucaena leucocephala* and *Annona palmeri*. Occasionally, this type of management is practiced, although on a lower scale, with *Escontria chiotilla* and *Stenocereus pruinosus*.

Herbaceous species that grow as weeds are indirectly managed when the aim is to favor the main crop, and directly managed when the aim is to increase their availability. *Amaranthus hybridus* is tolerated and protected in an indirect way, whereas *Solanum nigrescens* and *Porophyllum ruderale* are subjected to non-selective management. *Porophyllum ruderale* also undergoes occasional *ex situ* cultivation.

Gradient of Management Intensity

The management intensity IM produced values ranging from 0 to 4 (Fig. 2). The lowest intensity value corresponds to the species least eaten by those interviewed: *Pithecelobium dulce*. Values between 0.4 and 1 correspond to species subjected to simple gathering management, except *Enterolobium cyclocarpum* and *Sideroxylon palmeri*, which undergo gathering, tolerance and protection. The low index values for these last two species are related to the fact that they have low population densities and, therefore, few people manage them.

The values of management intensity are higher in species that are commercialized by the larger section of the population and which are also important components of their diet such as *Leucaena leucocephala* and *Annona palmeri*. These species are subjected to several types of management including occasional *ex situ* cultivation. The highest values regarding management intensity correspond to those species (e.g. *Escontria chiotilla*,

Stenocereus stellatus and *Stenocereus pruinosus*) that are commercialized only by some members of the population; these species undergo incipient selective management, mainly through selective gathering (Fig. 2).

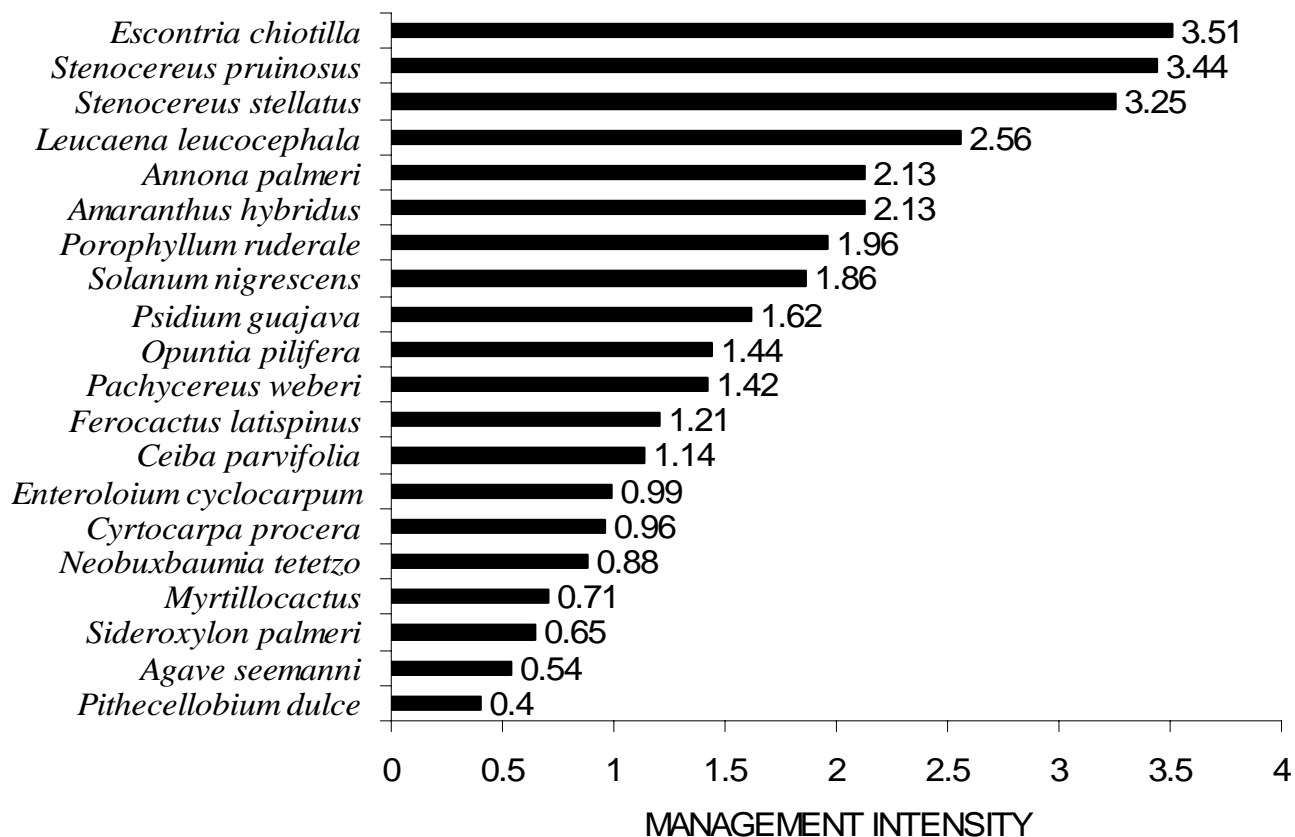


Figure 2. Management intensity index by species

The first two principal component explained together 51.55% of the variation, allowing the distribution of the studied plant species into three large groups. The variables that separate the groups along the first principal component are: intensity degree of management, frequency of use, exclusivity of gathering, number of part used, and possibility of commercialization. The variable defining the groupings along the second principal component is time to the first harvest and density in wild as well in private lands (Fig.3).

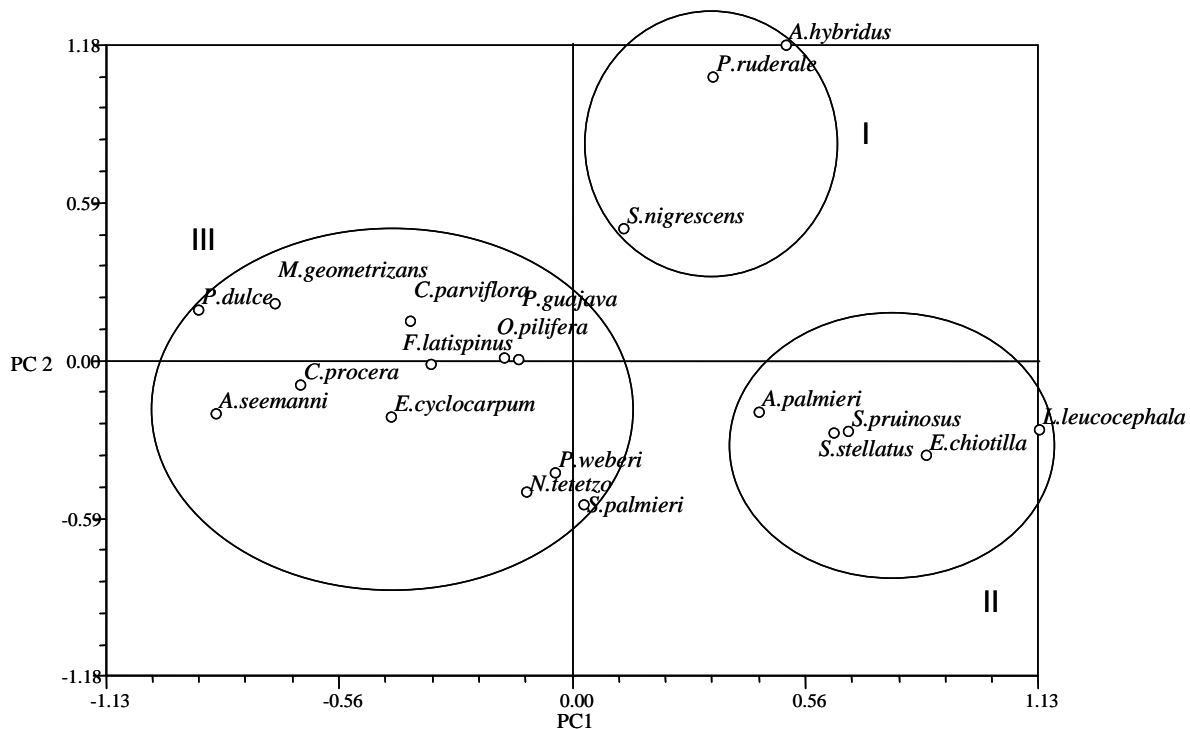


Figure 3. Projection of the species in the space of the variables as a result of a Principal Component Analysis (PCA). The first two components explain 51.55 % of the variation. Management intensity, frequency of use, gathering exclusivity, number of part used and gathering exclusivity where the variables higher importance values in PC I. Time of the first harvest and density in wild as well in anthropogenic areas where the most important variables in PC II. Group I corresponds to the species with short production time periods of harvestable structures and high management intensity. Group II corresponds to Species with intermediate production time periods of harvestable structures and Higher management intensity. Group III corresponds to species with long or short production time periods of harvestable structures and low management intensity.

DISCUSSION

The studied plant resources of the community of Santa María Tecomavaca undergo management practices that can be considered more or less complex depending on the type of activities carried out. These activities include actions aimed exclusively at the individuals, or can include modifications of the environment where the species grow. In the first case, we found plants that have undergone simple gathering: *Agave seemanni*, *Neobuxbaumia tetetzo*, *Cyrtocarpa procera* and *Myrtillocactus gemoetrizans*. In the second case we found plants subjected to forms of incipient selective and non-selective management, as well as occasional *ex situ* cultivation.

Our results show that the different strategies identified, mainly gathering, incipient non-selective management, incipient selective management and occasional *ex situ* cultivation, represent a gradient of resource manipulation. The place a species occupies within any scale in this gradient is directly related to management intensity. The degree of management increases as the number of practices, and the number of people involved in actions over the resource increase, and diminish when the opposite occurs.

The degree of management intensity is also related with a higher or lower degree of complexity of the practices carried out, although in the opposite direction. Non-complexity practices performed by a larger number of persons result in a low degree of intensity, as it is the case of *Neobuxbaumia tetetzo* and *Cyrtocarpa procera*. Highly specialized practices, such as occasional *ex situ* cultivation - although carried out by a smaller number of people - result in a high degree of intensity, as is the case of *Leucaena leucocephala*, *Annona palmeri*, *Escontria chiotilla*, *Stenocereus pruinosus* and *Porophyllum ruderale*.

The variation in the gradient of intensity of management is not the same in all the resources studied. It is determined by two basic factors: (1) their importance regarding frequency of use, variety in the ways it is used, traditional uses, exclusivity in the ways of acquiring the resource, and commercialization possibilities, and (2) biological characteristics that explain why a resource is managed or not: time of production of the first crop, abundance in natural or anthropogenic areas, potential production, and its proximity to the place where it is ultimately used.

The Principal Components analysis is useful to differentiate three large groups of plants according to the degree of intensity and management : (1) herbaceous species which produce harvestable structures in short periods of time; which grow as weeds in cultivated areas and are also very abundant in some intervened areas. (2) Species with an intermediate period of production of harvestable structures, among which we can identify two groups: those producing structures between 1 and 5 years, with average cultural importance, only used by the family, with no commercial purposes, and those producing harvestable structures between 5 and 10 years, important as foodstuffs and with commercial possibilities. (3) Species with long periods in the production of harvestable structures, with very low or no commercialization possibilities. The two first groups belong to plants highly

managed and with a higher intensity index; they are also frequently eaten by a larger number of people, and are frequent across the landscape.

We identified the largest number of people manipulating frequently used, commercially important resources, with production periods of 5-10 years, with several simultaneous practices. These resources were: *Leucaena leucocephala*, *Annona palmeri*, *Escontria chiotilla*, *Stenocereus stellatus* and *Stenocereus pruinosus*. An intermediate number of persons managing one resource with one or two practices, also of intermediate level, was identified for species with short or very long production periods, used only for short periods of time, and without commercial importance, such as *Pachycereus weberi*, *Sideroxylon palmeri*, *Ferocactus latispinus*, *Psidium guajava*, and *Opuntia pilifera*. The smallest number of people managing one resource with only one practice corresponded to species scarcely or only occasionally used/eaten, with longer cycles and with generally no commercialization possibilities: *Agave seemanii*, *Cyrtocarpa procera*, *Neobuxbaumia tetetzo* and *Myrtillocactus geometrizans*. *Pithecelobium dulce*, *Enterolobium cyclocarpum* and *Ceiba parvifolia* should be included in this latter group since they share the same characteristics; nevertheless, they are also tolerated or protected in the cultivation fields due to their importance as shade-providing plants rather than because of their frequency and importance regarding their use.

Herbaceous plants such as *Solanum nigrescens*, *Porophyllum ruderale* and *Amaranthus hybridus* grow as weeds in agricultural fields. They are frequently eaten and are removed only when their abundance threatens the main crop. According to De Wet and Harlan (1965), a degree of management that depends on them competing with the other crops, or their usefulness for other purposes, can be recognized in the case of weeds. According to this classification, we can consider that these species are “tolerated” weeds. Besides, due to the type of management, *Porophyllum ruderale* would be a “weed encouraged” to grow in the cultivation areas or home gardens.

If, in general terms, we consider the important and biological characteristics of a species as the two factors that determine the presence of a higher or lower gradient of management intensity, we could establish that these do not act separately, and that the decision to manage one species depends on the combination of both elements. One species

is managed intensily if it has a high cultural value but also if its biological characteristics allow the process to take place.

Based on the Santa María Tecomavaca case, we can suggest that a species is culturally important as edible plant if it is frequently eaten by a large number of people, and if there are several ways of preparing it. The species will therefore be obtained in an exclusive manner (during trips made exclusively to find the resource) in different environments or it will even be bought when it is not available. Species then become commercially important resources and their management constitutes a source of incomes. Nevertheless, not all culturally important species regarding diet are very intensively managed. Management intensity will be larger as the species show a relatively short production period (not more than 10 years) and if their abundance and production in non-intervened environments is low. These conditions allow some species to be managed near homes or cultivation areas, or simply to be kept in non-intervened areas.

Situations similar to those observed in this study, regarding the presence of a gradient of intensity of management, can be identified within different human groups, espeically with Mesoamerican indians. Species such as *Leucaena leucocephala*, *Stenocereus pruinosos*, *Stenocereus stellatus*, *Jaltomata sp.*, *Adansonia spp.* and *Acacia spp.*, different authors have shown that management decisions are taken depending on factors such as the importance of the resource in relation to the family sustenance, its value as a commodity (commercial exchange), the amount of resources used, and their spatial and temporal availability. This has caused resources to be managed with one or multiple practices, thus making intensity management variable or different (Harlan, 1975; Bye, 1998; Caballero, 1994; Casas *et al.*, 1996; Casas *et al.*, 1997a; Caballero and Cortés, 2001).

Based on our results, and on the examples from other authors in relation to different human groups, we can establish that the degree and intensity of management reflects the cultural importance and the biological characteristics of a resource. We can therefore classify the species into five large groups that also represent an ascending scale in the gradient of intensity of manipulation: (1) gathered plants with very long production periods of harvestable structures, abundant in wild environments and with almost no importance to the local culture; (2) plants under incipient non-selective management, with intermediate production periods of harvestable structures, relatively abundant in wild environments, and

important - although not indispensable - to the group's culture; (3) plants under incipient selective management, with intermediate production periods, not too abundant in wild environments, and representing an important component of the group's culture sometimes found near the settlements or agricultural fields although not necessarily; (4) plants occasionally cultivated *ex situ*, with average periods in the production of harvestable structures, very important to the group's culture, and therefore preferably found near settlements and agricultural fields; (5) plants permanently cultivated, with variable production periods, thriving in wild environments as they are adapted to human manipulation, of fundamental importance to the group's culture. Weeds, which produce harvestable structures in short periods of time, are abundantly distributed even in anthropogenic areas and are, voluntarily or involuntarily, favored when work is done on the main crop, and should be considered a special case, as they can be managed in a certain way if they are important to the group's culture or if they are seen as competitors.

CONCLUSIONS

The practices of gathering, incipient non-selective management, incipient selective management, and occasional *ex situ* cultivation, and permanent cultivation are related to a gradient of intensity regarding resource manipulation. The value of the scales of this gradient depends on three important elements: the specialization of the practices directed both to the individuals as well as to the environment in which they develop, the number of persons undertaking each one of these practices, and the number of different practices carried out.

The degree of management intensity reflects two important conditions: the biological characteristic of the resource, and its importance within the group's culture. Species with little cultural importance, but abundant in wild environments and with very long production periods of harvestable structures, possess low management degrees or intensities. Species that are culturally important, but that are less abundant in wild environments, and have shorter production periods of harvestable structures, present a higher degree of management. Species of some importance, but not fundamental to the culture of a group, that are relatively abundant in wild environments, with average

production periods of harvestable structures, have intermediate degrees of management intensity.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by The National Council of Science and Technology of México CONACYT through Project G35450-V.. "Los Recursos Vegetales del Valle de Tehuacán-Cuicatlán desde una Perspectiva Etnobotánica" Special gratitude is expressed to Santa María Tecomavaca community for their hospitality and help.

REFERENCES

- Arellano, E. and Casas, A. (2003). Morphological variation of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) under silvicultural management in the Tehuacán valley, central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* **50**: 439-453.
- Bye, R. A. (1998). La intervención del hombre en la diversidad de las plantas en México. In: Ramamoorthy, T. P., Bye, R. A., Lot, A. and Fa. J. (eds.) *Diversidad Biológica de México, Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. Pp 689-713.
- Caballero, J. (1987). Etnobotánica y desarrollo: la búsqueda de nuevos recursos vegetales. In: Toledo, V. M. (ed.) *Proceedings of IV Congreso Latinoamericano de botánica: Simposio de Etnobotánica, Perspectivas en Latinoamérica*. June 29-july 5 1986, Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia, Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, Asociación Latinoamericana de Botánica, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Medellín. Pp. 79-96.
- Caballero, J. (1992). The maya homegardens of the Yucatan peninsula: past, present and future. *Ethnoecologica* **1**: 35-54.
- Caballero, J. (1993). El caso del uso y manejo de la palma de guano (*Sabal* spp.) entre los mayas de Yucatán México. In: Leff, E. and Carabias, J. (eds) *Cultura y manejo*

- sustentable de los recursos naturales*. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. Pp. 203-248.
- Caballero, J. (1994). *Use and management of Sabal palms among the maya of Yucatán*. PhD. Dissertation. University of California. Berkeley.
- Caballero, J., Casas, A., Cortés, L., and Mapes, C. (2000). Patrones en el conocimiento, uso y manejo de las plantas en pueblos de México. *Estudios Atacameños* **16**: 1-15.
- Caballero, J. and Cortés, L. (2001). Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. In: Rendón, B., Caballero, J. and Martínez-Alfaro, M. A. (eds.) *Plantas, Cultura y Sociedad*. Universidad Autónoma Metropolitana, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F. Pp. 79-100.
- Caballero, J. and Mapes, C. (1985). Gathering and subsistence patterns among the purépecha of Pátzcuaro, Mexico. *Journal of Ethnobiology* **5**: 31-34.
- Casas, A. and Caballero, J. (1996). Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Fabaceae: Mimosoideae) in the Mixtec region of Guerrero, Mexico. *Economic Botany* **50**: 167-181.
- Casas, A., Caballero, J., Mapes, C. and Zárate, S. (1997a). Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **61**: 17-31.
- Casas, A., Caballero, J. and Valiente-Banuet, A. (1999b). Use, management and domestication of columnar cacti in south-central México: A historical perspective. *Journal of Ethnobiology* **19**: 71-95.
- Casas, A., Caballero, J. and Valiente-Banuet, A. (1999a). Procesos de domesticación en cactaceas columnares de la vertiente del Pacífico sur de México. In: Pimienta-Barrios, E. (ed.) *El Pitayo en Jalisco y Especies Afines en México*. Universidad de Guadalajara, Fundación Jalisco Produce. Guadalajara. Pp. 147-234.
- Casas, A., Caballero, J., Valiente-Banuet, A., Soriano, J. A. and Dávila, P. (1999c). Morphological variation and the process of domestication of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in central Mexico. *American Journal of Botany* **86**: 522-533.

- Casas, A., Pickersgill, B., Caballero, J. and Valiente-Banuet, A. (1997b). Ethnobotany and domestication in xoconochtli, *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley and La Mixteca Baja, Mexico. *Economic Botany* **51**: 279-292.
- Casas, A., Valiente-Banuet, A. and Caballero, J. (1998). La domesticación de *Stenocereus stellatus*(Pfeiffer) Ricobono (Cactaceae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **62**: 129-140.
- Casas, A., Valiente-Banuet, A., Viveros, J. L., Caballero, J., Cortés, L., Dávila, P., Lira, R. and Rodriguez, I. (2001). Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán valley, Mexico. *Economic Botany* **55**: 129-166.
- Casas, A., Vasquez, M. C., Viveros, J. L. and Caballero, J. (1996). Plant management among the nahua and the mixtec in the Balsas river basin, Mexico: An ethnobotanical approach to the study of plant domestication. *Human Ecology* **24**: 455-478.
- Colunga, P. (1984). *Variación morfológica, manejo agrícola y grados de domesticación de Opuntia spp. en el bajío guanajuatense*. Magister Dissertation. Colegio de Posgraduados de Montecillo. Montecillo, Mexico.
- Colunga, P., Hernández-X, E. and Castillo, A. (1986). Variación morfológica, manejo agrícola tradicional y grado de domesticación de *Opuntia* spp. en el bajío guanajuatense. *Agrociencia* **65**: 7-44.
- Cruz, M. and Casas, A. (2002). Morphological variation and reproductive biology of *Polaskia chende* (Cactaceae) under domestication in central México. *Journal of Arid Enviroments* **51**: 561-576.
- De Wet, M. J. and Harlan, J. R. (1965). Weeds and domesticates: evolution in the man-made habitat. *Economic Botany* **29**: 99-107.
- Grupo Mesófilo (2001). *Ordenamiento Territorial, Santa María Tecomavaca. Teotitlán Oaxaca. Etapa 1: Diagnóstico y Sistematización de la información comunitaria*. Oaxaca. Internal Document of work. Oaxaca, México.
- Harlan, J. R. (1975). *Crops and Man*. American Society of Agronomy. Madison.

- Harris, D. R. (1996). Domesticatory relationships of people, plants and animals. In: Ellen, R. and Fukui, K. (eds.) *From Redefining Nature: Ecology, Culture and Domestication*. Oxford University Press. New York. Pp. 437-466.
- Hawkes, J. G. (1983). *The Diversity of Crop Plants*. Harvard University press. Cambridge.
- Hillman, G. C. and Davies, M. S. (1996). Measured rates in wild wheats and barley under primitive cultivation and their archeological implications. *Journal of World Prehistory* **4**: 157-222.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática] (2001). *Censo General de Población y Vivienda 2000*. Aguascalientes, México.
- Ladizinski, G. (1987). Pulse domestication before cultivation. *Economic Botany* **4**: 60-65.
- Lawrence, A., Philips, O., Reategui-Ismodes, A., López, M., Rose, S., Wood, D. and Farfan, A. J. (2005). Local values for harvested forest plants in Madre de Dios, Peru: Towards a more contextualized interpretation of quantitative ethnobotanical data. *Biodiversity and Conservation* **14**: 45-79.
- Luna, M. D. C. (1999). *Etnobotánica de la pitaya mixteca (Pachycereae)*. PhD. Dissertation. Colegio de Posgraduados de Montecillo. Montecillo.
- Luna, M. D. C., Aguirre, J. R. and Peña, C. B. (2001). Cultivares tradicionales mixtecos de *Stenocereus stellatus* (Cactaceae). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* **72**: 131-155.
- Martínez-Ballesté, A., Caballero, J., Gama, V., Flores, S. and Martorell, C. (2002). Sustainability of the tradicional management of xa'an palms by the lowland Maya of Yucatán, México. In: Stepp, J. R., Wyndham, F. S., and Zarger, R. K. (eds), *Proceedings of the seven international Congress of Ethnobiology: Ethnobiology and biocultural diversity*. October 23-27 2000, Athens, Georgia. International Society of Ethnobiology. Athens. Pp. 381-388.
- Rohlf, F. J. (2000). NTSYS-PC version 2.11: *Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*. Exeter Publishing Ltd. New York.

- Pieroni, A. (2001). Evaluation of the cultural significance of wild food botanicals traditionally consumed in northwestern Tuscany, Italy. *Journal of Ethnobiology* **21**:89-104.
- Philips, O. and Gentry, A. H. (1993 a). The useful plants of Tambopata, Peru: I. Statistical hypothesis test with a new quantitative technique. *Economic Botany* **47**: 15-32.
- Philips, O. and Gentry, A. H. (1993 b). The useful plants of Tambopata, Peru: II. Additional hypothesis testing in quantitative ethnobotany. *Economic Botany* **47**: 33-43.
- Rindos, D. (1984). *The Origin of Agriculture an Evolutionary Perspective*. Academic Press. New York.
- Schwanitz, F. (1966). *The origin of cultivated plants*. Harvard University Press. Cambridge.
- Zohary, D. and Hopf, M. (1993). *Domestication of Plants in the World. The origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe and the Nile Valley*. Clarendon Press. Oxford.

CAPÍTULO III

FACTORS THAT INFLUENCE THE INTENSITY OF NON-AGRICULTURAL MANAGEMENT OF PLANT RESOURCES

Martha Sofía González-Insuasti, Carlos Martorell y Javier Caballero

Sometido

Agroforestry Systems



FACTORS THAT INFLUENCE THE INTENSITY OF NON-AGRICULTURAL MANAGEMENT OF PLANT RESOURCES

^{1,3} González Insuasti, M. S.,² C. Martorell and ³J. Caballero

1. Universidad de Nariño, Pasto Colombia Departamento de Biología. 2. Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 3. Jardín Botánico Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México.

ABSTRACT

We investigated the relationships of land tenure, biological, cultural and spatial variables and their effect on the intensity and diversity of incipient management forms on 20 edible plants used by Santa Maria Tecomavaca community at the Oaxaca state in Mexico.

We developed a non-linear generalized model showing that land property, cultural importance and biological characteristics of a plant are the most significant factors in the farmer's decision of intensifying a plant resource management. In common lands the species with higher cultural importance and longer life cycles are managed in a more intensive form, while the species with shorter life cycles are only gathered regardless of their cultural importance. In lands with particular ownerships, species with longer life cycles are managed always at an intermediate level independently of their cultural importance, while in the species with short life cycles, management intensity decreases slightly when cultural importance increases. Intensive management seems to increase availability, thus contributing to sustainability. Even though management is generally more intensive in lands with particular ownerships as expected from the "supervised collective action model", culturally important resources are more intensively managed in communal areas, probably as a result of a long tradition of consumption and of their economic importance.

KEYWORDS

Models of management plants; Wild food plants

INTRODUCTION

Cultivation and gathering in the wild have commonly been considered the two sole plant management options by humans. Nevertheless, studies in different world regions have proven the existence of a series of intermediate management strategies for what has generally been considered to be just wild plants (Harlan, 1975; Davies y Bye, 1981; Alcorn, 1981; Hawkes, 1983; Colunga *et al.*, 1986; Alcorn, 1981; Alcorn, 1989; Anderson y Posey, 1989; Balée, 1989; Posey, 1992; Zohary and Hopf, 1993; Pimienta-Barrios and Nobel, 1994; Caballero, 1994; Casas *et al.*, 1996; Harris, 1996; Bye, 1998; Caballero *et al.*, 2000;

Caballero and Cortés, 2001). These practices, known as “incipient management”, include (1) tolerance, which means preserving plant individuals occurring in the area before the land is prepared for agricultural or cattle-ranching purposes; (2) protection, which involves actions such as the elimination of competitors, or protection of the plants from frost; (3) promotion, which includes practices that lead to an increase in population density, such as pruning, shearing or trimming, soil preparation, application of fertilizers, or intentional seed dispersal; (4) occasional *ex situ* cultivation, based on the burying of seeds, or on the propagation - within agricultural fields or anthropogenic areas - of vegetative structures from individuals of wild areas (Bye, 1998; Casas *et al.*, 1997a; Caballero and Cortés, 2001). Gathering may be considered a form of incipient management when it includes actions such as selection of desirable phenotypes, changing the place where gathering is done in order to allow for a better availability of products, and restricting harvest practice when there is a decrease in the number of individuals of the species (Caballero and Mapes, 1985; Casas *et al.*, 1997a; Caballero and Cortés, 2001).

It has been shown that a considerable proportion of the larger number of plant species used by humans is subjected to some of these intermediate management forms, and frequently the same human population can have one species under one or two management forms simultaneously. Such is the case with some species of *Sabal*, *Leucaena*, *Escontria*, *Stenocereus Polaskia* and *Adansonia*, among others. (Harlan, 1975; Caballero, 1994; Casas and Caballero, 1996; Casas *et al.*, 1997a,b, Casas *et al.*, 1999a,b; Martínez-Ballesté *et al.*, 2002; Caballero and Cortés, 2001; Cruz and Casas, 2002; Arellano and Casas, 2003; Tinoco *et al.*, 2005)

Incipient management processes may have been used historically on plant resources with the main purpose of guaranteeing and increasing the availability of the products and improving their quality. These practices are performed *in situ*, in natural environments, as well as *ex situ*, in anthropogenic areas, this makes that the cultivated areas became an agroforestry system where it is possible to find wild species together with cultivated plants. Incipient management can be either selective if applied to some individuals of the population with phenotypic characteristics considered desirable regarding their use by humans, or non-selective when all the individuals of the population are indistinctly

manipulated (Bye, 1998; Casas *et al.*, 1996; Casas *et al.*, 1997a; Casas *et al.*, 1999a,b; Caballero and Cortés, 2001).

González-Insuasti and Caballero (in press) found that the different plant management systems represent a five-level gradient that can express high or low manipulation intensity: (1) gathering; (2) incipient non-selective management; (3) incipient selective management, including selective gathering; (4) occasional *ex situ* cultivation; and (5) permanent cultivation. Following such reasoning they proposed an algorithm for measuring management intensity of a particular plant resource based on three factors, namely complexity of the practices directed to the individuals and to the environment in which they grow; amount of people undertaking each of these practices; and number of practices carried out.

Previous research suggests that managing a series of plant resources involves making decisions on what resources should be managed more or less intensively. As suggested by Casas and Caballero (1996) and Casas *et al.* (2001), such decisions seem to be made on the basis of a complex matrix of biological, ecological, cultural and socioeconomic factors. Although it has been proposed that these factors tend to motivate decisions to intensify management actions, we still ignore the way in which they operate, how each of them influences the process, or the effects of other variables that may also explain this type of processes.

Evidence from a previous study by González-Insuasti and Caballero (in press) suggests that other determining factors that are present when management decisions are made include type of the land tenure where the resource is found, distance between the resource position and the place where it will be used, and management viability relative to the biological features of the resource. Other decisive is, the cultural importance of a specific resource to a human group, this factor can be defined as the importance of the role that it plays within a particular culture (Hunn, 1982) this importance can be seen in aspects such as the presence of nomenclature, the possibility of an exchange of knowledge regarding its use, the history of its uses, and even archeological records that indicate when this resource began to be utilized (Berlin, 1974; Hunn, 1982; Turner, 1988; Stoffle *et al.*, 1990). According to Pieroni (2001), and González-Insuasti and Caballero (in press), in the specific case of edible plants, the species most used and those used by a larger number of

people, those having multiple uses – economic and/or for subsistence purposes – and those from which several structures can be used, are more important to a human group than those that are not used or those that are used only occasionally.

Factors motivating the decisions to intensify management are not likely to operate in the same way regarding all resources. One way of analyzing the importance of each factor involved in this process is through comparative studies that include species with contrasting biological characteristics, with different importance values to the same human group, and under different management forms in common lands and in agroforestry systems. Edible plants are adequate for this type of comparison because knowledge about them, as well as access to them, is usually generalized within any rural population (Philips and Gentry, 1993a,b.; Lawrence *et al.*, 2005).

Examining of the intensification processes in the management of a resource by traditional people can help understand not only the way in which domestication of cultivated plants has taken place in the past, but it might also be helpful in evaluating the way in which incipient management and its intensification contributes to the sustainable use of a resource.

Based on our field observations among farmers of the Tehuacán-Cuicatlán Valley in Central Mexico, we anticipate that the factors responsible for the differences in management intensity include the time required to obtain harvestable structures, the potential of production volume, and the cultural importance of the resource. Other factors such as the access to the resource, such as land ownership and the location of the resource in relation to the place where it is used, could also be of critical importance. In order to investigate the relative importance of these factors in the intensification of management of any particular plant species we compared the management of 20 food plant species by a rural community of the Tehuacán-Cuicatlán valley, Mexico. These species are managed in common areas or in agricultural areas where they are part of agroforestry systems.

METHODS

This research was carried out in Santa María Tecomavaca, Oaxaca State, Mexico (Figure 1). This is a semi arid region with less than 600 mm of rain per year and average temperature of 24°C. Natural vegetation of the area includes tropical deciduous forest and thorn scrub forest (Casas *et al.*, 1999a). According to Grupo Mesófilo in the Territorial

Classification of the Municipality (2001) Santa María Tecomavaca has a population of 1668 inhabitants, 80% of which are “mestizo” and 20% are “mazatec” indians. More than 90% of the local population farms the land. There are two types of land tenure: particular ownerships and collective property.



Figure 1. Geographic localization of the study site.

Considering that tendencies in management possibly change depending on aspects such as biology and the cultural importance of resources, we compared 20 food stuff species with contrasting characteristics regarding these aspects. For those species we evaluated how management intensity is affected by potential production, time needed to produce the first crop of edible structures, cultural importance, land ownership, and distance between the places where the resources are located and where they are used.

Representative populations of each management form were sampled for each species. A total of 309 plant populations that included home gardens, agricultural plots and wild populations were identified. In each of these, land tenure (communal or private) was recorded. For each population, the distance to the final place of use (in km) was measured, using downtown as a reference point; the distance regarding home gardens was considered to be zero.

To sample communal areas we used randomly placed 1000 m² transects for trees and shrubs, and 100 m² transects for weeds. We always sampled 10% of the total area. In areas under cultivation, all individuals of each species were recorded. Height and cover were measured in each of the sampled individuals in both types of areas. Number of harvestable structures was recorded for 30-40% of the individuals present in the sampled polygon. 20 to 50 harvestable structures were randomly gathered from each population and their volume was measured with a caliper. Potential production (Pp) m³/ha was calculated in the following way:

$$Pp = \frac{N \times \bar{S} \times \bar{V}(m^3)}{A(ha)}$$

Where *Pp* is potential production in cubic meters by hectare (m³/ha); *N* is the number of harvestable individuals in the entire area, \bar{s} is the average number of harvestable structures per each harvestable individual selected in the sampled area; \bar{V} is the average volume (m³) of the harvestable structures (length× width× depth), and *A* is the area of the polygon (in ha).

The time elapsed to the first harvest of edible structures was identified based on bibliographical information and conversations with the local people. Resources were classified into two groups: short period species (those that take between 0 and 5 years) and long period species (those that take more than 5 years).

Cultural importance was estimated for each plant species from a semi-structured interview to 84 local farmers. For this purpose we modified the index of alimentary cultural importance proposed by Pieroni (2001). This is a multivariate index that is the product of seven factors divided by 100. In order to reduce the scale of this index in our study, we divided the former product by 10,000 instead of by 100. We deleted resource availability from Pieroni's index since this is one of the explanatory variables we were exploring, and its inclusion would lead to tautology. The remaining metrics received the same evaluation proposed by Pieroni (2001), although it was necessary to assign new values to ways of preparation specific to the studied human group. We added three more variables to the indexes (exclusive or casual acquisition, commercialization possibilities and manner of acquisition. When more than one structure and preparation manner were reported, the values were added, as proposed by Pieroni (2001). To apply the index by species, we used

(in all cases) the average values of the information provided by the interviewees who use the species. The new resulting index was:

$$ICU = \frac{NP \times FU \times PU \times WP \times FA \times MU \times ECA \times CP \times MA}{10000}$$

Where: **NP** = number of persons who eat the species from 84 interviewed families; **FU** = frequency with which it is eaten (less than one year = 0.5; once a year = 1; more than once a year but less than once a month = 2; once a month = 3; once a week = 4; more than once a week = 5); **PU** = parts of the plant that are used as food (shoot = 0.75; bud flowers = 0.75; root = 1; stem = 1; young whorls of leaves = 1; seeds = 1; adults leaves = 1.5; fruits = 1.5; leaves and stems = 2); **WP** = ways in which it is prepared and eaten (raw = 0.5; soup = 0.75; scrambled with eggs = 1; stew = 1; stuffing = 1; roasted = 1; sweet = 1; boiled then stewed or fried = 1.5; juice = 1.5; ice cream = 1.5; Preserved food = 1.5); **FA** = flavor appreciation (poor = 5.5; regular = 6.5; good = 7.5; very good = 9); **MU** = medicinal use [no medicinal = 1]; middle low [no specification of particular therapeutic action but the food is healthy] = 2; middle high [the food is very healthy] = 3; high [clear specification of the treated affections] = 4; Very high [the food is a medicine] = 5); **ECA** = exclusive or casual acquisition (Occasionally = 1; Occasionally and exclusively = 2; Exclusively = 3); **CP** = commercialization possibilities (non existing = 1; existing = 2); **MA** = manner of acquisition (through harvesting = 1; through buying = 2; Through buying and harvesting = 3).

According to Pieroni's original proposal and to the modifications carried out for this research, all the variables included are of the ordinal type, except number of persons who eat the species. We used the same values proposed by Pieroni for the part used and the preparation form considering that, in the first case, the assigned ordinal value could be related to the structure's weight and degree of maturity, and in the Second case, with the preparation difficulty and with the possibility of the plant being the main nourishment component.

This new index was correlated with the other variables studied and it was proved that it could have some type of effect, therefore it was considered that it already had a criteria validation (Kerlinger and Lee, 2002). ICU may take any value from 0 to infinity. Lower values correspond to those species which are culturally less important.

Non-agricultural management intensity was calculated for each plant population based on the proposal by González-Insuasti and Caballero (in press.). According them management intensity of a useful plant species may be measured as the relationship between the type and number of forms in which a plant species is managed and the number of people that carry out each form of management. Because in this study we evaluated management intensity of the populations of each compared species, the number of informants in the index mentioned above was replaced by the number of plant individuals of each species under some type of management. Therefore, management intensity was calculated as:

$$IM = \sum MF \times \frac{n}{N}$$

Where *IM* is the management intensity of a particular plant resource. *MF* is the management form according to following complexity grade: 1 for non-selective gathering; 2 for incipient non-selective management; 3 for incipient selective management, including selective gathering; 4 for *ex situ* cultivation; and 5 for agriculture. *n* is the number of interviewed informants who perform any one management form. *N* is the total number of interviewed informants.

DATA ANALYSIS

Since the distribution of the *IM* was strongly non-normal and heteroscedastic, we performed a multiple regression using a gamma error and a logarithmic link to analyze the data using GLIM 4.09. We included the main effects and the interactions of the five explanatory variables (land tenure, distance, potential production, time to produce harvestable structures and cultural importance), and then proceeded to simplify the model following Crawley's (1993) recommendations.

In the model, the variables "potential production", "cultural importance" as well as "distance to the resource in relation to the place where it is used" were considered numerical variables. The variables "land tenure" and "production period until the first harvest" were considered categorical together with the following valuation: common property: 1; private property (homegardens and agricultural plots): 2; short production period to the first harvest: 1; long production period to the first harvest: 2.

RESULTS

224 of the 309 evaluated populations corresponded to private land intended for large scale agriculture or to home gardens, and 85 were communal plots. A large variation among species in terms of cultural importance, time to first harvest, potential production, land tenure, distance from plants populations to the village and management intensity was found (Table 1). There is simple gathering of *Agave seemanniana* Jacq., *Cyrtocarpa procera* K., *Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console and *Neobuxbaumia tetetzo* (J.M. Coult.) Backeb. in communal areas and more intensive management of other species in both communal and private areas.

The highest potential production was observed in *Opuntia pilifera* F.A.C. Weber and *Ferocactus latispinus* (Haw.) Britton & Rose, which are succulent species of which the stem and fruits are used. For those resources of which fruits and flowers are used we obtained intermediate production values. Lowest values corresponded to those species of which small parts such as leaves or seeds are used: *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Pithecelobium dulce* (Roxb.) Benth., *Solanum nigrescens* M. Martens & Galeotti, *Amaranthus hybridus* L., *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Porophyllum ruderale*(Jacq.) Cass. and *Ceiba parvifolia* Rose (Table 1).

The lowest cultural importance was recorded for *Pithecelobium dulce*, *Myrtillocactus geometrizans* and *Cyrtocarpa procera*; the latter two species are under simple gathering. *Pithecelobium dulce* is an uncommon foodstuff, although it is subjected to tolerance mainly as a shadow-providing tree. The highest values of cultural importance corresponded to two of the species with medicinal properties, *Opuntia pilifera* and *Pachycereus weberi* (J.M. Coult.) Backeb.; to the commercially important species: *Escontria chiotilla* (F.A.C.Weber) Rose, *Stenocereus pruinosus* (Otto ex Pfeiff.) Buxb., *Stenocereus stellatus* (Pfeiff.) Riccob., *Leucaena leucocephala* and *Annona palmeri* Saff., and to those that are eaten as vegetables: *Solanum nigrescens*, *Amaranthus hybridus*, *Neobuxbaumia tetetzo* and *Sideroxylon palmeri*(Rose) T. D. Penn. (Table 2).

Table 1. Characteristics of the sampled species and populations. Time to maturity is the time required to obtain harvestable structures since germination. E = early maturing; L = late maturing. Land tenure: Priv: private; Com: Common. Distance was measured between the plant population and the site where the resource is used.

SPECIES	Time to maturity	Average potential production (m ³ ha ⁻¹)	Number of sampled areas		Average Distance to plant population (km)	Cultural importance index	Average Management Intensity
			Priv	Com			
<i>Agave seemanniana</i> Jac.	L	62.46	0	3	5.41	0.85	1
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	E	2.46	9	4	1.92	2.24	1.69
<i>Annona palmeri</i> Saff.	L	354.27	15	2	1.36	3.32	2.03
<i>Ceiba parvifolia</i> Rose	L	0.07	2	2	1.88	0.51	1.5
<i>Cyrtocarpa procera</i> K.	L	19.29	0	15	2.62	0.07	1
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Grise.	L	0.12	20	4	1.78	0.62	1.83
<i>Escontria chiotilla</i> (F.A.C.Weber) Rose	L	76.33	23	8	1.27	5.08	2.25
<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Britton & Rose	E	1565	4	4	1.40	1.47	1.5
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	L	0.01	21	2	1.22	3.20	2.02
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart. ex Pfeiff.) Console	E	3.48	0	3	2.09	0.05	1
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i> (J.M. Coult.) Backeb.	L	5.47	0	3	2.23	3.27	1
<i>Opuntia pilifera</i> F.A.C. Weber	E	1028.00	7	5	1.29	8.59	1.58
<i>Pachycereus weberi</i> (J.M. Coult.) Backeb.	L	55.80	13	2	1.52	8.26	1.86
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	L	0.06	13	1	1.82	0.02	1.92
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass	E	1.30	12	4	1.64	0.21	2.44
<i>Psidium guajava</i> L.	L	47.05	32	5	1.24	0.83	1.86
<i>Sideroxylon palmeri</i> (Rose) T. D. Penn.	L	81.71	5	3	1.38	3.94	1.62
<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	E	0.57	10	4	1.55	3.33	1.81
<i>Stenocereus pruinosus</i> (Otto ex Pfeiff.) Buxb.	L	102.91	24	4	1.35	3.86	2.20
<i>Stenocereus stellatus</i> (Pfeiff.) Riccob.	L	21.69	14	7	1.35	4.83	2.33

Table 2. Cultural importance index ICU of the studied species calculated as the product of the following metrics and divided by 10,000: NP = number of persons who eat the species from 84 interviewed families. FU = Frequency of use. PU = parts used. WP = ways of preparation. FA = flavor appreciation. MU = Medicinal use. ECA = Exclusive or casual acquisition. CP = commercialization possibilities. MA = manner of acquisition. See the methods section for details.

SPECIES	NP	FU	PU	WP	FA	MU	ECA	CP	MA	ICU
<i>Agave seemanniana</i> Jac.	59	1.42	0.75	5.5	7.50	1.73	1.49	1.00	1.27	0.85
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	83	2.50	1.00	6.3	8.03	1.01	1.66	1.01	1.26	2.24
<i>Annona palmeri</i> Saff.	84	2.01	1.50	3.5	8.05	1.26	2.48	1.42	1.05	3.32
<i>Ceiba parvifolia</i> Rose	74	1.40	2.50	2.5	7.18	1.08	1.02	1.00	1.00	0.51
<i>Cyrtocarpa procera</i> K.	82	1.51	1.50	0.5	7.34	1.02	1.00	1.00	1.02	0.07
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	70	1.47	1.00	4.0	7.63	1.02	1.89	1.00	1.02	0.62
<i>Escontria chiotilla</i> (F.A.C.Weber) Rose	84	1.86	1.50	3.5	8.71	1.06	2.71	1.40	1.77	5.09
<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Britton & Rose	74	1.50	2.50	3.5	7.31	1.20	1.48	1.04	1.12	1.47
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	84	3.32	1.00	2.0	7.70	1.43	2.85	1.76	1.04	3.20
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart. ex Pfeiff.) Console	60	1.35	1.50	0.5	7.53	1.03	1.00	1.00	1.00	0.05
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i> (J.M. Coult.) Backeb.	84	1.70	0.75	5.3	8.05	1.55	2.38	1.09	1.78	3.27
<i>Opuntia pilifera</i> F.A.C. Weber	73	1.70	2.50	7.8	7.70	2.16	1.78	1.00	1.20	8.60
<i>Pachycereus weberi</i> (J.M. Coult.) Backeb.	81	1.61	3.50	3.5	8.46	1.61	2.24	1.10	1.54	8.26
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	22	1.50	1.00	0.5	7.22	1.18	1.18	1.00	1.00	0.02
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	77	2.01	1.50	0.5	7.41	1.07	1.51	1.00	1.48	0.21
<i>Psidium guajava</i> L.	77	1.78	1.50	1.2	7.78	2.28	1.89	1.00	1.00	0.83
<i>Sideroxylon palmeri</i> (Rose) T. D. Penn.	83	1.93	1.50	6.5	8.04	1.02	1.33	1.02	2.27	3.94
<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	74	2.12	1.50	5.3	7.39	1.89	1.53	1.00	1.25	3.33
<i>Stenocereus pruinosus</i> (Otto ex Pfeiff.) Buxb.	84	1.75	1.50	3.5	8.38	1.10	2.63	1.22	1.69	3.86
<i>Stenocereus stellatus</i> (Pfeiff.) Riccob.	84	1.75	1.50	3.5	8.36	1.31	2.66	1.27	1.69	4.83

The generalized linear model explained, in total, 65.04% of the total variation in management intensity among polygons. Management intensity was affected by land ownership, time to first harvest, cultural importance and their interactions (Table 3). Distances from town and potential production were not significant. Considering that the variables “production time to the first harvest” and “land tenure” are of the categorical type, trends in management intensification can be examined in four different scenarios: (I) early maturation species in communal land; (II) late maturation species in communal land; (III) early maturation species in private land; and (IV) late maturation species in private land.

Table 3. Deviance analysis of the factors influencing management intensity of species under non-agricultural management practices. SS= Sum of squares; DF= Degrees of freedom; MS= Mean squares. L= Land tenure, T= Time to maturation, C= Cultural importance index. Non-significant terms and interactions were deleted from the model and are therefore not shown.

SOURCE	SS	DF	MS	F	P	Explained variation (%)
L	8.226	1	8.226	205.33	< 0.0001	23.70
T	0.201	1	0.201	5.01	0.0260	0.58
L × T	3.861	2	1.931	48.19	< 0.0001	11.12
L × T × C	10.290	2	5.145	128.42	< 0.0001	29.64
Error	12.139	303				$R^2 = 65.04$

The model shown in figure 2 indicates that regardless of cultural importance, early maturation species in communal lands are subjected only to simple gathering, while late maturation species in private lands are under incipient non selective management. In the case of early maturation species in private lands, management intensity is slightly but significantly higher for species with the least cultural importance, while in late maturation species in communal land management intensity increases considerably as cultural importance increases.

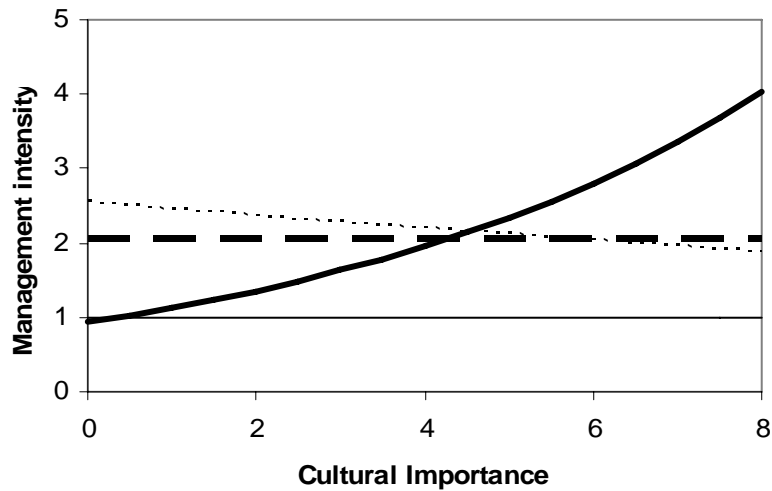


Figure 2. Fitted curves for management intensity as a function of cultural importance. Thin lines correspond to early maturation species and thick ones to late maturation species. Communal land is depicted by continuous lines, and private areas by dashed lines ($R^2 = 0.6504$).

According to the model, the effect of distance and potential production was not significant; nevertheless, individual regressions were performed for each species with the purpose of assessing whether the values in these variables were related to the non agricultural management intensity. For this analysis, potential production values were log-transformed. After Bonferroni significance correction, the relations between distance and management intensity were significant for *Escontria chiotilla* ($F = 35.67$, $P < 0.001$) and *Psidium guajava* L. ($F = 22.74$, $P < 0.001$; Fig. 3), and between production and management intensity for *Solanum nigrescens* ($F = 26.93$, $P < 0.001$), *Opuntia pilifera* ($F = 22.61$, $P < 0.001$), *Escontria chiotilla* ($F = 24.27$, $P < 0.001$), and *Stenocereus stellatus* ($F = 58.19$, $P < 0.001$; Fig. 4)

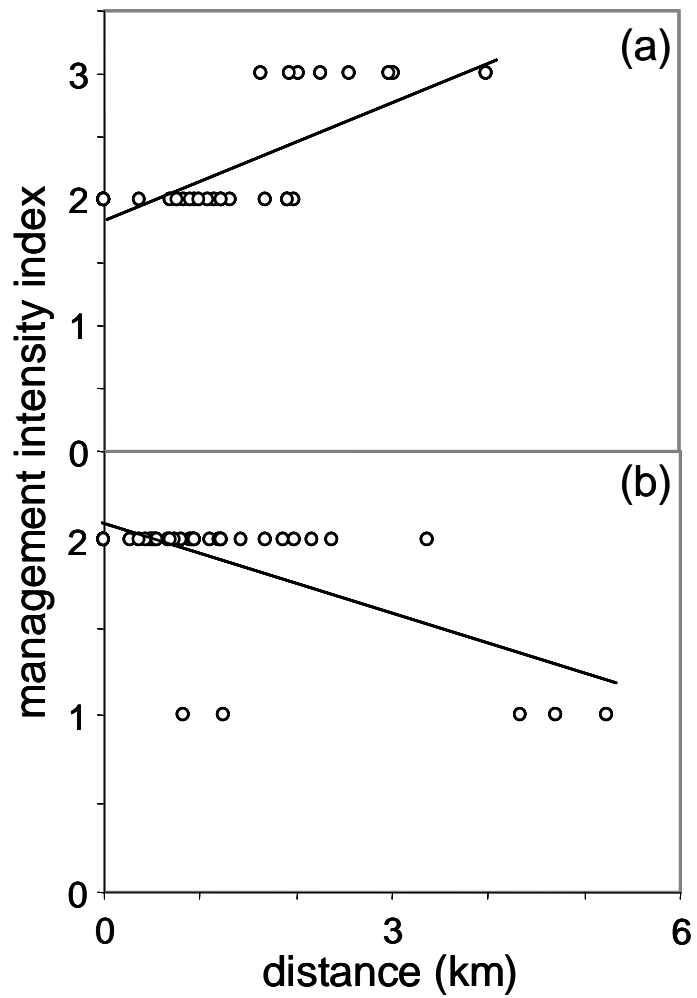


Figure 3. Relations between distance and management intensity for (a) *Escontria chiotilla* and (b) *Psidium guajava*. Distance was measured between the plant population and the place where the resource was consumed.

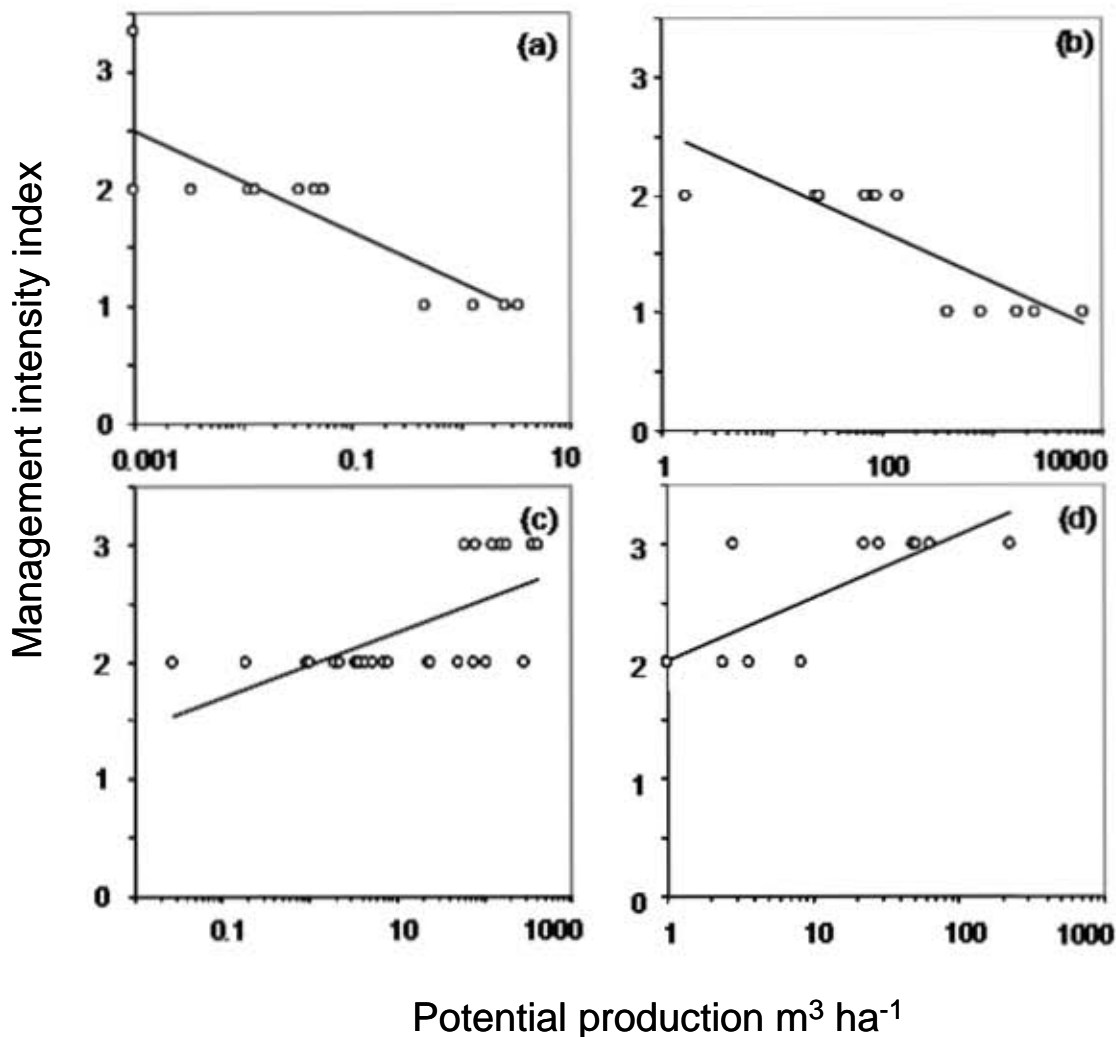


Figure 4. Relations between production and management intensity for (a) *Solanum nigrescens* (b) *Opuntia pilifera* (c) *Escontria chiotilla* and (d) *Stenocereus stellatus*. Species for which no significant relationship was found are not shown.

DISCUSSION

The entire set of resources studied in this research were managed under simple or selective gathering within the communal areas, but not all were managed in private areas. Only the most important foodstuffs, and resources with a high commercial value were managed in private land, being tolerated, protected and occasionally *ex situ* cultivated and they are an important component of agroforestry systems in the study area.

Overall resource extraction was much higher in communal areas than in private land; the cause for this pattern may be the abundance of the resource and the free access of

all inhabitants of Santa María Tecomavaca to these areas, as well as the fact that the studied resources are not important for the market; therefore, it is not worthwhile for the inhabitants to invest space and effort in managing them within private areas. These products have not yet been incorporated into the national market because, just as with many other non-timber forest products, there is a risk of loss because they are perishables, demand and prices fluctuate in between years, there is no guarantee of production, and obtaining the products could take a long time except in the case of herbaceous species (Pendelton, 1992; Arnold and Ruíz-Pérez, 1998; Newman and Hirsch, 2000; De La Peña and Illsley, 2001).

It has been suggested that among Mesoamerican agriculturalists the decision to manage a resource in communal areas or in private property as part of agroforestry systems depends on the role that these resources play in subsistence (cultural importance), spatial and temporal availability, volume of product used, and time to first harvest (Colunga *et al.*, 1986; Bye, 1998; Casas *et al.*, 1997b; Casas *et al.*, 1999a). Our results indicate that in Santa María Tecomavaca, in general, the decision to manage the studied food resources is generally governed by similar factors, although there are particularities depending on the time to first harvest, cultural importance, and the land tenure.

Management intensity for late-maturing species in communal areas increases with cultural importance. Three of the most culturally important species, *Escontria chiotilla*, *Stenocereus stellatus*, and *Stenocereus pruinosus* are frequently sold and are gathered in a selective form. It seems that commercial importance determines the decision of agricultural workers to intensively manage a resource in communal areas.

Management intensity of these species in private areas as a part of agroforestry systems seems to be influenced by their commercial importance. Some commercially important species such as *Annona palmeri* and *Leucaena leucocephala* are very intensively managed in private land, a fact that may be the result of the relative scarcity of these species in communal land. Species lacking commercial value are less intensively managed, even if they have a high cultural importance such as *Pachycereus weberi* and *Sideroxylon palmeri*, that are merely tolerated in private land. Finally, the other late maturing species, which have a low cultural importance, seem to be maintained in private land only if they are scarce in communal land.

Early maturing species in communal land are only managed through simple gathering regardless of their cultural importance. Their abundance and ease of dispersal make them sufficiently available and therefore there is no need to implement more intensive management. In private land, those species that propagate very rapidly and compete with the crops are eradicated even if they are culturally very important, as is the case with *Opuntia pilifera*, *Ferocactus latispinus*, *Solanum nigrescens*, and *Amaranthus hybridus*. This may explain the trend of early maturing species to be less intensively managed as cultural importance increases and, therefore, they do not remain in large quantities as part of agroforestry systems.

Although *Solanum nigrescens*, *Amaranthus hybridus* and *Porophyllum ruderale* invade agricultural fields and may be eradicated, it is possible to establish differences in their management. The three species can be considered weeds according to the criteria proposed by De Wet and Harlan (1965). Although *Amaranthus hybridus* is culturally very important, it is considered to be a real threat to the crops due to its easy dispersal and is therefore tolerated temporarily in agricultural fields; and also it is rarely taken to homegardens. *Solanum nigrescens* and *Porophyllum ruderale* are generally eliminated from agricultural fields. Nevertheless, they are both non-selectively managed in homegardens, and *Porophyllum ruderale* is even cultivated *ex situ* within these environments.

Potential production and distance at which a resource is located affect the decision to intensify the management for only a few species, however, they do not operate in the same way in each one of them. The low management intensity observed in *Opuntia pilifera* and *Solanum nigrescens* is explained by the large amounts of harvestable structures produced per individual. In contrast, high production capability can also be an important factor to intensify the management of commercially important species such as *Stenocereus stellatus* and *Escontria chiotilla*. They are selectively managed probably in order to achieve profitability. Regarding distance, management intensification increases in *Psidium guajava* when it is near the town, while management of *Escontria chiotilla* is more intense when found the farthest from town. This can be explained by the fact that *Psidium guajava* is an important resource for subsistence; therefore there is need for increased availability of this plant in town or near it. In contrast, *Escontria chiotilla* is more intensively managed in distant places because it is a resource mainly used with commercial purposes, thus it is

necessary to look for it in communal areas where it develops much more easily than in agricultural land where it is affected by irrigation.

It seems that management intensity effectively determines the availability of some resources, as illustrated by *Enterolobium cyclocarpum*, *Sideroxylum palmeri* and *Psidium guajava*. The inhabitants of Tecomavaca acknowledge that the availability of these three resources is decreasing, and we have found that they receive low intensity management. It seems that the lack of an appropriate management has led to the reduction of the resource stocks, whereas a more intensive management contributes to sustainable use by increasing availability.

It has been proposed that over-exploitation may occur in communal areas because it is not profitable to invest work in resources that may be used by other people. In the studied community, resource management is based on the supervised collective action model described by Ostrom (1990) in which everyone must receive equal benefits. This could explain the people's propensity to a less intensive management in communal areas as all the inhabitants are entitled to use the resources regardless of their involvement in managing the land. Nevertheless, the pattern is reversed for culturally important resources such as *Escontria chiotilla*, *Stenocereus stellatus*, and *Stenocereus pruinosus*, which in communal lands receive the most intensive management in the region. It seems therefore that some mechanism prevents the tragedy of the commons from operating when high cultural importance is involved, even though the resources are extracted on large quantities.

Apparently culturally the important *Escontria chiotilla*, *Stenocereus stellatus* and *Stenocereus pruinosus* are effectively protected because they are recognized as very important traditional food resources. These species have been used in the area for thousands of years, even before the origins of agriculture, and were managed in communal lands throughout the pre-Columbian period (Casas *et al.*, 1997a,b; Casas *et al.*, 2001; MacNeish, 1967). Unlike other species, these cacti have been scarcely incorporated to management in private lands. It seems that intensive management of these species in communal areas is an ancient tradition that survives to the present as a result of their great cultural value.

CONCLUSIONS

The factors considered in this study to explain the tendencies that affect the development and intensification of plant resource management exert an important influence, and each of them has a different weight in these processes. Although we are not able to say that there is only one model affecting management actions of all resources, it is possible to establish that, when peasants make this type of decisions, land tenure conditions (of the land where the resources are found), cultural importance of the resource involved, and time to first harvest, are the elements always considered. Land tenure is the most determining variable and the only one that exerts a significant effect individually, while the other two variables operate in a combined way and depend on land tenure. Distance to the resource and its production potential can become determining factors only when it has medicinal uses or when it represents a source of monetary income.

In this manner, the peasant's decision to intensify the management of a resource is conditioned, in the first place, by tenure conditions of the land where the resource is found and, in second place, it is simultaneously conditioned by the resource's cultural importance and by the time he/she should wait for the first harvest. Culturally important resources are, in general, more intensively managed if there are biological possibilities for this process to take place. It has also been seen that management of a resource is a more intense activity in private areas than in communal areas, except when the resource is economically and culturally more important; then it can also be intensively managed in communal areas. This could be explained as a remnant of an ancient indigenous tradition relative to the management of plant resources.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by The National Council of Science and Technology of México CONACYT through Project G35450-V "Los Recursos Vegetales del Valle de Tehuacán-Cuicatlán desde una Perspectiva Etnobotánica". Special gratitude is expressed to Santa María Tecomavaca community for their hospitality and help.

REFERENCES

- Alcorn, J.B. (1981) Huastec non crop resource management: implications for prehistoric rain forest management. *Human Ecology* 9: 395-417.
- Alcorn, J.B. (1989) Process as resource: the tradicional agricultural ideology of Bora and Huastec resource management and its implications for research. *Advances in Economic Botany* 7: 63-76.
- Anderson, A.B., Posey, D.A. (1989) Management of a tropical scrub savanna by the Gorotire Kayapo Brazil. *Advances in Economic Botany* 7: 159-173.
- Arellano, E., Casas, A. (2003) Morphological variation of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) under silvicultural management in the Tehuacán valley, central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50: 439-453.
- Arnold, J.E., Ruíz-Perez, M. (1998) The role of non-timber forest products in conservation and development. In: Wollenberg, E., Ingles, A. eds., *Incomes from Forest Methods for the Development and Conservation of Forest Products for Local Communities*. Centre for International Forestry Research (CIFOR). Bogor. Pp. 17-42.
- Balée, W. (1989) The cultura of Amazonian forest. *Advances in Economic Botany* 7: 1-21.
- Berlin, B., Breedlove, D.E., Raven, P.H. (1974) *Principles of Tzeltal Plant Classification. An Introduction to the Botanical Ethnography of a Mayan-Speaking People of Highland Chiapas*. Academic press New York and London. New York. 660 pp.
- Bye, R.A. (1998) La intervención del hombre en la diversidad de las plantas en México. In: Ramamoorthy, T.P., Bye, R.A., Lot, A., Fa, J. eds., *Diversidad Biológica de México, Orígenes y Distribución*. Insituto de Biología, Universidad Nacional Autonoma de México. México D.F. Pp. 689-713.
- Caballero, J., Mapes, C. (1985) Gathering and subsistence patterns among the purépecha of Pátzcuaro, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 5: 31-34.

Caballero, J. (1994) Use and management of Sabal palms the maya of Yucatán. PhD. Dissertation. California University. Berkeley. 186 pp.

Caballero, J., Casas, A., Cortés, L., Mapes, C. (2000) Patrones en el conocimiento, uso y manejo de las plantas en pueblos de México. *Estudios Atacameños* 16: 1-15.

Caballero, J., Cortés, L. (2001) Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. In: Rendón, B., Caballero, J., Martínez-Alfaro, M.A. eds., *Plantas, Cultura y Sociedad*. Universidad Autónoma Metropolitana, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F. Pp.79-100.

Casas, A., Caballero, J. (1996) Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Fabaceae: Mimosoideae) in the Mixtec region of Guerrero, Mexico. *Economic Botany* 50: 167-181.

Casas, A., Vasquez, M.C., Viveros, J.L., Caballero, J. (1996) Plant management among the nahua and the mixtec in the Balsas river basin, México: An ethnobotanical approach to the study of plant domestication. *Human Ecology* 24: 455-478.

Casas, A., Caballero, J., Mapes, C., Zarate, S. (1997a) Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en mesoamerica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 61: 17-31.

Casas, A., Pickersgill, B., Caballero, J., Valiente-Banuet, A. (1997b) Ethnobotany and domestication in xoconochtli, *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in the Tehuacan valley and la Mixteca Baja, Mexico. *Economic Botany* 51: 279-292.

Casas, A., Caballero, J., Valiente-Banuet, A. (1999a) Procesos de domesticación en cactaceas columnares de la vertiente del Pacífico sur de México. In: Pimienta, B.E. ed., *El Pitayo en Jalisco y Especies Afines en México*. Universidad de Guadalajara, Fundación Jalisco Produce. Guadalajara. Pp 147-234.

Casas, A., Caballero, J., Valiente-Banuet, A. (1999b) Use, manegement and domestication of columnar cacti in south-central México: A historical perspective. *Journal of Ethnobiology* 19: 71-95.

Casas, A., Valiente-Banuet, A., Viveros, J.L., Caballero, J., Cortés, L., Dávila, P., Lira, R., Rodríguez, I. (2001) Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán valley, México. *Economic Botany* 55: 129-166.

Colunga, P., Hernández-X, E., Castillo, A. (1986) Variación morfológica, manejo agrícola tradicional y grado de domesticación de *Opuntia* spp. en el bajío guanajuatense. *Agrociencia* 65:7-44.

Crawley, M.J. (1993) *GLIM for Ecologist*. Blackwell Science. London. 379 pp.

Cruz, M., Casas, A. (2002) Morphological variation and reproductive biology of *Polaskia chende* (Cactaceae) under domestication in central México. *Journal of Arid Environments* 51: 561-576.

Davies, T., Bye, R.A (1981) Ethnobotany and progressive domestication of *Jaltomata* (Solanaceae) in México and Central America. *Economic Botany* 36: 225-241.

De la Peña, G., Illsley, C. (2001) *Los productos forestales no maderables: su potencial Económico y de Conservación*. Grupo de Estudios Ambientales GEA. Internal document of work. Mexico D.F. 180 pp.

De Wet, M.J., Harlan, J.R. (1965) Weeds and domesticates: evolution in the man-made habitat. *Economic Botany* 29: 99-107.

González-Insuasti., M.S., Caballero, J. (in press.) Managing plant resources: how intensive can it be?. *Human Ecology*.

Grupo Mesófilo (2001). *Ordenamiento Territorial, Santa María Tecomavaca*. Teotitlán Oaxaca. Etapa 1: Diagnóstico y Sistematización de la Información Comunitaria. Internal Document of work. Oaxaca. 169 pp.

Hardin G. (1968) The tragedy of commons. *Science* 162: 1243-1248.

Harlan, J.R. (1975) *Crops and Man*. American Society of Agronomy. Madison. 295 pp.

Harris, D.R. (1996) Domesticatory relationships of people, plants and animals. In: Ellen, R., Fukui, K. eds., *From Redefining Nature: Ecology, Culture and Domestication*. Oxford University Press. New York. Pp 437-466.

Hawkes, J. G. (1983) *The Diversity of Crop Plants*. Harvard University press. Cambridge. 184 pp.

Hunn, E. (1982) The utilitarian factor in folk biological classification. *American Anthropologist* 84: 830-847.

Kerlinger, F., Lee, H. (2002) *Investigación del Comportamiento*. McGraw-Hill Interamericana. México D.F. 810 pp.

Lawrence, A., Philips, O., Reategui-Ismodes, A., López, M., Rose, S., Wood, D., Farfan, A.J. (2005) Local values for harvested forest plants in Madre de Dios, Peru: Towards a more contextualized interpretation of quantitative ethnobotanical data. *Biodiversity and Conservation* 14: 45-79.

MacNeish, R. S. (1967) A summary of the subsistence. In: Byers, D.S. ed. *The prehistory of the Tehuacán Valley*. University of Texas Press. Austin. Pp 290-231.

Martínez-Ballesté, A., Caballero, J., Gama, V., Flores, S., Martorell, C. (2002) Sustainability of the traditional management of xa'an palms by the lowland Maya of Yucatán, Mexico. In: Stepp, J.R., Wyndham, F.S., Zarger, R.K. eds. *Proceedings of the Seven International Congress of Ethnobiology: Ethnobiology and Biocultural Diversity*. Octubre 23-27 2000, Athens, Georgia. International Society of Ethnobiology. Athens. Pp 381-388.

Newman, R.P., Hirsch, E. (2000) *Commercialization of Non Timber Forest Products: Review and Analysis of Research*. Center International Forestry Research. CIFOR. Bogor. 250 pp.

Ostrom, E. (1990) *Governing the Commons. The evolution of Institutions for Collective Actions*. Cambridge University Press. Cambridge. 395 pp.

Pendelton, L.H. (1992) Trouble in paradise: practical obstacles to non timber forestry in Latin America. In: Plotkin, M., Famolare, L. eds., Sustainable Harvest and Marketing of Rain Forest Products. Island Press. Washington D.C. Pp 252-262.

Pieroni, A. (2001) Evaluation of the cultural significance of wild food botanicals traditionally consumed in northwestern Tuscany, Italy. *Journal of Ethnobiology* 21: 89-104.

Pimienta-Barrios, E., Nobel, P.S. (1994) Pitaya (*Stenocereus* spp., Cactaceae): an ancient and modern fruit crop of Mexico. *Economic Botany* 48: 76-83.

Philips, O., Gentry, A.H. (1993a) The useful plants of Tambopata, Peru: I. Statistical hypothesis test with a New quantitative technique. *Economic Botany* 47: 15-32.

Philips, O., Gentry, A.H. (1993b) The useful plants of Tambopata, Peru: II. Additional hypothesis testing in quantitative ethnobotany. *Economic Botany* 47: 33-43.

Posey, D.A. (1992) Interpreting and applying the “reality” of indigenous concepts: what is necessary to learn from the natives?. In: Redford, K.H., Padoch, C. eds., Conservation of Neotropical Forest. Working from Traditional Resource Use. Columbia University Press. New York. Pp 21-33.

Stoffle, R.W., Halmo, D.V., Evans, M.J., Olmsted, J.E. (1990) Calculating the cultural significance of American indian plants: Paiute and Shoshone Ethnobotany at Yucca Mountain, Nevada. *American Anthropologist* 92: 417-432.

Tinoco, A., Casas, A., Luna, R., Oyama, K. (2005) Population genetics of *Escontria chiotilla* in wild and silvicultural managed populations in the Tehuacán Valley, central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* 52: 525-538.

Turner, N.J. (1988) “The importance of a rose”: Evaluating the cultural significance of plants in Thompson and Lillooet Interior Salish. *American anthropologist* 90: 272-290.

Zohary, D., Hopf, M. (1993) Domestication of Plants in the World. The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe and the Nile Valley. Clarendon Press. Oxford. 286 pp.

CAPÍTULO IV
VARIACIÓN INTRACULTURAL DE LA IMPORTANCIA DE LOS RECURSOS
VEGETALES Y SU IMPACTO EN LA INTENSIFICACIÓN DEL MANEJO

Martha Sofía González-Insuasti, Ignacio Méndez-Ramírez, Carlos Martorell,
Alejandro Casas, Javier Caballero.



Amaranthus hybridus L.

VARIACIÓN INTRACULTURAL DE LA IMPORTANCIA DE LOS RECURSOS VEGETALES Y SU IMPACTO EN LA INTENSIFICACIÓN DEL MANEJO

^{1,5}Martha Sofía González-Insuasti, ²Ignacio Méndez-Ramírez., ³Carlos Martorell; ⁴Alejandro Casas; ⁵Javier Caballero.

¹Departamento de Biología, Universidad de Nariño, Pasto Colombia sofiag@ibiologia.unam.mx; ²Departamento de Probabilidad Estadística, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas, Universidad Nacional Autónoma de México; ³Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; ⁴Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México; ⁵Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

RESUMEN

Investigaciones etnobotánicas realizadas entre comunidades de diferentes lugares del mundo, han permitido identificar que junto a la recolección y la agricultura, los campesinos practican un espectro de formas de manejo intermedias que difieren en su intensidad. Entre las razones que motivan a intensificar el manejo de los recursos se cuenta a la importancia que éstos representan en la cultura de una comunidad humana. A través del estudio de 20 especies alimenticias que se encuentran bajo diferentes formas de manejo, en este trabajo evaluamos si las diferencias socio-culturales entre los agricultores pueden influir tanto en la importancia cultural de un recurso como en la decisión de intensificar el manejo del mismo en áreas con derechos de propiedad comunal y de propiedad reconocida a particulares. Para el conjunto de especies se evaluaron las interacciones de causalidad existentes entre edad, grado de escolaridad, ocupación, importancia cultural, selección del lugar de manejo e intensificación de manejo a través de un análisis de senderos. Los resultados indican que no existe un único modelo para explicar las tendencias en la intensificación de manejo de todos los recursos sino que los patrones difieren para las plantas recolectadas, las plantas manejadas con importancia comercial y las plantas manejadas sin importancia comercial. Las interacciones y los efectos causales de los tres modelos muestran que: la ocupación de los pobladores está determinada de manera directa por el nivel educativo y de modo directo e indirecto por la edad; las especies más importantes culturalmente tienden a ser manejadas de manera más intensiva que las menos importantes; las especies que no poseen importancia comercial se manejan más intensivamente en áreas de particulares que en áreas comunales; y las especies importantes comercialmente se manejan de manera más intensiva en áreas comunales que en áreas de propiedad particular, excepto cuando su abundancia en áreas comunales es baja.

PALABRAS CLAVE

Importancia cultural, manejo incipiente, patrones de manejo, valle de Tehuacán-Cuicatlán, Etnobotánica, Recursos forestales no maderables

INTRODUCCION

Las investigaciones realizadas entre comunidades rurales de diferentes lugares del mundo han permitido establecer que con el propósito de modificar la abundancia y la calidad de los individuos y los productos de especies útiles se llevan a cabo una serie de acciones de manejo *in situ* en los habitats originales de la vegetación y *ex situ* en los ambientes intervenidos que no son su hábitat original (Alcorn 1981, Davies y Bye 1981, Hawkes 1983, Rindos 1984, Colunga *et al.* 1986, Caballero 1987, Alcorn 1989, Posey 1985, Anderson y Posey 1989, Balée 1989, Posey 1992, Pimienta-Barrios y Nobel 1994, Casas y Caballero 1996, Casas *et al.* 1996, Casas *et al.* 1997a,b, Harris 1996, Bye 1998, Casas *et al.* 1999a,b, Caballero *et al.* 2000, Peacock y Turner 2000, Caballero y Cortés 2001, Casas *et al.* 2001). Las prácticas de manejo son más o menos complejas dependiendo del tipo de acciones que se llevan a cabo y se realizan de forma selectiva o no selectiva sobre los individuos o sobre las poblaciones de un recurso (Bye 1998, Casas *et al.* 2001, Caballero y Cortés 2001).

Con base en la complejidad González-Insuasti y Caballero (en prensa) clasifican a las prácticas de manejo en el siguiente orden: (1) recolección simple (obtención directa de recursos sin realizar selección); (2) manejo incipiente no selectivo (realización de actividades de tolerancia, protección o promoción indistintamente sobre diferentes individuos de una población); (3) manejo incipiente selectivo (recolección, tolerancia, protección o promoción de individuos con fenotipos particulares considerados como deseables); (4) cultivo *ex situ* ocasional (enterramiento de semillas o propagación de propágulos de individuos de áreas silvestres en terrenos de cultivo pero sin reemplazar el cultivo principal); y (5) agricultura.

El tipo de actividades que se realizan sobre un recurso útil así como la probabilidad de que estas se lleven a cabo por parte de un mayor o menor número de personas sugieren que los recursos vegetales se manejan con un grado de intensidad diferente. De acuerdo con González y Caballero (en prensa) la intensidad de manejo es una medida del número de personas que ejercen alguna actividad de manejo, el número de prácticas que se llevan a cabo y la complejidad de las mismas.

Los trabajos previos de González-Insuasti y caballero (en prensa) y González-Insuasti *et al.* (capítulo II) sugieren que en el caso de las plantas empleadas en alimentación los agricultores toman la decisión de intensificar el manejo considerando la propiedad de la tierra en la cual está distribuido el recurso, el periodo que se requiere para obtener la primera cosecha y la importancia cultural. La propiedad de la tierra es la variable más determinante en la intensificación de manejo.

Los resultados de González-Insuasti *et al.* (capítulo II) muestran que aunque la importancia cultural promedio no es la variable más determinante en las decisiones de intensificar el manejo, para los recursos con periodos largos que se encuentran en áreas comunales y para los recursos con periodos de producción cortos que se encuentran en áreas de propiedad particular, la intensificación de manejo es diferente dependiendo de la importancia cultural.

De acuerdo con Berlin (1974), Hunn (1982), Turner (1988), Stoffle *et al.* (1990), Philips y Gentry (1993a,b) la importancia cultural de un recurso se puede definir en función del papel que éste desempeña para un grupo humano y se ve reflejada en aspectos como la nomenclatura, la facilidad de reconocimiento, la transmisión del uso y la antigüedad de empleo, entre otras. Para el caso particular de las especies empleadas en la alimentación Pieroni (2001) y González-Insuasti *et al.* (capítulo II) consideran que los recursos consumidos por un mayor número de personas, bajo diferentes preparaciones y que pueden tener uso múltiple son más importantes que los que tienen características opuestas. Para este mismo tipo de recursos González-Insuasti *et al.* (capítulo II) indican que el valor de importancia puede influir en que los recursos se obtengan de manera ocasional o exclusiva o a que inclusive se compren si no están disponibles.

La importancia cultural de un recurso hace que el conocimiento sobre su uso se comparta entre los diferentes habitantes de una región a través del intercambio de información y como producto de la experiencia (Berlin 1974, Hunn 1982, Turner 1988, Stoffle *et al.* 1990). El conocimiento compartido de los recursos importantes lleva a que los integrantes de una comunidad realicen estrategias similares de obtención en los mismos habitats y a que inclusive adopten medidas tendientes a la conservación cuando se nota que están disminuyendo (Gadgil y Berkes 1991, Berkes 1998, Berkes *et al.* 2000, Kottak 2004). Sin embargo, como en todo conocimiento generalmente existen variaciones individuales

que posiblemente afectan la percepción que cada persona tiene sobre un recurso (Goodenoug 2003). Los estudios de González-Insuasti y Caballero (en prensa) y González-Insuasti *et al.* indican que esta situación se presenta en la comunidad de Santa María Tecomavaca. En esta comunidad los autores observaron que cada núcleo familiar posee distintas formas de uso, preparación y consumo de algunas plantas alimenticias, sin embargo entre los habitantes se comparte el conocimiento sobre la época de producción, el lugar de distribución y algunos aspectos de uso y manejo de los recursos (González-Insuasti y Caballero en prensa, González-insuasti *et al.* capítulo II)

La importancia cultural de los recursos vegetales puede tener variaciones interesantes dependiendo de las características propias de cada uno de ellos y de las variaciones intraculturales del grupo humano que los utiliza. Según lo han documentado diferentes investigaciones las plantas empleadas con mayor frecuencia y para múltiples propósitos tienen un valor cultural mayor que las tienen un menor número de usos, un uso ocasional o que simplemente no se utilizan (Turner 1988, Stoffle *et al.* 1990, Turner *et al.* 2000, Pieroni 2001, González *et al.* (capítulo II). Los recursos más abundantes y más conocidos en un tiempo determinado pueden ser más importantes culturalmente que aquellos menos abundantes y menos conocidos (Turner 1988, Pieroni 2001). Existen diferencias en la importancia cultural de los recursos de acuerdo con la ocupación de las personas, los habitantes de una comunidad reconocen como más importantes las especies empleadas en el desarrollo de su actividad principal (Philips y Gentry 1993 a, b, Lawrence *et al.* 2005). En varios grupos humanos se ha comprobado que los recursos vegetales silvestres tienen una mayor importancia cultural entre las personas de mayor edad, quienes adquirieron el conocimiento por transmisión oral, o mediante la experiencia al convivir con el medio en el cual nacieron, mientras que hay una menor importancia entre los jóvenes que han adquirido un nuevo tipo de conocimiento a través de la educación formal, o que han tenido acceso a nuevas alternativas en lugares diferentes a su sitio de origen (Philips y Gentry 1993 a, b, Turner *et al.* 2000, Lawrence *et al.* 2005).

Podríamos pensar entonces que en el caso de la comunidad de Santa María Tecomavaca estudiada por González-Insuasti y Caballero (en prensa) y González-Insuasti *et al.* (capítulo II) las diferencias en edad, nivel educativo y ocupación también influyen en la importancia cultural de los recursos como ocurre entre diferentes grupos humanos

(Turner 1988, Stoffle *et al.* 1990, Turner *et al.* 2000, Pieroni 2001, González *et al.* (capítulo II Goodenough 2003).

Los resultados del trabajo de González-Insuasti *et al.* (capítulo II) muestran las tendencias que hay en el manejo considerando la importancia cultural promedio para el grupo de estudio e indican que en promedio el manejo tiende a ser más intensivo en las áreas de propiedad particular que en las áreas de propiedad comunal. Sin embargo este trabajo no analiza sí la importancia cultural que un recurso representa a nivel individual puede llevar a que cada persona tome una decisión particular respecto al manejo. González-Insuasti y Caballero (en prensa) y González-Insuasti *et al.* (capítulo II) encontraron que a nivel de cada una de las familias entrevistadas existen variaciones respecto a la forma de obtención, frecuencia de uso, formas de consumo y uso múltiple y que no todas las familias manejan los recursos de la misma forma. Estos resultados nos llevan a preguntarnos sí la importancia cultural puede influir en las decisiones individuales de cada agricultor para intensificar el manejo.

Retomando el caso de Santa María Tecomavaca, en este trabajo podríamos suponer la importancia cultural, la intensificación del manejo y la selección de las áreas de obtención de un recurso están determinadas por la edad, el nivel educativo y la ocupación de las personas de esta comunidad. Estas diferencias socio-culturales posiblemente no actúan de manera aislada, sino que pueden interactuar entre sí y ejercer efecto sobre las tres variables antes mencionadas. Una forma de explicar las relaciones existentes entre diferentes tipos de variables es a través de modelos estadísticos que permiten evaluar las relaciones de causalidad directas e indirectas.

En este trabajo planteamos como hipótesis que la edad puede determinar de manera directa el nivel educativo y de manera directa o indirecta la ocupación de una persona. Igualmente suponemos que estas tres variables socio-culturales de modo individual influyen en la importancia cultural y que finalmente tanto la importancia cultural como la ocupación de los agricultores en función de su derecho de acceso a la tierra (propietarios y jornaleros) pueden influir en la selección del lugar del lugar de obtención y en la intensificación de las prácticas de manejo (Figura 1)

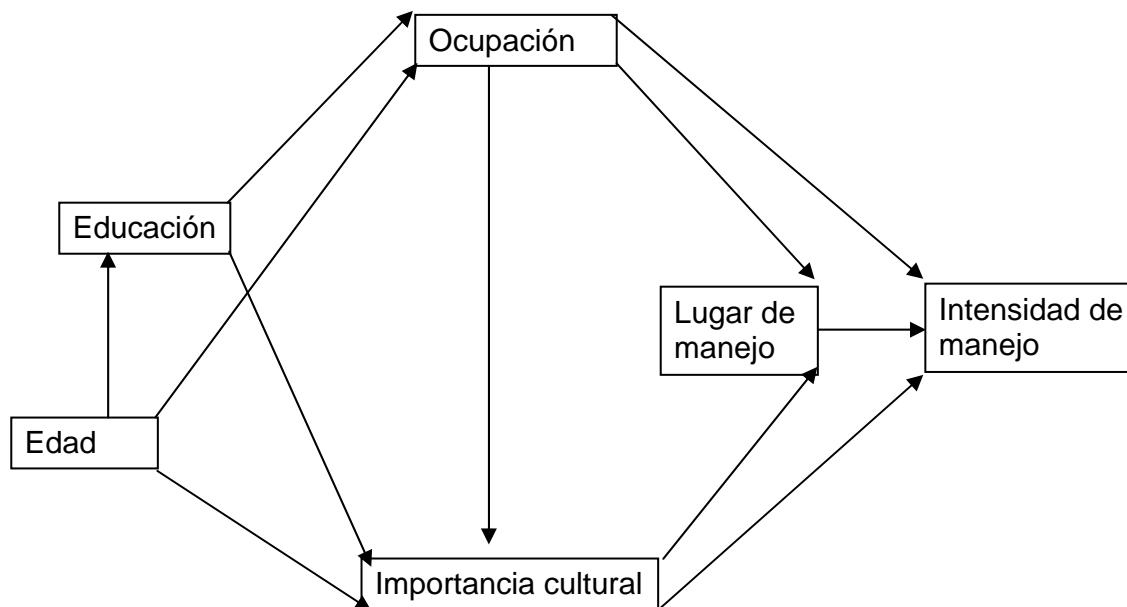


Figura 1 Relaciones causales hipotéticas entre diferentes factores socio-culturales, la importancia cultural, la selección del lugar y la intensificación del manejo. Esta hipótesis fue examinada posteriormente mediante análisis de senderos. La variable en la cual se origina la flecha ejerce efecto directo sobre la variable a la cual llega la misma.

MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en el municipio de Santa María Tecomavaca, Oaxaca al sur de México en la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Este municipio se encuentra a 17° 57' de latitud norte y 97° 01' de longitud oeste (Figura 2). Su superficie es de 221,99 km². La altitud está entre 500 y 1800 m.s.n.m. La precipitación fluctúa entre 500 y 600 mm anuales y la temperatura media anual es de 24°C (Grupo Mesófilo 2001).

El municipio de Santa María Tecomavaca está compuesto por 1831 habitantes distribuidos en tres localidades: la cabecera municipal en donde habitan 1509 mestizos y 153 indígenas mazatecos, Buenavista con una población de 113 indígenas mazatecos, y Santiago El Viejo habitada por 44 indígenas mazatecos (INEGI 2001).

Las tres localidades de este municipio forman parte de la Comunidad Agraria de Santa María Tecomavaca y se reconocen en ellas derechos de propiedad particular y derechos de propiedad comunal.

La principal actividad económica de la región es la agricultura tanto de riego como de temporal. Los agricultores de la zona trabajan en sus propios terrenos o trabajan como jornaleros para otras personas (González-Insuasti y Caballero en prensa). Algunos de los

jornaleros de la zona derivan aproximadamente el 30% de sus ingresos de la venta de frutos de temporada de especies como *Escontria chiotilla*, *Stenocereus stellatus* y *Stenocereus pruinosus*.



Figura 2 Localización Geográfica de Santa María Tecomavaca

Las 20 especies de plantas comestibles seleccionadas para este trabajo, se encuentran bajo formas diferentes de manejo no agrícola: recolección, manejo incipiente no selectivo, manejo incipiente selectivo y cultivo *ex situ* ocasional. Estas especies presentan diferencias en cuanto a forma de vida y al tipo de uso alimentario por parte de los habitantes (Tabla1).

Tabla 1 Plantas comestibles seleccionadas para este estudio, sus forma de vida y partes comestibles.

Familia	Especie	Forma de vida	Estructura comestible
Agavaceae	<i>Agave seemanniana</i> Jacobi	Hierba gigante	Botones florales
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Hierba	Tallo y hojas
Anacardiaceae	<i>Cyrtocarpa procera</i> Kunth	Árbol	Frutos
Annonaceae	<i>Annona palmeri</i> Saff.	Árbol	Frutos
Asteraceae	<i>Porophyllum ruderales</i> (Jacq.) Cass.	Hierba	Hojas
Bombacaceae	<i>Ceiba parvifolia</i> Rose	Árbol	Raíces y semillas
Caesalpinaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Árbol	Semillas
Cactaceae	<i>Escontria chiotilla</i> (F.A.C.Weber) Rose	Arbusto	Frutos
Cactaceae	<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Britton & Rose	Hierba	Tallo y frutos
Cactaceae	<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart. Ex Pfeiff.) Console	Arbusto	Frutos
Cactaceae	<i>Neobuxbaumia tetetzo</i> (J.M. Coul.) Backeb.	Árbol	Botones florales
Cactaceae	<i>Opuntia pilifera</i> F.A.C. Weber	Arbusto	Tallo y frutos
Cactaceae	<i>Pachycereus weberi</i> (J.M. Coul.) Backeb.	Árbol	Frutos y semillas
Cactaceae	<i>Stenocereus pruinosus</i> (Otto ex Pfeiff.) Buxb.	Árbol	Frutos
Cactaceae	<i>Stenocereus stellatus</i> (Pfeiff.) Riccob.	Árbol	Frutos
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Árbol	Frutos
Sapotaceae	<i>Sideroxylon palmeri</i> (Rose) T. D. Penn.	Árbol	Frutos
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	Hierba	Hojas

Se realizaron entrevistas semi - estructuradas a Jefes de familia mayores de 20 años de 84 núcleos familiares de agricultores propietarios o jornaleros que cultivan en zonas de riego y de temporal. En todos los casos se obtuvo información general de la familia y de aspectos relacionados con el uso y manejo de los recursos. Esta información fue valorada de la siguiente forma:

1. Información general: Para cada jefe de familia se registró la edad, la ocupación basada en el derecho de acceso a la tierra (0=jornalero de temporal y riego; 1=propietario de zona de temporal y riego) y el nivel educativo (1= sin formación académica; 2=primaria; 3=secundaria; 4=preparatoria; 5=nivel superior).

2. Lugar de obtención de los recursos: Se registró la información como 0 = se obtiene de áreas de propiedad comunal o a través de diferentes medio como la compra; 1= se obtiene en áreas de particulares.

3. Intensidad de manejo no agrícola: Se identificaron las formas de manejo realizadas por los diferentes entrevistados sobre cada recurso, y se categorizaron de la siguiente forma de acuerdo a la propuesta del índice de intensidad de manejo de González y Caballero (en prensa): 1=recolección simple; 2=manejo incipiente no selectivo; 3=manejo incipiente selectivo, incluyendo recolección selectiva; 4=cultivo *ex situ* ocasional. Cuando un entrevistado realiza más de una forma de manejo, el valor de intensidad se tomó como el promedio de formas de manejo realizadas.

4. Importancia cultural: Se calculó utilizando el índice propuesto por González *et al.* (capítulo II), éste es un índice multivariado compuesto por el producto de 9 factores divididos entre 10000, y fue modificado de la propuesta del índice de Importancia Cultural Alimentaria de Pieroni (2001). Cada uno de los factores incluidos en éste índice recibe una valoración cualitativa (Tabla 2). Para el caso de este trabajo, eliminamos del índice propuesto por González-Insuasti *et al.* (capítulo II) el factor número de personas que lo consumen (NP), ya que queríamos obtener este valor por familia. Cuando un núcleo familiar no consume un recurso la importancia cultural se valoró como 0. El valor de importancia cultural se calculó como:

$$ICU = \frac{FU \times PU \times FP \times AS \times UM \times EC \times PC \times FO}{10000}$$

Donde FU es la frecuencia con la cual se consume la planta; PU son las partes utilizadas; FP son las partes utilizadas; AS es la apreciación de sabor; UM es el uso medicinal; EC es la exclusividad de colección; PC es la posibilidad comercial; y PO es forma de obtención.

Los cinco primeros factores recibieron la misma valoración propuesta por Pieroni (2001) aunque se asignaron nuevos valores a formas de preparación específicas del grupo estudiado. Cuando se registró más de una estructura y forma de preparación, los valores se

sumaron tal como lo propone Pieroni (2001). Todos los valores asignados son de tipo ordinal, para el caso de partes empleadas y forma de preparación se aceptaron los valores propuestos en el índice original de Pieroni (2001), ya que suponemos que en el primer caso, ellos corresponden al estado de maduración y al tamaño de la estructura empleada, y en el segundo caso a la dificultad de preparación y a la posibilidad de que la planta sea el componente principal del alimento. Los valores bajos corresponden a las especies que son culturalmente menos importantes. El valor de ICU va de 0 a infinito.

Tabla 2 Valores cualitativos asignados a las variables que forman parte del índice de importancia cultural calculado para las especies empleadas en la alimentación por parte de la comunidad campesina de Santa María Tecomavaca.

Variable	Valores asignados
Frecuencia de uso	<ul style="list-style-type: none"> - Menos de una vez al año = 0.5 - Una vez al año = 1 - Más de una vez al año pero menos de una vez al mes = 2 - Una vez al mes = 3 - Una vez a la semana = 4 - Más de una vez a la semana = 5
Partes usadas	<ul style="list-style-type: none"> - Planta inmadura = 0.75 - Botones florales = 0.75 - Raíces = 1 - Tallos = 1 - Verticilos de hojas jóvenes = 1 - Hojas adultas = 1.5 - Frutos = 1.5 - Hojas y tallos = 2 - Semillas = 1);
Forma de preparación y consumo	<ul style="list-style-type: none"> - Crudo = 0.5 - Sopa = 0.75 - Revuelto con huevos = 1 - Asado = 1 - Estofado = 1 - Rostizado = 1 - En dulce = 1 - Cocido y luego frito = 1.5 - Jugo = 1.5 - Helado = 1.5 - Conserva = 1.5

Tabla 2 (continuación) Valores cualitativos asignados a las variables que forman parte del índice de importancia cultural calculado para las especies empleadas en la alimentación por parte de la comunidad campesina de Santa María Tecomavaca.

Apreciación de sabor	<ul style="list-style-type: none"> - Pobre = 5.5 - Regular = 6.5 - Bueno = 7.5 - Muy bueno = 9
Uso medicinal	<ul style="list-style-type: none"> - No medicinal = 1 - Medio-bajo (no hay especificación del uso terapéutico particular pero se sabe que el alimento es saludable) = 2 - Medio-alta (el alimento es muy saludable) = 3 - Alta (se especifica claramente la aplicación medicinal) = 4 - Muy alta (el alimento es una medicina) = 5
Exclusividad de colección	<ul style="list-style-type: none"> - Ocasionalmente = 1 - Ocasional y exclusivamente = 2 - Exclusivamente = 3
Posibilidad de comercialización a nivel familiar	<ul style="list-style-type: none"> - No existente = 1 - Si existente = 2)
Forma de obtención	<ul style="list-style-type: none"> - Mediante cosecha= 1 - Mediante compra = 2 - Mediante compra y cosecha = 3).

ANÁLISIS DE DATOS

Haciendo uso de un análisis de senderos se contrastó la hipótesis causal propuesta (Figura 1). Este tipo de análisis hace parte de los Modelos de Ecuaciones Estructurales SEM y es una forma de análisis de regresión estructurado. A través de este tipo de modelos se establece una serie de ecuaciones que determinan todas las correlaciones entre las variables observadas y se obtienen tres resultados principales: (1) el grado de cercanía de las observaciones empíricas con las cadenas causales propuestas, con lo cual se apoya o no la hipótesis causal; (2) se evalúa el peso de cada relación, vía los coeficientes de sendero; y (3) se obtienen los efectos directos e indirectos de unas variables sobre otras (Bentler y Bonnet 1980, Shipley 2000, Bentler 2002).

Todas las variables se estandarizan con media 0 y varianza 1. Debido a que las variables dependientes posiblemente no quedan totalmente determinadas en el sistema de ecuaciones por la existencia de eventos externos al azar que las afectan, tales como otros factores no considerados en el modelo o errores de medición, en este tipo de sistemas se

incorporan errores para estas variables. Los coeficientes de sendero se obtienen por mínimos cuadrados y tienen el mismo significado de la regresión múltiple, indicando el cambio en desviaciones estándar que sufre una variable dependiente cuando aumenta una desviación estándar la variable de la cual ella depende (Shipley 2000, Bentler y Bonet 2002, Méndez-Ramírez 2003).

La formulación de los modelos se llevó a cabo haciendo uso del programa EQS versión 6.0 (Bentler, 2002). Este software evalúa si los datos concuerdan con el modelo hipotético mediante una χ^2 . Si esta es significativa implica que hay una falta de concordancia que no es atribuible al azar, por lo que el modelo causal se rechaza. Este software también genera otros índices de ajuste que evalúan las discrepancias entre las correlaciones observadas y las reproducidas por el modelo (Bentler 2002, Méndez-Ramírez 2003). Uno de estos índices es el de Bentler-Bonet cuyo valor va de 0 a 1, siendo cercano a 1 si los datos se ajustan adecuadamente al modelo causal analizado (Bentler 2002).

Originalmente se probó la hipótesis causal propuesta para el conjunto total de especies sin que fuera posible obtener un modelo único que se ajustara aceptablemente bien. Posteriormente se separaron los grupos de especies de acuerdo con su tipo de uso, lugar y forma de manejo y se obtuvieron modelos que se fueron modificando hasta obtener valores de residuos (diferencia entre el coeficiente de correlación observado y el reproducido con el modelo de senderos) < 0.15 , significancia de $\chi^2 > 0.05$ y coeficiente de Bentler Bonet > 0.90 . Los modelos con estas características se consideran como los de mejor ajuste (Bentler y Bonet 1980, Bentler 2002).

RESULTADOS

Todas las especies de plantas estudiadas son reconocidas como comestibles entre la población Santa María Tecomavaca, sin embargo, no todas las personas los consumen. Las especies estudiadas tienen diferencias en su importancia cultural, en el lugar de obtención y en la intensidad de manejo promedio. También se observaron diferencias entre la población de agricultores entrevistados en cuanto a edad, nivel educativo y ocupación basada en el derecho de acceso a la tierra (propietarios y jornaleros). En total, seis de las especies son utilizadas por todos los núcleos familiares entrevistados, 13 especies se emplean por más

del 50% de esta población, y *Pithecellobium dulce* se consume por menos del 50% de las familias seleccionadas (Tabla 2).

La intensidad de manejo que practica cada núcleo familiar es mayor para las especies con importancia comercial que se extraen de áreas de propiedad comunal, como *Escontria chiotilla*, *Stenocereus pruinosus* y *Stenocereus stellatus* y para las especies comerciales que se obtienen de áreas de particulares, como *Leucaena leucocephala* y *Annona palmeri*. Igualmente, se registró una alta intensidad de manejo para tres de las especies herbáceas estudiadas en este trabajo. Las especies que son consumidas por un menor número de personas, así como aquellas que se obtienen principalmente a través de su compra en el mercado tienen los valores más bajos de intensidad de manejo (Tabla 2).

Tabla 2. Número de familias que consumen un recurso, valores promedio de importancia cultural y de forma de manejo basados en 84 entrevistas semi-estructuradas

ESPECIES	Número de familias	Importancia cultural	Forma de manejo
<i>Agave seemanniana</i> Jacobi	59	58.16	0.86
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	83	90.24	1.70
<i>Annona palmeri</i> Saff.	84	80.13	1.96
<i>Ceiba parvifolia</i> Rose	74	24.32	1.08
<i>Cyrtocarpa procera</i> Kunth	82	8.78	1
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Grises	70	55.26	1.14
<i>Escontria chiotilla</i> (F.A.C.Weber) Rose	84	334.32	2.60
<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Britton & Rose	74	73.04	1.11
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	84	145.30	2.05
<i>Myrtillocatus geometrizans</i> (Mart.ex Pfeiffer)	60	8.11	1
Console			
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i> (J.M. Coult) Backeb	84	51.57	0.88
<i>Opuntia pilifera</i> F.A.C. Weber	73	271.44	1.32
<i>Pachycereus weberi</i> (J.M. Coult) Backeb	81	465.42	1.09
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	22	7.53	1.34
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	77	39.94	1.66
<i>Psidium guajava</i> L.	76	134.95	1.52
<i>Sideroxylon palmeri</i> (Rose) T.D. Penn.	83	237.09	0.57
<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeoti	74	132.19	1.77
<i>Stenocereus pruinosus</i> (Otto ex Pfeiff.) Buxb.	84	103.97	2.70
<i>Stenocereus stellatus</i> (Pfeiff.) Riccob.	84	309.56	2.61

El modelo hipotético propuesto para este trabajo (Figura 1) no se ajustó a las 20 especies analizadas. Esto llevó a formular tres nuevos modelos hipotéticos en los que se separaron a las especies con base en el tipo de manejo (recolección y manejo incipiente) y

la clase de uso (autoconsumo y comercio). Estos tres nuevos modelos hipotéticos tuvieron un buen ajuste (valor de residuos < 0.15 , $P > 0.05$ y coeficiente de Bentler Bonet > 0.90). Los tres modelos comparten las siguientes características: (1) las personas de mayor edad tienen un nivel educativo menor; (2) las personas con mayor edad y mayor nivel educativo tienden a ser propietarios; (3) a medida que aumenta la importancia cultural de una especie existe una tendencia a realizar un manejo más intensivo; y (4) la ocupación con base en el derecho de acceso a la tierra nunca determina la selección del lugar de manejo, sin embargo, para el caso de las especies comerciales se mantuvo esta interacción no significativa con el fin de no rechazar el modelo (Figuras 3-5).

De los tres modelos obtenidos, uno corresponde a las especies que se encuentran únicamente bajo recolección simple y los otros dos a las especies que tienen un manejo más intensivo. En este último caso se diferencian a las especies con valor comercial y a las especies que se emplean únicamente para autosubsistencia y que de manera muy ocasional pueden venderse. Estos tres modelos tienen las siguientes particularidades:

Modelo 1. Especies recolectadas. Corresponde a las especies *Agave seemaninana*, *Myrtillocatus geometrizans*, *Cyrtocarpa procerca* y *Neobuxbaumia tetetzo*, que aunque se reconocen por una gran parte de la población como alimentos, nunca se encuentra en áreas de particulares y la única forma de manipulación reconocida es la recolección simple. Debido a que estas especies únicamente se obtienen de áreas comunales, no se incluyó la variable lugar de manejo en el modelo propuesto. El modelo sugiere que las personas con ocupación de jornaleros tienden a realizar recolección simple, mientras que los propietarios tienden a no realizar este tipo de actividad (Figura 3). La variable que mejor se explica a través de este modelo es la ocupación. La $P= 0.793$ y el índice de Bentler-Bonet = 0.987, los que indican un buen ajuste de datos al modelo.

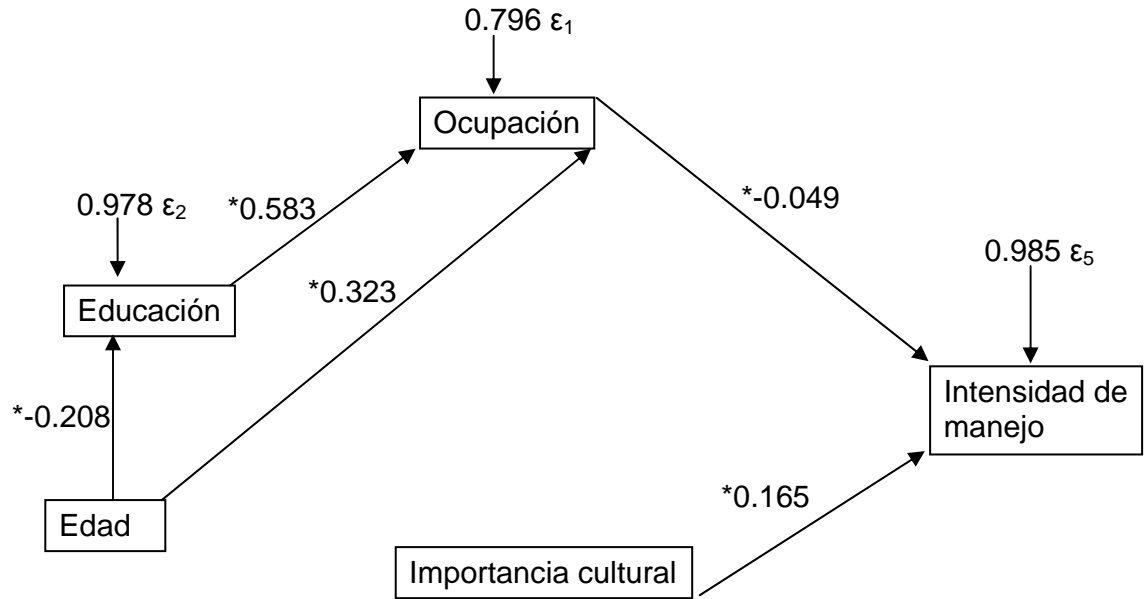


Figura 3 Modelo causal para las especies recolectadas. Los valores con asterisco (*) son aquellos que afectan significativamente el modelo. La dirección de las flechas indica el efecto directo de una variable sobre otra. La letra ε se refiere a variables que no fueron incorporadas al modelo y por ellos se suman al mismo como error experimental. Los números junto a las flechas son los coeficientes de sendero. $P= 0.793$, Bentler-Bonet = 0.987.

Modelo 2. Especies de importancia comercial. Se integraron en este modelo a las 5 especies arbóreas que se emplean como alimentos pero que adicionalmente tienen elevados valores de importancia cultural debido a su posibilidad de comercialización: *Anona palmeri*, *Leucaena leucocephala*, *Escontria chiotilla*, *Stenocereus pruinosus* y *Stenocereus stellatus*. Estas especies se consumen por la totalidad de la población entrevistada. Las dos primeras son importantes comercialmente para toda la población y las tres últimas solamente para algunas unidades familiares. El modelo obtenido sugiere que las personas de mayor edad tienden a realizar un manejo menos intensivo de estos recursos en áreas privadas (Figura 4). La variable mejor explicada por este modelo es la ocupación. La $P=0.0673$ y el índice de Bentler-Bonet = 0.953.

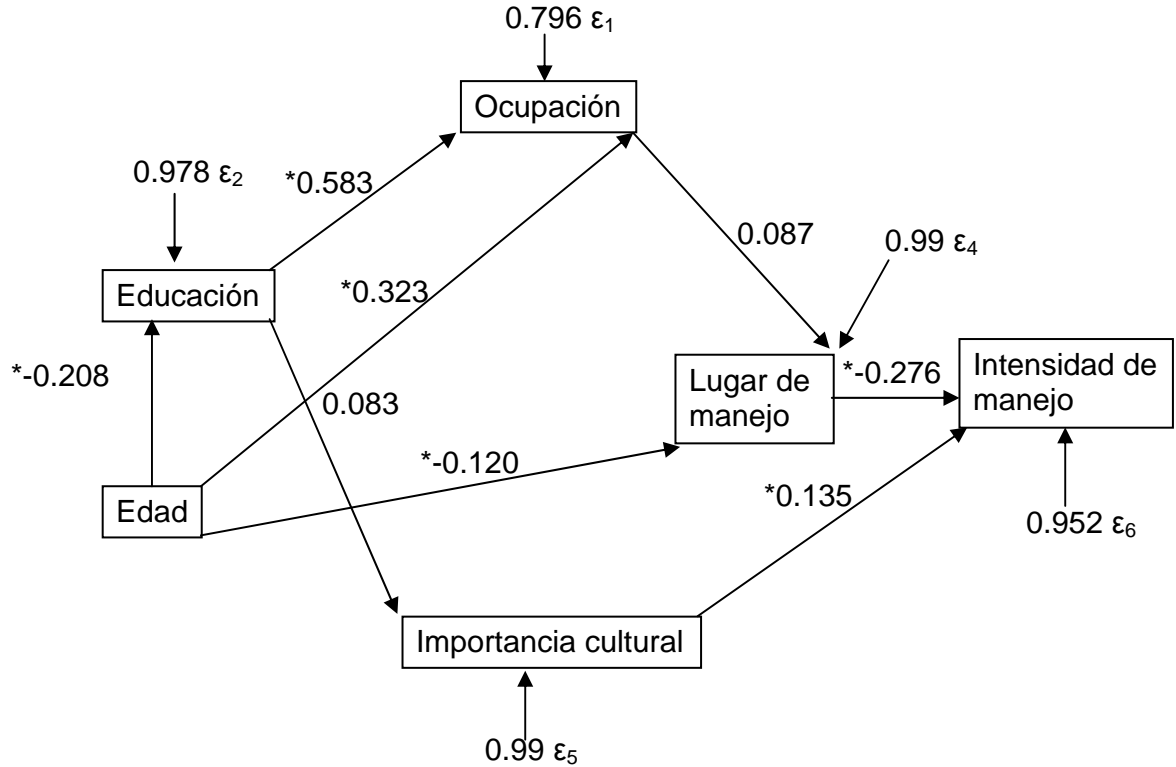


Figura 4 Modelo causal para las especies manejadas con importancia comercial. Los valores con asterisco (*) son aquellos que afectan significativamente el modelo. La dirección de las flechas indica el efecto directo de una variable sobre otra. La letra ϵ se refiere a variables que no fueron incorporadas al modelo y por ellos se suman al mismo como error experimental. Los números junto a las flechas son los coeficientes de sendero. Aquellos que carecen de asterisco no son significativos pero su exclusión del modelo resulta en rechazo. $P=0.0673$, Bentle-Bonet= 0.953.

Modelo 3 Especies no comerciales. Las 11 especies restantes, se identificaron como alimentos tradicionales de uso reconocido que se emplean bajo diferentes formas de preparación y se consumen con mayor o menor frecuencia. Se utilizan principalmente para autoconsumo y muy ocasionalmente pueden llegar a venderse. En este grupo se incluyen hierbas, arbustos y árboles. El modelo sugiere que las personas con mayor nivel educativo tienden a realizar manejo más intensivo de estas especies en áreas privadas (Figura 5). La variable mejor explicada por este modelo es la intensidad de manejo. $P = 0.2138$ y el índice de ajuste de Bentler-Bonet = 0.992

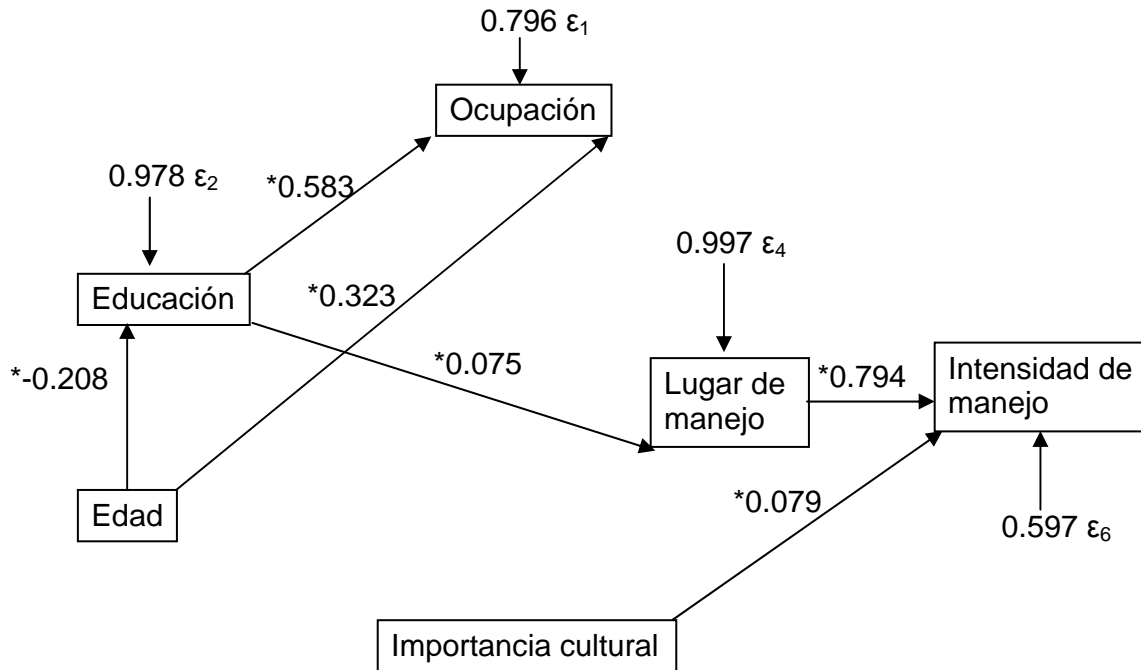


Figura 5 Modelo causal para las especies manejadas sin importancia comercial. Los valores con asterisco (*) son aquellos que afectan significativamente el modelo. La dirección de las flechas indica el efecto directo de una variable sobre otra. La letra ϵ se refiere a variables que no fueron incorporadas al modelo y por ellos se suman al mismo como error experimental. Los números junto a las flechas son los coeficientes de sendero. $P=0.2138$. Bentler-Bonet = 0.992.

DISCUSIÓN

El estudio partió del supuesto de que las variables socio-culturales de edad, educación y ocupación (agricultores propietarios o jornaleros) estaban relacionadas entre sí y que ellas podrían ejercer algún efecto en la importancia cultural de los recursos vegetales. Además, se hipotetizó que la importancia cultural de los recursos y la ocupación de las personas podrían ser factores determinantes tanto en la selección del lugar del se obtiene un recurso, así como en la intensificación del manejo. Los resultados indican que el modelo causal (Figura 1) no se cumple en su totalidad y que no existe un único modelo que se pueda aplicar al total de especies estudiadas. Para este caso de estudio, la clase de uso y el tipo de prácticas que se llevan a cabo permiten identificar tres modelos que explican las tendencias de intensificación. La falta de un modelo único corrobora los resultados del reciente estudio de González-Insuasti *et al.* (capítulo II) en el cual se buscaba explicar el efecto de un conjunto de variables en la intensificación de las prácticas no agrícolas de

recolección, manejo incipiente y cultivo *ex situ*. González-Insuasti *et al.* (capítuloII) indican que no existe un modelo único aplicable a todas las especies y que hay diferencias importantes en la intensificación de manejo dependiendo del derecho de propiedad de la tierra en la cual están distribuidos los recursos, de características biológicas como el periodo de producción a la primera cosecha y la producción potencial, y de la importancia cultural de los mismos.

Aunque no se identificó un único modelo para todos los recursos, en los tres grupos de especies comparten la existencia de algunos elementos en común. Las interacciones y los efectos causales similares en los tres modelos apoyan parcialmente la hipótesis propuesta en los siguientes aspectos aplicables a esa población estudiada y posiblemente a otras semejantes:

- I) la edad es un factor que determina el nivel educativo y ocupación de una persona. Las observaciones realizadas y la información obtenida de los pobladores, indica que las personas jóvenes se mantienen dentro del sistema educativo por un tiempo mayor al que se acostumbraba en el pasado. Este tipo de información también indica que las personas mayores fueron reconocidas como comuneros, se beneficiaron con la entrega de tierras y por lo tanto se convirtieron en propietarios, así mismo, su posibilidad de trabajo independiente probablemente les ha dado una mayor capacidad económica. Por el contrario los jóvenes que están empezando su actividad agrícola, no disponen todavía de independencia económica y no fueron beneficiados con la entrega de tierras por lo cual tienden a ser jornaleros.
- II) Tal como lo suponíamos, la importancia cultural sí es un factor determinante en la intensificación de manejo de todos los recursos analizados en este trabajo. Las especies más importantes culturalmente para el grupo estudiado, tienden a ser manejadas de manera más intensiva que las especies menos importantes culturalmente. Contrariamente a nuestra hipótesis la importancia cultural no está determinada por las diferencias socio-culturales analizadas en este trabajo.

- III) El lugar en el cual se maneja un recurso determina la existencia de procesos de manipulación más o menos intensivos. Al contrario de lo que suponíamos, la ocupación de las personas en función del derecho de acceso a la tierra, no determina la selección del lugar de obtención en ninguno de los grupos de especies analizados, excepto en el caso de las especies que están bajo recolección simple. Esta variable tampoco determina la intensificación de manejo.

Las observaciones realizadas y el diálogo con los pobladores permitieron establecer que, las especies que forman parte del grupo de recursos que se maneja únicamente bajo recolección, no se consideran como un componente fundamental en la dieta de los habitantes, y se usan con fines económicos sólo de forma muy ocasional. El modelo obtenido para este tipo de recursos muestra que hay una tendencia a que los jornaleros los obtengan directamente, mientras que los propietarios no los recolectan si no son importantes para su núcleo familiar, o los compran si son importantes. En general, los recursos de este grupo, producen estructuras comestibles después de 5 años, son abundantes en áreas de propiedad colectiva y pueden tener dificultades para aclimatarse en ambientes intervenidos, ya que no toleran condiciones de humedad. Podríamos sugerir entonces que el hecho de no hacer manejo de estos recursos en áreas privadas está determinado por la baja importancia cultural que ellos representan. Sin embargo, como lo argumentan González-Insuasti y Caballero (en prensa) y González-Insuasti *et al.* (Capítulo II) la baja viabilidad de manipulación y la alta abundancia de estas especies en sus habitats originales también podrían ser factores determinantes en este tipo de decisiones.

Para el grupo de especies que son consumidas y que además tienen un valor comercial, la decisión de hacer manejo en áreas privadas está determinada por la edad de la gente. Las personas de mayor edad tienden a manejar menos intensivamente estos recursos en áreas de particulares y a obtenerlos en terrenos de propiedad comunal, o mediante otros medios como la compra. Las observaciones de campo, así como las entrevistas realizadas permitieron establecer que la experiencia y tradición de consumo hace que las personas de mayor edad reconozcan mucho más fácilmente los lugares en donde se encuentran este tipo de recursos, y que los busquen directamente sin invertir en sus propios terrenos un espacio que podría ser ocupado por otras especies. De la misma forma, podríamos pensar que el

reconocimiento de la mayor diversidad y abundancia de estos recursos en bosques secundarios y áreas de cultivo abandonado, hace que los pobladores no requieran mantenerlos en grandes cantidades en sus áreas de cultivo, como se ha documentado entre varios grupos humanos (Alcorn 1981, Alcorn 1989, Hart y Hart 1986, Flores-Paitán 1987, Padoch 1987, Anderson y Posey 1989, Balée y Gély 1989, Posey 1992, González- Insuasti 1994, Toledo *et al.* 1994, González-Insuasti 1999, Frei *et al.* 2000, Peacock y Turner 2000).

Para este grupo de especies, la intensidad del manejo depende tanto de la importancia cultural como del lugar en el cual se lleva a cabo este proceso. El modelo obtenido indica que los recursos con un mayor valor de importancia, son manejados de manera más intensiva y que el manejo de este tipo de especies tiende a ser más intensivo en áreas de propiedad comunal y no en áreas de particulares. Esta última condición se pudo observar para *Escontria chiotilla*, *Stenocereus stellatus* y *Stenocereus pruinosus*, pero no se cumple para *Annona palmeri* y *Leucaena leucocephala*. Las observaciones de campo y el diálogo con la gente permiten explicar este último evento por tres grandes razones: la abundancia, la tradición de consumo y la dependencia económica, como se explica a continuación.

Escontria chiotilla, *Stenocereus stellatus* y *Stenocereus pruinosus* son muy abundantes en áreas de propiedad comunal mientras que *Annona palmeri* y *Leucaena leucocephala* son muy escasos en este tipo de ambientes. La existencia de una menor intensificación de manejo para los recursos de gran abundancia natural se ha documentado para recursos con valor económico, como *Leucaena esculenta* y *Stenocereus stellatus* entre otros grupos humanos del valle de Tehuacán-Cuicatlán (Casas y Caballero 1996, Casas *et al.* 1999a). Considerando que esta comunidad se rige por el modelo de acción colectiva descrito por Ostrom (1990, 2001), se esperaría que el manejo fuera menos intensivo en las áreas de propiedad comunal, ya que la producción de una mayor cantidad de frutos con mejor calidad como producto del manejo puede ser aprovechada por toda la población inclusive por la que no realiza manejo. No obstante lo anterior, suponemos que la tradición de uso que existe inclusive desde tiempos prehispánicos para *Escontria chiotilla* y *Stenocereus stellatus* (McNeish, 1967, Smith 1967, Callen 1967, González 1972, Pimienta-Barrios y Nobel 1994) está llevando a que exista un manejo más intensivo mediante recolección selectiva en este tipo de ambientes. El trabajo realizado con la comunidad

permitió establecer que *Anonna palmeri* y *Leucaena leucocephala* constituyen una fuente de ingresos tanto para propietarios como para jornaleros y esto probablemente lleva a que se intensifique más su manejo en áreas de particulares por parte de toda la población. Por el contrario, *Escontria chiotilla*, *Stenocereus stellatus* y *Estenocereus pruinosus* son una fuente de ingresos únicamente para los jornaleros quienes en algunas épocas del año dependen exclusivamente de este tipo de recursos. Esto motiva a que estos tres recursos se manejen de manera menos intensiva en áreas de particulares por parte de los propietarios y más intensivamente en áreas de propiedad comunal por parte de los jornaleros.

Para el grupo de recursos que se emplean como alimentos pero que no tienen un valor comercial, el grado de escolaridad de las personas es un factor determinante en la decisión de intensificar el manejo y en la selección del lugar del cual se obtienen. Las personas que tienen un nivel educativo mayor y que a su vez son los propietarios como se explica en el modelo, tienden a manejar estos recursos en áreas de particulares y a llevar a cabo en ellas una intensificación mayor que en áreas de propiedad comunal. Así mismo, en este caso las especies culturalmente más importantes son manejadas más intensivamente que las menos importantes. Estos recursos se reconocen como alimentos por parte de la población estudiada, aunque algunos de ellos son más importantes como árboles de sombra y se consumen de manera ocasional. El hecho de que estos recursos se reconozcan como útiles y también el hecho de que no se pueden comprar con regularidad probablemente motiva a que se prefiera mantenerlos en áreas de particulares. Podríamos suponer que al igual que en el caso de las especies importantes comercialmente, los pobladores reconocen los lugares en donde hay una mayor abundancia. El conocimiento compartido en cuanto al uso y lugar de distribución de estos recursos, no solamente podría estar motivando a que se obtengan de algunas áreas en particular, sino que también podría estar influyendo en el hecho de que se realicen prácticas similares de manejo como ocurre entre otros grupos humanos (Gadgil y Berkes 1991, Berkes 1998, Berkes *et al.* 2000, Kottak 2004)

La tradición de consumo y la probabilidad de uso múltiple de *Sideroxylon palmeri*, así como el reconocimiento de propiedades medicinales de *Solanum nigrescens*, *Opuntia pilifera*, *Pachycereus weberi* y *Psidium guajava* determinan que estos recursos se consideren más importantes, y probablemente motiva a que éstos se mantengan en zonas de particulares, o a que se obtengan a través de otros medios como la recolección o la compra.

No obstante lo anterior, según la información de la población entrevistada no es factible tener muchos individuos de *Pachycereus weberi* en ambientes de cultivo ya que esta especie no puede aclimatarse a los ambientes de riego y las plantas pueden caer poniendo en riesgo tanto a los cultivos como a las personas que trabajan en estas áreas. Así mismo, la gente menciona que no es posible tener una gran cantidad de individuos de *Solanum nigrescens* y *Opuntia pilifera* debido a que su propagación con facilidad puede poner en riesgo a los cultivos principales. Para los casos de especies herbáceas de rápido crecimiento, se han documentado tendencias similares a las observadas en este estudio. Los agricultores realizan acciones de manejo por fuera de las áreas agrícolas, o si los mantienen dentro de ellas, controlan la densidad de individuos, los mantienen hasta antes de que produzcan floración y los eliminan cuando empieza a existir competencia con los cultivos principales (Davies y Bye 1981, Williams 1985, Vázquez 1991, Mapes 1997).

En general, la importancia cultural de los 20 recursos seleccionados para este estudio es independiente de la edad, el nivel educativo y la ocupación de los pobladores. Todos los recursos se reconocen como alimentos entre la comunidad de Santa María Tecomavaca, a pesar de que no todos los habitantes los consumen ni los emplean con la misma frecuencia. La gente identifica fácilmente las especies estudiadas, y la información sobre su uso y forma de empleo es compartida entre los diferentes integrantes de los núcleos familiares. Lo anterior, de acuerdo con Hunn (1982), Turner (1988), Stoffle *et al.* (1990) podría considerarse como un reflejo de que este tipo de recursos tienen significancia cultural entre la población, aunque algunos de ellos no son muy importantes como alimentos, tal es el caso de *Pithecellobium dulce*, *Cyrtocarpa procera* y *Myrtillocactus geometrizans*.

Las observaciones realizadas en el campo, permiten establecer que existen diferencias en cuanto a la importancia que los recursos representan en la cultura de cada uno de los núcleos familiares seleccionados. Estas diferencias se perciben principalmente en cuanto a las formas de preparación, la forma de obtención y la posibilidad de comercialización. A pesar de que entre las familias hay diferencias observables, los integrantes de la misma familia que no comparten la vivienda tienen una mayor similitud en el conocimiento.

La transmisión y conservación de conocimientos similares a nivel intrafamiliar se pudo observar en Santa María Tecomavaca en aspectos como el nombre, la forma de preparación, la dependencia económica e incluso en la realización del manejo de estos recursos. No obstante lo anterior, a nivel intrafamiliar también se observó que existen diferencias individuales principalmente en cuanto a la preferencia y la frecuencia de consumo. Lo anterior se pudo detectar principalmente entre los jóvenes que han tenido contacto con otras culturas. Sin embargo, al igual que entre los diferentes grupos humanos, hay procesos básicos que se conservan aun a pesar del intercambio cultural (Gadgil y Berkes 1991, Goodenough 2003, Berkes 1998, Berkes *et al.* 2000). Un claro ejemplo de lo anterior es precisamente que la tradición de uso, y el reconocimiento de las plantas se mantiene y muy probablemente esto ha llevado a que las especies se sigan manejando en áreas privadas, a que se busquen en ambientes silvestres o a que inclusive se compren si no están disponibles.

De acuerdo con Turner (1988) y Stoffle *et al.* (1990), la existencia de una mayor cantidad de prácticas de manejo igualmente está relacionada con la importancia cultural. Este patrón puede ser observado en este trabajo para los recursos comerciales importantes en la economía de los agricultores con diferente ocupación. Ellos son manejados simultáneamente en varias formas y los modelos indican que este proceso es más intensivo en áreas de propiedad comunal aunque como se anotó anteriormente, la baja abundancia y la posibilidad de comercialización generalizada hacen que dos de estas especies se manejen preferentemente en áreas con propiedad reconocida a particulares incluso a través de cultivo *ex situ*.

Finalmente, aunque es posible observar prácticas de manejo en áreas de particulares para la mayoría de los recursos, es necesario destacar que el número de individuos y el espacio dedicado a su manejo son reducidos. Esto se puede relacionar con el hecho de que todos estos recursos se pueden considerar en la categoría de productos forestales no maderables. Para este tipo de productos que se comercializan a nivel local, pueden existir fluctuaciones importantes en la demanda y el precio, y por otra parte, no se puede garantizar la producción entre un año y el siguiente (Arnold y Ruíz Pérez 1995, Arnold y Ruíz-Pérez 1999, Newman y Hirsch 2000, De la Peña e Illsley 2001, Campbell y Luckert 2002). Estas razones, el tiempo que algunos de ellos requieren para la producción de

estructuras cosechables, y el hecho de que Santa María Tecomavaca basa su economía en cultivos de comercio a gran escala, parecen no motivar a los pobladores a hacer inversiones de espacio ni fuerza de trabajo en áreas de particulares para todos estos recursos.

CONCLUSIONES

Los recursos seleccionados son importantes en la cultura del grupo humano estudiado, independientemente de sus diferencias socio-culturales. En la comunidad estudiada no es posible explicar las razones que motivan la realización de prácticas de manejo no agrícola bajo un único modelo. El lugar del cual se obtiene un recurso, y la importancia cultural en relación al beneficio que se puede obtener del mismo, permiten establecer que existen diferencias importantes en el manejo de especies recolectadas, alimentos no comerciales y alimentos comerciales.

REFERENCIAS

- Alcorn, J. B. 1981. Huastec non crop resource management: implications for prehistoric rain forest management. *Human Ecology* **9**: 395-417.
- Alcorn, J. B. 1989. Process as resource: the traditional agricultural ideology of Bora and Huastec resource management and its implications for research. *Advances in Economic Botany* **7**: 63-76.
- Anderson, A. B. y D. A. Posey. 1989. Management of a tropical scrub savanna by the Gorotire Kayapo, Brazil. *Advances in Economic Botany* **7**: 159-173.
- Arnold, J. E. M. y M. Ruíz-Pérez 1995 framing the segues relating to non-timber forest product research. Pages 1-17. En: M-Ruiz-Pérez. y J.E.M. Arnold (eds.) *Proceeding of the workshop "research on NTPF Current issues in non timber forest products research."* Hot Spring 28 august-2 september. Hot Spring.
- Arnold, J. E. M. y M. Ruíz-Pérez 1999. The role of non-timber forest products in conservation and development .Pages17-42. En E. Wollenberg y A. Ingles (eds.) *Incomes from forest methods for the development and conservation of forest products for local communities.* Centre for International Forestry Research (CIFOR). Bogor.
- Balée, W. 1989. The cultura of Amazonian forest. *Advances in Economic Botany* **7**: 1-21.

- Balée, W. y A. Gély. 1989. Managed forest succession in Amazonia: the Ka'apor case. *Advances in Economic Botany* **7**: 129-158.
- Bentler, P. M. y D. G. Bonnet 1980. Significance test and goodness of fit in analysis of covariance structures. *Psychology bulletin* **88**: 588-606.
- Bentler, P. M. 2002. EQS 6 structural equations model program manual. Encino, C.A. Multivariate software inc.
- Berkes, F. 1998 Indigenous knowledge and resource management systems in the Canadian Subartic. Pp 98-128. En: Berkes, F., Folke, C., and Colding, J. (1998) Linking social and ecological system. Management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge University press. Cambridge. .
- Berlin, B., D. E. Breedlove. y P. H. Raven. 1974. *Principles of Tzeltal Plant Classification. An Introduction to the Botanical Ethnography of a Mayan-Speaking People of Highland Chiapas*. Academic press New York and London. Nueva York.
- Berkes, F. 1998. Indigenous knowledge and resource management systems in the Canadian Subartic. Pp 98-128. En: Berkes, F., C. Folke. y J. Colding (eds.) *Linking Social and Ecological System. Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University press. Cambridge.
- Berkes, F., J. Holding. y C. Folke. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* **10**: 1251-1262.
- Bye, R. A. 1998. La intervención del hombre en la diversidad de las plantas en México. Pp 689-713. En: Ramamoorthy, T. P., R. A. Bye., A. Lot. y J. Fa (eds.) *Diversidad Biológica de México, Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Caballero, J. 1987. Etnobotánica y desarrollo: la búsqueda de nuevos recursos vegetales. Pp 79-96. En: Toledo, V. M. (ed.) *Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Botánica: Simposio de Etnobotánica, Perspectivas en Latinoamérica*. 29 junio-5 julio 1986, Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia, Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, Asociación Latinoamericana de Botánica, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Medellín.

- Caballero, J., A. Casas., L. Cortés. y C. Mapes. 2000. Patrones en el conocimiento, uso y manejo de las plantas en pueblos de México. *Estudios Atacameños* **16**: 1-15.
- Caballero, J. y L. Cortés. 2001. Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. Pp 79-100. En: Rendón, B., J. Caballero. y M. A. Martínez-Alfaro (eds.) *Plantas, Cultura y Sociedad*. Universidad Autónoma Metropolitana, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F.
- Callen, E. O. 1967. Analysis of the Tehuacan coprolites. Pp 261-289. En: Byers, D. S. (ed.) *The prehistory of the Tehuacan Valley. Volumen 1: Environments and subsistence*. University of Texas Press. Austin.
- Campbell, B. y M. Luckert (eds.). 2002. *Uncovering the hidden harvest. Valuation methods for woodland and forest resources*. Earthscan Publications Ltd. Londres.
- Casas, A. y J. Caballero. 1996. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Fabaceae: Mimosoideae) in the Mixtec region of Guerrero, México. *Economic Botany* **50**: 167-181.
- Casas, A., J. Caballero., C. Mapes. y S. Zárate. 1997a. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **61**: 17-31.
- Casas, A., J. Caballero. y A. Valiente-Banuet. 1999a. Procesos de domesticación en cactáceas columnares de la vertiente del Pacífico sur de México. Pp 147-234. En: Pimienta-Barrios, E. (ed.). *El Pitayo en Jalisco y Especies Afines en México*. Universidad de Guadalajara, Fundación Jalisco Produce. Guadalajara.
- Casas, A., J. Caballero. y A. Valiente-Banuet. 1999b. Use, manegement and domestication of columnar cacti in south-central México: A historical perspective. *Journal of Ethnobiology* **19**: 71-95.
- Casas, A., B. Pickersgill., J. Caballero. y A. Valiente-Banuet. 1997b. Ethnobotany and domestication in xoconochtlí, *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley and La Mixteca Baja, Mexico. *Economic Botany* **51**: 279-292.
- Casas, A., A. Valiente-Banuet., J. L. Viveros., J. Caballero., L. Cortés., P. Dávila., R. Lira. e I. Rodríguez. 2001. Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Economic Botany* **55**: 129-166.

- Casas, A., M. C. Vázquez., J. L. Viveros. y J. Caballero. 1996 . Plant management among the Nahua and the Mixtec in the Balsas River Basin, Mexico: An ethnobotanical approach to the study of plant domestication. *Human Ecology* **24**: 455-476.
- Colunga, P., E. Hernández-X. y A. Castillo. 1986. Variación morfológica, manejo agrícola tradicional y grado de domesticación de *Opuntia* spp. en el bajo guanajuatense. *Agrociencia* **65**: 7-44.
- Davies, T. y R. A. Bye. 1981. Ethnobotany and progressive domestication of *Jaltomata* (Solanaceae) in México and Central America. *Economic Botany* **36**: 225-241.
- De la Peña, G. y C. Illsley 2001. *Los Productos Forestales no Maderables: su Potencial Económico y de Conservación*. Grupo de Estudios Ambientales GEA. Documento Interno de Trabajo. Mexico D.F.
- Flores-Paitán, S. 1987. Old manager fallows at Brillo Nuevo. *Advances in Economic Botany* **5**: 53-66.
- 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.
- Gadgil, M. y F. Berkes. 1991 Traditional resource management systems. *Resource Management and Optimization* **18**: 127-141.
- Goodenough, W. H. 2003 In pursuit of culture. *Annual Review of Anthropology* **32**: 1-12.
- González-Insuasti, M. S. 1994. Flora utilizada por los AWA de Albí con énfasis en especies medicinales –Estudio de Botánica Económica-. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- González- Insuasti, M. S. 1999. Agroecosistemas tradicionales entre la comunidad indígena Awa de Colombia. *Revista Asociación Colombiana de Herbarios* **5**: 17-25.
- González-Insuasti., M. S. y J. Caballero. (en prensa). Managing plant resources: how intensive can it be?. Submitted for publications *Human Ecology*.
- González-Insuasti., M. S., C. Martorell. y J. Caballero (sometido). Factors that influence the intensity of non-agricultural management of plant resources. *Agroforestry Systems*
- González, L. 1972. Las cactáceas subfósiles de Tehucán, Puebla. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*: **17**: 3-15.

- Grupo Mesófilo (2001). Ordenamiento Territorial, Santa María Tecomavaca. Teotitlán Oaxaca. Etapa 1: Diagnóstico y Sistematización de la Información Comunitaria. Oaxaca. Documento interno de trabajo. Oaxaca, México.
- Harris, D. R. 1996. Domesticatory relationships of people, plants and animals. Pp 437-466. En: Ellen, R. y K. Fukui (eds.) *From Redefining Nature: Ecology, Culture and Domestication*. Oxford University Press. Nueva York.
- Hart, T. B. y J. A. Hart. 1986. The ecological basis of hunter-gatherer subsistence in African rain forests: the Mbuti of eastern Zaire. *Human Ecology* **14**: 29-50.
- Hawkes, J. G. 1983. The diversity of crop plants. Harvard University press. Cambridge.
- Hunn, E. 1982. The utilitarian factor in folk biological classification. *American Anthropologist* **84**: 830-847
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática]. 2001. *Censo General de Población y Vivienda 2000*. Aguascalientes.
- Kottak, C. P. 2004. An anthropological take on sustainable development: A comparative study of change. *Human Organization* **63**: 501-510.
- Lawrence, A., O. Philips., A. Reategui-Ismodes., M. López., S. Rose., D. Wood. y A. J. Farfan. 2005. Local values for harvested forest plants in Madre de Dios, Peru: Towards a more contextualized interpretation of quantitative ethnobotanical data. *Biodiversity and Conservation* **14**: 45-79.
- MacNeish, R. S. 1967. A summary of the subsistence. Pp 290-231. En Byers, D. S. (ed.) *The Prehistory of the Tehuacán Valley*. University of Texas Press. Austin.
- Mapes, C. 1997. Etnobotánica del “quintonil” conocimiento, uso y manejo de *Amaranthus* spp. en México. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Méndez-Ramírez-Ramírez, I. 2003. Modelos estructurales de covarianza. Páginas 13-36. En: González-Leonell, D. (eds) *Modelamiento estructural en las ciencias sociales*. Universidad de Sonora. Hermosillo.
- Newman, R. P. y E. Hirsch. 2000. Commercialization of non timber forest products: review and analysis of research. Center International Forestry Research. CIFOR. Bogor.
- Ostrom, E. 1990. *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Actions*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

- Ostrom, E. 2001. Social Dilemmas and Human Behavior. Pp 21-41. En: Noë, R., J. A. R. A. M. van Hooff. y P. Hammerstein (eds.) *Economics in Nature: Social Dilemmas, Mate Choice, and Biological Markets*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Padoch, C. 1987. The economic importance and marketing of forest and fallow products in the Iquitos Region. *Advances in Economic Botany* **5**: 74-89.
- Peacock, S. L. y N. J. Turner. 2000. "Just like a garden" traditional resource management and biodiversity conservation on the interior plateau of British Columbia. Pp 44-73. En: Minnis, P. E. y W. J. Elisens (eds.) *Biodiversity and Native America*. University of Oklahoma Press. Norman.
- Philips, O. y A. H. Gentry. 1993a. The useful plants of Tambopata, Peru: I. Statistical hypothesis test with a new quantitative technique. *Economic Botany* **47**: 15-32.
- Philips, O. y A. H. Gentry. 1993b. The useful plants of Tambopata, Peru: II. Additional hypothesis testing in quantitative ethnobotany. *Economic Botany* **47**: 33-43.
- Pieroni, A. 2001. Evaluation of the cultural significance of wild food botanicals traditionally consumed in northwestern Tuscany, Italy. *Journal of Ethnobiology* **21**: 89-104.
- Pimienta-Barrios, E. y P. S. Nobel. 1994. Pitaya (*Stenocereus* spp., Cactaceae): an ancient and modern fruit crop of Mexico. *Economic Botany* **48**: 76-83.
- Posey, D. A. 1992. Interpreting and applying the "reality" of indigenous concepts: what is necessary to learn from the natives?. Pp 21-33. En: Redford, K. H. y C. Padoch (eds.) *Conservation of Neotropical Forest. Working from Traditional Resource Use*. Columbia University Press. Nueva York.
- Rindos, D. 1984. *The Origin of Agriculture an Evolutionary Perspective*. Academic Press. New York.
- Shipley, B. 2000. *Cause and Correlation in Biology. A User's Guide to Path Analysis, Structural Equations and Causal Inference*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Smith, C. E. 1967. "Plants remains". Pp 220-255. En: Byers, D. S. (ed.) *The prehistory of the Tehuacán valley. Environment and subsistence I*. University of Texas Press. Austin.

- Stoffle, R. W., D. V. Halmos, M. J. Evans y J. E. Olmsted. 1990. Calculating the cultural significance of American indian plants: Paiute and Shoshone Ethnobotany at Yucca Mountain, Nevada. *American Anthropologist* **92**: 417-432
- Turner, N. J. 1988 "The importance of a rose": Evaluating the cultural significance of plants in Thompson and Lillooet Interior Salish. *American anthropologist* **90**: 272-290.
- Turner, N., Boelscher, M. e Ignace, A. 2000. Traditional ecological knowledge and wisdom of aboriginal peoples in British Columbia. *Ecological Applications* **10**: 1275-1287.
- Vázquez, M. del C. 1991. Tendencias en el proceso de domesticación del papaloquelite (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. Subsp. macrocephalum (DC.) R. R. Jonson Asteraceae). Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- 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. Montecillo.

CAPÍTULO V
DISCUSIÓN GENERAL



DISCUSIÓN

En este trabajo de investigación se evaluó simultáneamente a un conjunto de especies manejadas que tienen características contrastantes en aspectos de su biología e importancia de uso. En el capítulo I de este trabajo, se propuso una forma de medir la intensidad de manejo de cada recurso con base en el número de prácticas que se llevan a cabo, la complejidad de las mismas y el número de personas que las realizan. Las observaciones realizadas en el campo y los análisis preliminares indicaron que probablemente la propiedad de la tierra en la cual se encuentran los recursos, la producción potencial, el tiempo requerido para producir estructuras cosechables, la importancia cultural y la distancia de las poblaciones de los recursos respecto al punto de consumo podrían influir en la decisión de intensificar su manejo (Capítulo I). La evaluación conjunta de estas variables como posibles responsables de la intensificación de manejo permitió identificar con qué peso influye cada una de ellas en este proceso (Capítulo II).

De acuerdo con los resultados que se muestran en el capítulo II de este trabajo, la propiedad de la tierra en la cual está distribuido un recurso es la variable que ejerce mayor influencia en la intensificación del manejo. De este modo, es posible identificar diferencias importantes en las áreas comunales y en las áreas de propiedad reconocida a particulares. Estas diferencias se ven reflejadas tanto en el tipo de recursos que se manejan en cada uno de estos sectores como en la intensidad con la cual se llevan a cabo los procesos de manipulación. En general hay tendencia a realizar manejo más intensivo en las áreas de propiedad reconocida a particulares que en las áreas de propiedad comunal (Capítulo II).

La comunidad humana estudiada pertenece al conjunto de los territorios comunales legalmente establecidos en México (Warman 2001) y el uso de recursos comunes por parte de este grupo se enmarca dentro del modelo de acción colectiva supervisadas descrito por Ostrom (1990). El acuerdo comunitario en el que se basa este modelo hace que ninguna persona perteneciente al grupo pueda ser excluida de la obtención de los recursos, y además promueve la posibilidad de que el beneficio obtenido sea igual para todos (Ostrom 1990). Las condiciones de este tipo de modelo probablemente expliquen el hecho de que en las áreas comunales los recursos se manejan con menor intensidad ya que formalmente todos

los habitantes de Santa María Tecomavaca podrían recibir beneficios de los mismos, independientemente de si realizan o no alguna actividad de manejo.

Aunque esperaríamos que el manejo menos intensivo en las áreas comunales se cumpliera para todos los recursos, los resultados de los capítulos I, II y III de este trabajo muestran que *Escontria chiotilla*, *Stenocereus stellatus* y *Stenocereus pruinosus* se manejan de manera más intensiva en este tipo de terrenos que en las áreas que son propiedad de particulares. El uso comestible y el aprovechamiento comercial de estas especies se han documentado también en comunidades indígenas de otras regiones del valle de Tehuacán-Cuicatlán. En las áreas de propiedad particular estos grupos realizan en las áreas de propiedad particular acciones de manejo más intensivas, considerando la forma en la que medimos la intensidad en nuestro trabajo, aunque también hacen manejo en áreas silvestres, principalmente a través de recolección selectiva (Casas *et al.* 1997a,b, Casas *et al.* 1998, Casas *et al.* 1999a,b, Luna 1999, Luna *et al.* 2001, Cruz y Casas 2002; Arellano y Casas 2003, Tinoco *et al.* 2005). La intensificación en el manejo de estos recursos podría estar relacionada con el beneficio económico que se obtiene de su venta por parte de algunas de las comunidades de esta región de México. Así mismo, es posible que la mayor intensificación del manejo de estos recursos esté relacionada con su antigua tradición de consumo. Los estudios arqueológicos indican que estas especies se usaban y manejaban desde tiempos prehispánicos por parte de los grupos humanos del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Callen 1967, Mc Neish 1967, Smith 1967, González 1972, Pimienta-Barrios y Nobel 1994).

La importancia cultural y el tiempo requerido para producir estructuras cosechables también son variables importantes al considerar la decisión de intensificar el manejo de todos los recursos analizados (capítulo II). De acuerdo con los resultados de este trabajo, las dos variables tienen un efecto significativo si se consideran de manera conjunta, pero no ejercen un efecto significativo de manera individual, así mismo las dos interactúan con el tipo de propiedad de la tierra en la cual está presente un recurso (capítulo II). La forma en la cual se consideró el periodo de producción a la primera cosecha y la propiedad de la tierra en la que se realiza el manejo permitió analizar a los recursos bajo cuatro circunstancias. En cada una de ellas fue posible observar cómo influye la importancia cultural en la intensificación del manejo de los recursos.

Los estudios realizados con otros grupos humanos muestran tendencias similares a las observadas en el capítulo II de este trabajo para los recursos que tienen periodos de producción corto, así como para algunos de los recursos con periodos de producción largo que se manejan por su importancia comercial en las áreas con propiedad de la tierra particular y comunal. Sin embargo, no hay evidencias que permitan contrastar las tendencias de manejo de todos los recursos con periodos de producción largo evaluados en este trabajo.

Como se argumenta en este trabajo (capítulo II), la intensidad de manejo de las especies con periodo corto podría estar relacionada con su facilidad de propagación. *Amaranthus*, *Porophyllum* y *Solanum* tienen el potencial para producir una abundante cantidad de semillas en corto tiempo. *Opuntia* y *Ferocactus* pueden producir numerosos individuos por reproducción vegetativa. Las condiciones de reproducción de estas especies probablemente hacen que éstas se obtengan en áreas de uso común o que se manejen en áreas de propiedad particular, pero en bajas cantidades (Capítulo II). Para *Amaranthus* spp., *Porophyllum ruderale* y algunas especies de Solanaceae como *Jaltomata*, *Physalis* y *Solanum* se han documentado tendencias similares a las observadas en este estudio. Los agricultores ponen en práctica estrategias de manejo especial por fuera de las áreas de cultivo o los toleran en los campos agrícolas; sin embargo, en estas áreas controlan la densidad de individuos: los mantienen hasta antes de que produzcan floración y los eliminan cuando empieza a existir competencia con los cultivos principales (Davies y Bye 1981, Williams 1985, Vasquez 1991, Mapes 1997).

En el caso de diferentes especies de *Opuntia* los estudios de Colunga *et al.* (1986) indican que los agricultores promueven la propagación vegetativa de individuos con fenotipos deseables para el comercio en campos de cultivo, y que obtienen productos para autoconsumo de individuos que se manejan en otras áreas no agrícolas cercanas a las viviendas. Probablemente el hecho de que la especie de *Opuntia* considerada en este trabajo no sea importante comercialmente hace que no se realicen prácticas de manejo intensivas ni que se mantengan grandes cantidades de individuos en áreas de propiedad particular. Es probable que este mismo patrón se pueda estar cumpliendo para la especie de *Ferocactus* estudiada en este trabajo, la cual es muy abundante en ambientes silvestres y carece de importancia comercial para todos los habitantes de la zona.

Por otra parte, la intensidad de manejo de las especies con periodo de producción corto está relacionada con su importancia cultural, aunque también podría estar relacionada con connotaciones de tipo social. Estas especies pueden ser consideradas como importantes en función de su uso múltiple, atendiendo a las propuestas de Turner (1988) y Pieroni (2001). Su empleo en diferentes preparaciones y la importancia medicinal de algunas de ellas se ha documentado ampliamente entre varios grupos mexicanos (Williams 1985, Caballero y Mapes 1985, Mapes 1997, Vázquez 1991, Colunga *et al.* 1986, Casas *et al.* 2001). Sin embargo, el consumo de estas especies y especialmente la obtención de las mismas a través de procesos de recolección han identificados como actitudes propias de las personas que tienen una menor posibilidad económica (Wilken 1970, Azurdia-Pérez 1981, Hernández-X. y Ramos 1977, Williams 1985). Esto podría estar relacionado en el caso de Santa María Tecomavaca con la decisión de no realizar manejo intensivo de estas especies en áreas de propiedad particular excepto por parte de algunas personas que sí las consideran como un componente importante en su dieta (capítulos I, II y III).

En cuanto a las especies con periodos de producción largos, es necesario diferenciar el caso de las especies que tienen importancia comercial del de las que se emplean principalmente con fines de autoconsumo.

Los resultados de los capítulo I y II indican que para las especies con importancia comercial el manejo es más intensivo en áreas comunales o de propiedad particular, dependiendo de su abundancia. Se practica un manejo más intensivo en áreas comunales para *Escontria chiotilla*, *Stenocereus stellatus* y *Stenocereus pruinosus*, las cuales son más abundantes en este tipo de terrenos, mientras que para *Leucaena esculenta* y *Annona palmeri* el manejo es más intensivo en las áreas de particulares, ya que son escasas en áreas comunales.

Como se mencionó antes, se ha documentado que entre otros grupos del Valle de Tehuacán-Cuicatlán los pobladores que dependen económicamente de *Escontria chiotilla*, *Stenocereus stellatus* y *Stenocereus pruinosus* realizan en áreas privadas prácticas de manejo que, de acuerdo con la propuesta de este trabajo, se podrían considerar más intensivas (Casas *et al.* 1997a,b, Casas *et al.* 1999a,b, Luna 1999, Casas *et al.* 2001, Luna *et al.* 2001, Cruz y Casas, 2002; Arellano y Casas 2003, Tinoco *et al.* 2005). Las observaciones de campo realizadas en Santa María Tecomavaca permitieron establecer que

quienes realizan manejo más intensivo de estas especies en áreas comunales son los jornaleros que se dedican a la venta de estos frutos de temporada. La economía de los agricultores de Santa María Tecomavaca, basada principalmente en el comercio de productos como el limón y melón, podría ser una de las razones para no dedicar espacio ni inversión de recursos al manejo de esas especies en áreas de propiedad reconocida a particulares. Como se indica en los capítulos I y II, *Leucaena esculenta* y *Annona palmeri* tienen una baja disponibilidad de individuos en áreas comunales; podríamos suponer que este hecho junto con la alta importancia de consumo que tienen estos dos recursos entre el grupo humano estudiado, motiva a que sean manejados de manera más intensiva en las propiedades de particulares. Las investigaciones realizadas con otra especie de *Leucaena* en la región muestran tendencias similares a las observadas en este trabajo; esta especie se obtiene de áreas silvestres porque es muy abundante, pero se manejan determinados fenotipos en áreas privadas, ya que son escasos en áreas silvestres y tienen una mayor preferencia de consumo (Casas y Caballero 1996, Casas *et al.* 1997a, Casas *et al.* 2001).

En cuanto a las especies con periodos de producción largos que se utilizan para autoconsumo, las observaciones de campo indican que tanto la importancia de uso como la facilidad de aclimatación son las razones que permiten decidir hacer el manejo de las mismas en áreas de propiedad particular. Según la información obtenida en este trabajo, la dificultad de supervivencia en ambientes con mayor humedad y el peligro que representa la caída de los individuos hace algunas especies no se manejen en áreas de propiedad particular, aunque sean importantes en la cultura del grupo humano estudiado. En general, se manejan pocos individuos de este grupo de especies en áreas particulares y la mayor obtención de productos se lleva a cabo en áreas de propiedad comunal. El uso de estas especies está reconocido en la región; sin embargo, las observaciones de campo permitieron establecer que el consumo es menor y que inclusive podrían llegar a no consumirse en el año. Esto ocurre para todo este grupo de especies excepto para *Sideroxylon palmeri* que produce un fruto de consumo tradicional en la época de semana santa; los productos de esta especie se obtienen de individuos de áreas particulares, de zonas comunales o se compran cuando no están disponibles en la zona.

Podríamos suponer que el reconocimiento de todo este conjunto de recursos como alimentos permite que algunos pobladores los mantengan en sus huertas caseras y en

campos de cultivo. Sin embargo, al igual que como ocurre entre otras comunidades de diferentes regiones del mundo, los pobladores no llevan estas especies a sus propios terrenos, ya que identifican una mayor abundancia y diversidad de las mismas en áreas de bosques secundarios y áreas abandonadas luego del cultivo (Alcorn 1981, Alcorn 1989, Hart y Hart 1986, Flores-Paitán 1987, Padoch 1987, Anderson y Posey 1989, Balée y Gély 1989, Posey 1992, González- Insuasti 1994, Toledo *et al.* 1994, González-Insuasti 1999, Frei *et al.* 2000, Peacock y Turner 2000). El conocimiento de la distribución y la abundancia de estos recursos no solamente podría estar motivando a que se obtengan de algunas áreas en particular, sino que también podría estar influyendo en el hecho de que se realicen prácticas similares de manejo, como ocurre entre otros grupos humanos (Gadgil y Berkes 1991, Berkes 1998, Berkes *et al.* 2000, Kottak 2004)

La distancia y la producción potencial de los recursos se consideraron también como posibles determinantes de la intensificación de manejo (capítulo II). Sin embargo los resultados de este trabajo indican que estas variables influyen únicamente en el caso de algunas de las especies que además de ser alimentos, también son medicinas, y en dos de las especies de mayor importancia comercial que se encuentran en áreas comunales (capítulo II).

La importancia comercial de *Escontria chiotilla* y de *Stenocereus stellatus* probablemente motiva a que los jornaleros que obtienen beneficios económicos de las mismas cosechen a los individuos de poblaciones con mayor producción potencial, ya que podrán seleccionar al mismo tiempo varios individuos, obtendrán una mayor cantidad de productos, e invertirán menos tiempo en las labores de cosecha. Como se ha explicado anteriormente, esto se ha observado entre otros grupos del Valle de Tehuacán-Cuicatlán que obtienen ingresos de la venta de estos productos. Las observaciones de campo y la información de los pobladores indican que los frutos de *Escontria chiotilla* se venden a un mejor precio y que además se consumen con mayor frecuencia que los de *Stenocereus stellatus* durante la temporada de producción. Esto puede explicar el hecho de que los jornaleros que los venden hagan un manejo más intensivo de *Escontria chiotilla* aun si sus poblaciones están distantes del punto de consumo.

La importancia medicinal de *Opuntia pilifera*, *Solanum nigrescens* y *Psidium guajava* resulta en que probablemente su obtención se haga en distintos tipos de áreas,

principalmente de ambientes intervenidos, como se ha observado también entre varias comunidades rurales (González-Insuasti 1994, Moerman 1996, Comerford 1996, Frei *et al.* 2000, Caballero y Cortés 2001).

Como se indica en los capítulos I y II, *Opuntia pilifera* tiene una alta capacidad de producción por individuo y *Solanum nigrescens* tiene una capacidad de producción relativamente alta en comparación con las otras dos especies herbáceas que crecen como arvenses en los cultivos analizadas en este trabajo. La producción potencial por población es una característica importante al momento de decidir hacer un manejo más intensivo, ya que como lo indicaron las observaciones de campo, la gente puede obtener una gran cantidad de productos de estas dos especies, inclusive de una sola población, sin invertir demasiado tiempo y esfuerzo. De manera similar a lo observado en este estudio, diversos estudios han documentado que varias comunidades rurales de diferentes partes del mundo identifican cuáles son las áreas de bosques secundarios y cultivos abandonados en donde hay poblaciones más productivas, y los pobladores se dirigen siempre hacia esas mismas poblaciones para la consecución de productos en menor tiempo y mayor cantidad (Alcorn 1981, Alcorn 1989, Hart y Hart 1986, Flores-Paitán 1987, Padoch 1987, Anderson y Posey 1989, Balée y Gély 1989, Posey 1992, González-Insuasti 1994, Toledo *et al.* 1994, González-Insuasti 1999, Frei *et al.* 2000, Peackoc y Turner 2000).

Para *Psidium guajava*, los resultados de este estudio indican que existe una baja densidad de individuos en áreas silvestres y en áreas intervenidas (capítulos I y II). Según la información de los pobladores, la tolerancia de individuos de esta especie en áreas de cultivo es reciente. Hasta hace unos años se compraban los frutos para consumo y se buscaba la corteza con fines medicinales en áreas comunales muy distantes del pueblo. Podríamos pensar entonces que la importancia de empleo ha motivado a que esta especie se maneje en áreas cercanas a los lugares de consumo. Kremen *et al.* (1998) indican que la distancia que se debe recorrer para la obtención de un recurso es un indicativo de la importancia que éste representa para una población, de la escasez del mismo, o ambas cosas. Las dos situaciones se presentaron en este estudio para el caso de *Psidium guajava* en la región.

El capítulo II de este trabajo indica que en la comunidad de Santa María Tecomavaca la importancia cultural promedio de cada recurso no es la variable más

importante y que tampoco ejerce un efecto significativo en la intensificación del manejo. No obstante, cuando en el capítulo III se hace el análisis de la influencia de la importancia cultural a nivel de cada uno de los núcleos familiares que tienen diferencias en edad, educación y tipo de ocupación se observa que la importancia cultural sí influye en la decisión de manejo.

La importancia cultural de estos recursos como alimentos está muy generalizada entre todo el grupo humano estudiada y no está determinada ni por la edad, ni el nivel educativo, ni la ocupación agrícola de las personas (capítulo III). La mayor relación de los pobladores con especies utilizadas en actividades básicas y de dominio general, como es el caso de los alimentos vegetales, podría estar causando que este tipo de conocimiento se comparta. Este tipo de comportamiento respecto al mayor consenso, tanto en el conocimiento como en el uso de recursos alimentarios, se ha documentado en mayor proporción que el de las plantas empleadas con otros fines, en especial para grupos indígenas (Philips y Gentry 1993a,b, González-Insuasti 1994, Toledo *et al.* 1994, Lawrence *et al.* 2005).

Las similitudes registradas en el conocimiento de las plantas evaluadas en cuanto a su importancia en función del uso y las prácticas de manejo, nos permitieron identificar tres grandes grupos de recursos: plantas recolectadas, plantas manejadas con importancia comercial y plantas manejadas no comerciales (Capítulo III). En estos tres grupos de recursos la intensidad de manejo es mayor a medida que aumenta la importancia cultural (capítulo III). Estas similitudes nos lleva a establecer que, al igual que entre la mayor parte de los grupos humanos, el conocimiento se comparte por los diferentes integrantes a través del intercambio de información y como producto de la experiencia, como lo propone Goodenough (2003). Así mismo, el conocimiento compartido en el caso de los recursos vegetales podría estar motivando a que se realicen sobre ellos prácticas similares para los recursos en diferentes áreas, como lo han identificado diferentes autores (Gadgil y Berkes 1991, Berkes 1998, Berkes *et al.* 2000, Kottak 2004).

Sin embargo, como lo plantea Goodenough (2003), existen variaciones individuales en el conocimiento que pueden afectar la percepción de los recursos. En Santa María Tecomavaca se observó que hay diferencias en la percepción de la importancia de estos recursos en función de las formas y frecuencia de consumo en cada grupo familiar, y que

dependiendo de la importancia, los recursos reciben por parte de cada núcleo familiar una intensidad de manejo diferente (capítulo III). Las observaciones de campo permitieron observar que las tendencias en la importancia cultural y la intensificación de manejo se mantienen inclusive entre los integrantes de la misma familia que no comparten la vivienda (capítulo III).

Los resultados del capítulo I de este trabajo permiten establecer que las diferentes formas de manejo existentes sobre los recursos representan un gradiente de intensidad. El grado con el cual se está manejando un recurso es una medida de la complejidad de las prácticas que se llevan a cabo, el número de prácticas diferentes, y el número de personas que las realizan. El capítulo II nos permite comprobar que las variables que suponíamos que podrían ser determinantes de la decisión de intensificar el manejo sí ejercen influencia en este tipo de decisiones. Sin embargo, ellas no operan de la misma forma para todas las especies. Por esta razón, no es posible identificar un único patrón general que esté dirigiendo las acciones de manejo para este conjunto de recursos, pero sí se pueden reconocer patrones que se cumplen para determinados grupos de recursos. En promedio, la propiedad de la tierra en forma individual y la interacción de ésta con la importancia cultural y el periodo de producción a la primera cosecha influyen sobre la intensificación de manejo de todos los grupos de recursos identificados en este trabajo. El capítulo III indica que a nivel de cada núcleo familiar, la importancia cultural evaluada para los recursos empleados en la alimentación afecta las decisiones que se toman en cuanto a la intensificación del manejo.

El enfoque del estudio realizado con la comunidad campesina de Santa María Tecomavaca permite confirmar la existencia de estrategias de manejo tendientes principalmente a modificar la abundancia de recursos. Sin embargo, no brinda información suficiente como para afirmar que las prácticas que se llevan a cabo sobre las 20 especies seleccionadas están dirigidas hacia el mejoramiento de la calidad. Las observaciones de campo no muestran la existencia de fenotipos claramente diferenciables entre las poblaciones de los recursos evaluadas que se encuentran bajo distintas formas de manejo (capítulo I, II y III).

Aunque en la comunidad seleccionada se llevan a cabo prácticas de manejo no agrícola en recursos silvestres que se emplean en la alimentación, hay que considerar que

este grupo humano no basa su economía en este tipo de recursos y por lo tanto las actividades de manejo posiblemente no son tan intensivas como entre otros grupos humanos. Sería importante realizar estudios similares comparando especies que tienen diferencias en cuanto a su biología e importancia cultural entre grupos humanos que sí basan su economía en el empleo de recursos silvestres. Esto permitiría de establecer si los factores identificados como responsables de los procesos de manejo tienen el mismo efecto y si los patrones de manejo no agrícola se repiten para áreas comunales y privadas.

REFERENCIAS

- Alcorn, J. B. 1981. Huastec non crop resource management: implications for prehistoric rain forest management. *Human Ecology* **9**: 395-417.
- Alcorn, J. B. 1989. Process as resource: the traditional agricultural ideology of Bora and Huastec resource management and its implications for research. *Advances in Economic botany* **7**: 63-76.
- Anderson, A. B. y D. A. Posey. 1989. Management of a tropical scrub savanna by the Gorotire Kayapo Brazil. *Advances in Economic botany* **7**: 159-173.
- Arellano, E. y A. Casas. 2003. Morphological variation of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) under silvicultural management in the Tehuacán valley, central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* **50**: 439-453.
- Arzudia-Pérez, C. A. 1981. El estudio de las malezas en valles centrales de Oaxaca. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados de Montecillo. Montecillo.
- Balée, W. y A. Gély. 1989. Managed forest succession in Amazonia: the Ka'apor case. *Advances in Economic Botany* **7**: 129-158.
- Berkes, F. 1998. Indigenous knowledge and resource management systems in the Canadian Subartic. Pp 98-128. En: Berkes, F., C. Folke. y J. Colding (eds.) *Linking Social and Ecological Systems. Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Berkes, F., J. Holding. y C. Folke. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* **10**: 1251-1262.
- Caballero, J. y L. Cortés. 2001. Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. Pp 79-100. En: Rendón, B., J. Caballero. y M. A. Martínez-

- Alfaro (eds.) *Plantas, Cultura y Sociedad*. Universidad Autónoma Metropolitana, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F.
- Caballero, J. y C. Mapes. 1985. Gathering and subsistence patterns among the purépecha of Patzcuaro, Mexico. *Journal of Ethnobiology* **5**: 31-34.
- Callen, E. O. 1967. Analysis of the Tehuacan coprolites. Pp 261-289. En: Byers, D. S. (ed.) *The Prehistory of the Tehuacan Valley. Volumen 1: Environments and Subistence*. University of Texas Press. Austin.
- Casas, A. y J. Caballero. 1996. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Fabaceae: Mimosoideae) in the Mixtec region of Guerrero, México. *Economic Botany* **50**: 167-181.
- Casas, A., J. Caballero., C. Mapes. y S. Zárate. 1997a. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **61**: 17-31.
- Casas, A., J. Caballero. y A. Valiente-Banuet. 1999a. Procesos de domesticación en cactáceas columnares de la vertiente del Pacífico sur de México. Pp 147-234. En: Pimienta-Barrios, E. (ed.). *El Pitayo en Jalisco y Especies Afines en México*. Universidad de Guadalajara, Fundación Jalisco Produce. Guadalajara.
- Casas, A., J. Caballero. y A. Valiente-Banuet. 1999b. Use, management and domestication of columnar cacti in south-central México: A historical perspective. *Journal of Ethnobiology* **19**: 71-95.
- Casas, A., B. Pickersgill., J. Caballero. y A. Valiente-Banuet. 1997b. Ethnobotany and domestication in xoconochtli, *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley and La Mixteca Baja, Mexico. *Economic Botany* **51**: 279-292.
- Casas, A., A. Valiente-Banuet. y J. Caballero. 1998. La domesticación de *Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) Ricobono (Cactaceae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **62**: 129-140.
- Casas, A., A. Valiente-Banuet., J. L. Viveros., J. Caballero., L. Cortés., P. Dávila., R. Lira. e I. Rodriguez. 2001. Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Economic Botany* **55**: 129-166.

- Colunga, P., E. Hernández-X. y A. Castillo. 1986. Variación morfológica, manejo agrícola tradicional y grado de domesticación de *Opuntia* spp. en el bajío guanajuatense. *Agrociencia* **65**: 7-44.
- Comerford, J. C. 1996. Medicinal plants of two mayan healers from San Andres Petén, Guatemala. *Economic Botany* **50**: 327-336.
- Cruz, M. y A. Casas. 2002. Morphological variation and reproductive biology of *Polaskia chende* (Cactaceae) under domestication in central México. *Journal of Arid Enviroments* **51**: 561-576.
- Davies, T. y R. A. Bye. 1981. Ethnobotany and progressive domestication of *Jaltomata* (Solanaceae) in México and Central America. *Economic Botany* **36**: 225-241.
- Flores-Paitán, S. 1987. Old manager fallows at Brillo Nuevo. *Advances in Economic Botany* **5**: 53-66.
- 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.
- Gadgil, M. y F. Berkes. 1991 Traditional resource management systems. *Resource Management and Optimization* **18**: 127-141.
- González, L. 1972. Las cactáceas subfósiles de Tehucán, Puebla. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* **17**: 3-15.
- González-Insuasti, M. S. 1994. Flora utilizada por los AWA de Albí con énfasis en especies medicinales –Estudio de Botánica Económica-. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- González- Insuasti, M. S. 1999. Agroecosistemas tradicionales entre la comunidad indígena Awa de Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Herbarios* **5**: 17-25.
- Goodenough, W. H. 2003. In pursuit of culture. *Annunal Review of Anthropology* **32**: 1-12.
- Hart, T. B. y J. A. Hart. 1986. The ecological basis of hunter-gatherer subsistence in African rain forests: the Mbuti of eastern Zaire. *Human Ecology* **14**: 29-50.
- Hernández-X, E. y A. Ramos 1977. Metodología para el estudio de agroecosistemas con persistencia de tecnología tradicional. Pp 321-333. En: Hernández-Xolocotzi, E. *Agroecosistemas de México*. Colegio de Posgraduados de Montecillo. Montecillo.
- Kottak, C. P. 2004. An anthropological take on sustainable development: A comparative study of change. *Human Organization* **63**: 501-510.

- Kremen, C., I. Raymond. y K. Lances. 1998. An interdisciplinary tool for monitoring conservation impacts in Madagascar. *Conservation Biology* **12**: 549-563.
- Lawrence, A., O. Philips., A. Reategui-Ismodes., M. López., S. Rose., D. Wood. y A. J. Farfán. 2005. Local values for harvested forest plants in Madre de Dios, Peru: Towards a more contextualized interpretation of quantitative ethnobotanical data. *Biodiversity and Conservation* **14**: 45-79.
- Luna, M. D. C. 1999. *Etnobotánica de la pitaya mixteca (Pachycereae)*. Tesis doctoral. Colegio de Posgraduados de Montecillo. Montecillo.
- Luna, M. D. C., J. R. Aguirre y C. B. Peña. 2001. Cultivares tradicionales mixtecos de *Stenocereus stellatus* (Cactaceae). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* **72**: 131-155.
- MacNeish, R. S. 1967. A summary of the subsistence. Pp 290-231. En Byers, D. S. (ed.) *The Prehistory of the Tehuacán Valley*. University of Texas Press. Austin.
- Mapes, C. 1997. Etnobotánica del “quintonil” conocimiento, uso y manejo de *Amaranthus* spp. en México. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.
- Moerman, D. E. 1996. An Analysis of the Food Plants and Drug Plants of Native North America. *Journal of Ethnopharmacology* **52**: 1-22.
- Ostrom, E. 1990. *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Actions*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Padoch, C. 1987. The economic importance and marketing of forest and fallow products in the Iquitos Region. *Advances in Economic Botany* **5**: 74-89.
- Peacock, S. L. y N. J. Turner. 2000. “Just like a garden”: traditional resource management and biodiversity conservation on the interior plateau of British Columbia. Pp 44-73. En: Minnis, P. E. y W. J. Elisens (eds.) *Biodiversity and Native America*. University of Oklahoma Press. Norman.
- Pieroni, A. 2001. Evaluation of the cultural significance of wild food botanicals traditionally consumed in northwestern Tuscany, Italy. *Journal of Ethnobiology* **21**: 89-104.
- Philips, O. y A. H. Gentry. 1993a. The useful plants of Tambopata, Peru: I. Statistical hypothesis test with a new quantitative technique. *Economic Botany* **47**: 15-32.

- Philips, O. y A. H. Gentry. 1993b The useful plants of Tambopata, Peru: II. Additional hypothesis testing in quantitative ethnobotany. *Economic Botany* **47**: 33-43.
- Pimienta-Barrios, E. y P. S. Nobel. 1994. Pitaya (*Stenocereus* spp., Cactaceae): an ancient and modern fruit crop of Mexico. *Economic Botany* **48**: 76-83.
- Posey, D. A. 1992. Interpreting and applying the “reality” of indigenous concepts: what is necessary to learn from the natives?. Pp 21-33. En: Redford, K. H. y C. Padoch (eds.) *Conservation of Neotropical Forest. Working from Traditional Resource Use*. Columbia University Press. Nueva York.
- Smith, C. E. 1967. “Plant remains”. Pp 220-255. En: Byers, D. S. (ed.) *The Prehistory of the Tehuacán Valley. Environment and Subsistence I*. University of Texas Press. Austin.
- Tinoco, A., A. Casas., R. Luna. y K. Oyama. 2005. Population genetics of *Escontria chiotilla* in wild and silvicultural managed populations in the Tehuacán Valley, central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* **52**: 525-538.
- Toledo, V. M., B. Ortiz. y S. Medellín-Morales. 1994. Biodiversity islands in a sea of pasturelands: indigenous resource management in the humid tropics of México. *Etnoecológica* **2**: 37-49.
- Turner, N. J. 1988. “The importance of a rose”: Evaluating the cultural significance of plants in Thompson and Lillooet Interior Salish. *American Anthropologist* **90**: 272-290.
- Vázquez, M. del C. 1991. Tendencias en el proceso de domesticación del papaloquelite (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. Subsp. *macrocephalum* (DC.) R. R. Jonson Asteraceae). Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.
- Warman, A. 2001. *El Campo Mexicano en el Siglo XX*. Fondo de Cultura Económica. México D. F.
- Wilken, G. C. 1970. The ecology of gathering in a Mexican farming region. *Economic Botany* **24**: 286-295.

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 de Montecillo. Montecillo.