



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD
MANEJO INTEGRAL DE ECOSISTEMAS

ETNOECOLOGÍA IXCATECA: PROCESOS DE MANEJO DE RECURSOS
VEGETALES

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTORA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

SELENE RANGEL LANDA

TUTOR(A) PRINCIPAL DE TESIS: DR. ALEJANDRO CASAS FERNÁNDEZ

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS
Y SUSTENTABILIDAD, UNAM

COMITÉ TUTOR: DR. RAFAEL LIRA SAADE

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA, UNAM

DR. EDUARDO GARCÍA FRAPOLLI

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS, UNAM



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD
MANEJO INTEGRAL DE ECOSISTEMAS

ETNOECOLOGÍA IXCATECA: PROCESOS DE MANEJO DE RECURSOS
VEGETALES

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTORA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

SELENE RANGEL LANDA

TUTOR(A) PRINCIPAL DE TESIS: DR. ALEJANDRO CASAS FERNÁNDEZ

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS
Y SUSTENTABILIDAD, UNAM

COMITÉ TUTOR: DR. RAFAEL LIRA SAADE

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA, UNAM

DR. EDUARDO GARCÍA FRAPOLLI

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS, UNAM


Lic. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted, que el Subcomité de Ecología y Manejo Integral de Ecosistemas del Posgrado en Ciencias Biológicas, en su sesión ordinaria del día **23 de octubre de 2017**, aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **DOCTORA EN CIENCIAS** a la alumna **RANGEL LANDA SELENE**, con número de cuenta **505016861**, con la tesis titulada, "**Etnoecología ixcatteca: procesos de manejo de recursos vegetales**", dirigida por el **DR. ALEJANDRO CASAS FERNÁNDEZ**:

Presidente: Dr. José Juan Blancas Vázquez
Vocal: Dr. Ernesto Vicente Vega Peña
Secretario: Dr. Rafael Lira Saade
Suplente: Dra. Andrea Martínez Balleste
Suplente: Dra. Ana Isabel Moreno Calles

Sin otro particular, quedo de usted.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, Cd. Mx., a 21 de noviembre de 2017


DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA
COORDINADOR DEL PROGRAMA



AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme la formación académica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca que me fue otorgada para la realización de mis estudios.

Al Programa de Apoyo a los Estudios de Posgrado (PAEP) por el apoyo que me otorgó para la asistencia a cursos, congresos, la realización del proyecto de investigación a través del programa de Mejoras de la Tasa de Graduación.

A los proyectos que financiaron el trabajo de campo, la realización de actividades de vinculación con la Comunidad de Santa María Ixcatlán y la elaboración de materiales de divulgación. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), proyecto CB-2013-01-221800; al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), DGAPA, UNAM, proyectos de investigación IN209214 y IN206217; a la Fundación Alfredo Harp Helú Oaxaca, A.C. y a la Fundación UNAM, proyecto IE-282.311.190; así como a la Red Temática del CONACYT sobre Productos Forestales No Maderables.

Mi más profundo agradecimiento y reconocimiento al Dr. Alejandro Casas por dirigir mi proyecto de tesis, brindarme formación académica al compartir sus conocimientos y apoyarme en todo momento. Al Dr. Rafael Lira Saade y al Dr. Eduardo García Frapolli, miembros de mi comité tutor por sus observaciones y sugerencias que enriquecieron el proyecto de investigación y guiaron mi formación académica durante esta etapa.

AGRADECIMIENTOS A TÍTULO PERSONAL

Antes de nombrar a quienes agradezco profundamente por formar parte de esta etapa de mi vida académica y personal quiero hacer el reconocimiento del carácter colectivo de este proyecto de investigación que tiene sus bases en el proyecto de tesis de licenciatura, el Proyecto de documentación de la Lengua Ixcateca y los proyectos que se realizan en el laboratorio de Manejo y Evolución de Recursos Genéticos.

A quienes con su labor diaria hacen posible que la Universidad Nacional Autónoma de México y en particular el Posgrado en Ciencias Biológicas y el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, sean un espacio de crecimiento académico y enriquecimiento personal. En especial gracias a Dolores Rodríguez, Janick E. Equihua, Leonarda Terán, Lilia Espinosa, Lilia Jiménez, Esteban Mouret, Patricia Oliva y el Dr. Armando Rodríguez por su apoyo en todos los trámites ante el Posgrado en Ciencias Biológicas. A Ileri Guzmán y Mariana Martínez por su apoyo en las gestiones ante la dirección. A Lic. Claudia Sánchez y el equipo de trabajo de la administración del IIES por su apoyo en la gestión de los recursos de los proyectos. A los técnicos académicos Heberto Ferreira Medina, Alberto Valencia García, Atzimba López Maldonado y Daniel Villarreal Hernández por su invaluable apoyo en las redes y telecomunicaciones. A Leonor Solís Rojas por su colaboración y asesoría en las actividades de vinculación y elaboración de publicaciones de divulgación. A Ma. Guadalupe Cornejo Tenorio y Rosalinda Medina Lemos quienes junto a 37 especialistas nos ayudaron a determinar plantas y animales.

Al Dr. Eduardo Frapolli y el Dr. Rafael Lira, miembros de mi Comité Tutor por sus recomendaciones que enriquecieron el proyecto y permitieron acotarlo para así lograr con los

compromisos establecidos con el posgrado. Al Dr. José Juan Blancas Vázquez, el Dr. Ernesto Vicente Vega Peña, la Dra. Andrea Martínez Ballesté y la Dra. Ana Isabel Moreno Calles, miembros del jurado por su apoyo y aportaciones en el desarrollo final de este trabajo.

A Alejandro Casas, tutor y amigo, gracias por guiarme en mi formación académica, tu apoyo incondicional, y que a través de tu pasión por trabajo, sensibilidad, visión, congruencia entre los sueños y las acciones, eres un ejemplo a seguir para ser una mejor persona y de cómo guiar nuestro quehacer profesional.

A la comunidad de Santa María Ixcatlán, las autoridades municipales y comunales, la Asamblea por permitir el desarrollo de la investigación. A las casi 250 personas que en algún momento nos han brindado su hospitalidad, compartido su tiempo y permitirnos conocer el fascinante y valioso Patrimonio Biocultural Ixcateco. De forma especial quiero agradecer a Cipriano, Patrocinia, Pedro, Felicitas, Juana, Rufina, Juliana, Gregorio, Juanita y Petra quienes mantiene en su memoria la lengua ixcateca. A las familias Alvarado Álvarez, Jiménez Salazar, Ramírez Salazar, Hernández Velazco, Álvarez López y Martínez Guzmán, con quienes siempre hubo momentos para compartir y reír, por apoyarnos en todas las actividades. A los jóvenes ixcatecos que orgullosamente nos mostraron su territorio y compartieron sueños; muchas gracias Chayito por los recorridos al monte y entre broma y broma compartirnos tu vasto conocimiento sobre plantas y animales; Amando muchas gracias por compartir tus sueños, tus planes, por ser ejemplo de que con trabajo, perseverancia y visión, es posible a pesar de las adversidades y tentaciones, seguir en el terruño y tener la posibilidad de mejores oportunidades para tu familia y tu comunidad; Miguelito, ahora un joven gracias por mostrarnos los juegos, la forma tan especial en que como niño conocías e interactuabas con las plantas y animales. A las maestras Lilia, Leticia, Viridiana y el maestro Ramiro por su

colaboración y apoyo. Don Rosario muchas gracias por compartir su arte; Andrés, Demetrio, Alejandro gracias por las charlas sobre la comunidad. Gracias a todos aquellos que ya por cuestión de espacio no me es posible mencionar en estas líneas, por todos ustedes queridos amigos Ixcatecos, radicados y peregrinos, me fue posible realizar este trabajo, siempre estaré en deuda con todos ustedes.

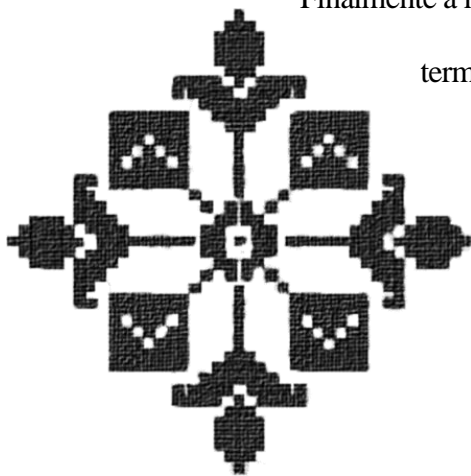
A Michael Swanton, gracias por la posibilidad de volver a Ixcatlán, sin ella simplemente este proyecto no habría surgido. Sandra, Erandi, amigas y cómplices de tantas ixcaventuras, mi más profunda admiración y sobre todo muchas gracias por incansable colaboración sin la cual este proyecto no hubiera sido posible, y su infinita paciencia para mí y mis aceleres. Luz gracias por tu apoyo en el proyecto. Emanuel gracias por tu apoyo y por la oportunidad de iniciar mi aprendizaje como tutora. Leo, Andy, Carlos gracias por sumarse al equipo de trabajo y darle forma a la lotería, memorama y libro. A Ricardo por haberme prestado un protocolo de investigación de Casas con el cual me di cuenta al leerlo que eso era exactamente lo que yo quería hacer y por haberme invitado a hacer la tesis, ese fue el primer paso para adentrarme en el estudio de las relaciones Humano-Naturaleza y llegar a Ixcatlán.

A los integrantes del Laboratorio MARGEN por su amistad, apoyo, compartir visiones e intereses, y aunque con altas y bajas ahí seguimos. José, Ana, Fabi, Yaayé, Xitlali, Andrés, Dánae, Leo, América, Alex León, Alex Reyes, Susa, Caro que aunque ya andan por otros rumbos su amistad, recomendaciones, ejemplo y apoyo siempre están presentes. Nacho qué hubiera sido de mi sin ti para lidiar con la diversidad vegetal de Ixcatlán, gracias por tu apoyo y las colaboraciones en los proyectos de manejo de maguey. Carmen Julia, Marianita, Hernán, Bere gracias por la convivencia, la comida, por acompañarnos en el proceso. Paco, Gonzalo, Pau, Itsi, Saúl, Oasis, Edna, Diana, gracias por el casi-diario convivir.

A Jorge, Xitla, Mauricio, Nacho, América, Emilio gracias por los aprendizajes en los proyectos de Perlas de Michoacán, una fase importante que me ayudo además de aprender de la producción mezcales a decidirme a seguir con mi formación académica.

A mis amigas de toda la vida Ceci, Carmen, Ana, Angeles, Lore, Paty, Meche, Teté, gracias por siempre estar ahí. A quienes me han hecho sentir parte de la familia cuando he andado lejos de casa, gracias Doña Pipa, Lucy, Mary, Domi, Doña Lupita, Sra. Irma, Sra. Juanita, Sra. Berta, mi querida Doña Rosita que en paz descanse.

A mi familia por su apoyo incondicional, en especial a mi madre por su amor, apoyo y ejemplo, a mi padre por los sacrificios que ha hecho para darnos las oportunidades. A mis hermanos, ti@s, prim@s, sobrin@s. Gracias especialmente a mi madre Antoñita, MamaChelo, Tía Tere que en estos últimos años me han ayudado a reconocer mis orígenes al compartirme historias de su vida en el rancho, qué plantas juntaban del monte y la milpa para hacer rendir la comida, las historias de mis bisabuelas y tatarabuelas que eran médicos tradicionales, sus travesías para llevar al otro lado comida, semillitas, piecitos de plantas para de vez en cuando comer de lo de antes y no extrañar tanto.



Finalmente a mis querid@s Claus, Pachys, Doña Rosita, Isidro, mi nilyi que terminaron su camino en este nuestro mundo, sus luchas, sueños y ejemplo de vida son motivos para seguir haciendo lo que me gusta y dar lo mejor que puedo en todo lo que hago.

Skanaari

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN GENERAL	
Sistemas de manejo de recursos naturales	8
El manejo: Prácticas y estrategias	9
Intensidad de manejo	10
¿Qué motiva el manejo?	12
El manejo y el patrimonio biocultural	14
La etnoecología	15
Procesos de manejo: ¿por qué continuar su estudio?	16
¿Por qué Santa María Ixcatlán?	17
Preguntas	19
Hipótesis	19
Objetivos	21
Estructura de la tesis	21
CAPÍTULO I	
Rangel-Landa, S., A. Casas, E. Rivera-Lozoya, I. Torres-García y M. Vallejo-Ramos. 2016. Ixcatec ethnoecology: plant management and biocultural heritage in Oaxaca, Mexico. <i>Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine</i> 12:30.	26
CAPITULO II	
Rangel-Landa S., A. Casas, E. García-Frapolli y R. Lira. 2017. Socio-cultural and ecological factors influencing management of edible and non-edible plants: the case	

of Ixcatlán, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 13:59. 80

CAPITULO III

Rangel-Landa, S., E. Rivera-Lozoya y A. Casas. 2014. Uso y manejo de las palmas *Brahea* spp. (Arecaceae) por el pueblo ixcateco de santa María Ixcatlán Oaxaca, México. *Gaia Scientia* 2014(2): 62–78. 117

DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES

Los propósitos y desafíos del estudio 135

Estrategia de subsistencia, patrones de uso de recursos vegetales 136

Prácticas de manejo en plantas con diferentes tipos de uso 138

Intensidad de manejo e indicadores de riesgo 139

Móviles del manejo 142

Manejo de los recursos vegetales y su papel en el patrimonio biocultural 145

Los retos de la investigación sobre el manejo 147

LITERATURA CITADA 152

ANEXO 1. Patrimonio biocultural ixcateco

Smith, S.E., S. Rangel-Landa, M.W. Swanton, A. Casas y E. Rivera-Lozoya. 2016. Patrimonio Biocultural Ixcateco: investigación y colaboración para su documentación, valoración y difusión. *Diálogos de Campo* Año II (1). 166

Rangel-Landa, S., S.E. Smith-Aguilar, E. Rivera-Lozoya, M.W. Swanton, A. Casas, L. Solís, A. Pérez y C. Villaseñor. 2016. Patrimonio biocultural ixcateco. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 200

ANEXO 2. Investigaciones para el manejo de *Agave potatorum*

Torres, I., A. Casas, A. Delgado-Lemus y S. Rangel-Landa. 2013. Aprovechamiento,

- demografía y establecimiento de *Agave potatorum* en el Valle De Tehuacán, México:
Aportes etnobiológicos y ecológicos para su manejo sustentable. *Zonas áridas* 15 (1): 268
1-16.
- Rangel-Landa, S., A. Casas y P. Dávila. 2015. Facilitation of *Agave potatorum*: an
ecological approach for assisted population recovery. *Forest Ecology And* 286
Management 347:57–74.

RESUMEN

La presente investigación analizó cómo la comunidad de Santa María Ixcatlán, única localidad donde se encuentran los ixcatecos, interactúa con las plantas a través de su manejo como eje principal de análisis. El objetivo general fue identificar los factores ecológicos, sociales, económicos y culturales que motivan y determinan que ocurran tales interacciones entre humanos y naturaleza con plantas utilizadas con diferentes propósitos. Se partió de la hipótesis general de que los recursos bióticos son manejados por los seres humanos como parte de una estrategia de asegurar su disponibilidad, disminuir la incertidumbre en tener acceso a éstos. Se propuso que esta decisión se aplica principalmente a aquellos recursos de mayor importancia cultural y económica (en especial los recursos alimentarios) y que son relativamente escasos. Esta motivación permite visualizar en el presente los mecanismos que originaron el manejo y la domesticación durante la prehistoria y que condujeron al origen de la agricultura. Sin embargo, también se consideró que la cultura y la inventiva humana plantean diversas motivaciones para el manejo, incluyendo la curiosidad, valores éticos y valores rituales moldeados por las costumbres y la visión del mundo de los pueblos que los manejan.

Se obtuvo información en campo a través de colectas etnobotánicas, entrevistas semi-estructuradas a hombres, mujeres y niños campesinos, listados libres, muestreos de vegetación, entrevistas a profundidad y observación participante. Estas herramientas metodológicas estuvieron enfocadas a documentar el manejo de los recursos vegetales, el uso, los conocimientos asociados y creencias en torno a las plantas, evaluar la disponibilidad de las especies, identificar la importancia de éstas en la subsistencia, estimar la intensidad del manejo, así como el desarrollo de indicadores de riesgo, con el fin de identificar los motivos que las personas tienen para manejar las plantas. La información obtenida se analizó mediante

métodos estadísticos descriptivos; la información cuantitativa se analizó mediante estadística multivariada, y la información cualitativa mediante métodos *ad hoc*.

La comunidad de Santa María Ixcatlán sigue una estrategia de uso múltiple de la naturaleza a través de la agricultura de temporal, producción de sombreros de fibras de *Brahea dulcis*, producción de mezcal *Agave potatorum*, la extracción de leña, la ganadería semi-extensiva y la extracción de plantas con diversos usos para el autoconsumo de las unidades familiares, entre otras actividades, las cuales se complementan con los ingresos obtenidos de empleos temporales y programas gubernamentales de asistencia social.

Se registraron 780 especies de plantas, de las cuales al menos 400 son especies nativas manejadas con prácticas más allá de la recolección simple; para ello, las personas de Ixcatlán hacen uso de diferentes unidades del paisaje en el territorio de la comunidad. Algunas especies son manejadas a través de estrategias culturales como el almacenamiento, la reciprocidad, el intercambio; así como estrategias sociales, involucrando usos y costumbres, reglas comunitarias, entre otras. Las prácticas de manejo identificadas fueron: cuidados durante la recolección, tolerancia, trasplante de individuos, protección mediante diversas labores de mantenimiento, fomento de las poblaciones de algunas especies, y cultivo. El seguimiento de normas de comportamiento y acuerdos comunitarios que regulan el acceso y las técnicas de cosecha también son consideradas como formas de manejo de recursos vegetales, pues estas involucran estrategias y planes para asegurar su disponibilidad. La intensidad de manejo, como se hipotetizó, es mayor en plantas comestibles debido a que tienen una mayor variedad de prácticas, son las más frecuentes en los sistemas agroforestales y se encuentran bajo procesos de selección artificial, la cual se asocia significativamente a indicadores de riesgo. En contraste, esta relación no fue significativa para las plantas medicinales y en el caso de las

ceremoniales no mostró relación alguna. La necesidad de mantener la disponibilidad es una de las principales motivaciones para el manejo, pero ésta opera de forma simultánea con otras motivaciones como la necesidad de embellecer el entorno, la curiosidad y otros motivos de carácter ético.

Este trabajo tiene un valor teórico en el campo de la etnoecología, la ecología y la evolución para entender los procesos de manejo y domesticación. Contribuye un poco más al entendimiento de los procesos que subyacen a la generación de los patrones de diversidad biocultural, y aporta a construir teorías acerca de cómo ocurrió la domesticación en el pasado, entendiendo cómo opera en el presente. Ha coadyuvado al entendimiento de cómo ocurren los procesos de toma de decisiones para manejar recursos vegetales, los cuales pueden hacerse extensivos a recursos bióticos en general. Pero además, en el proceso de diálogo de saberes sobre el que se construyó la metodología, los resultados y las conclusiones teóricas, el grupo de investigación colaboró con la comunidad de Santa María Ixcatlán en procesos de revitalización de la lengua ixcatéca y valoración de su Patrimonio biocultural, así como en la búsqueda de alternativas para el manejo de *Agave potatorum*, uno de los recursos vegetales más importantes de la región.

ABSTRACT

This research analyzed how the community of Santa María Ixcatlán, the only locality where the Ixcatecos are settled, interact with plants through their management as main analysis focus. The general purpose was to identify the ecological, social, economic, and cultural factors that motivate and determine that such interactions between humans and nature take place with plants utilized with different purposes. It was hypothesized that plants, as in general biotic resources, are managed by humans as part of a general intention of ensuring their availability; in other words, decreasing the uncertainty to have access to them. It was proposed that such decision is mainly directed to those resources with higher cultural and economic importance (especially edible resources, which are of primary importance for people subsistence), and that are relatively scarce. Such motivation allows visualizing currently those mechanisms that originated the management and domestication of plants and animals during prehistory, leading to the origins of agriculture. However, it was also considered that human culture and inventiveness suggest that other factors such as curiosity, ethical values, and rituals, might also have influence motivating management. If this is true it could be visible when analyzing management with plants directed to different purposes.

We obtained information through ethnobotanical collection, semi-structured interviews, free listings, vegetation samplings, in-depth interviews and participant observation. Our methodological tools were focused on documenting the management of plant resources, use, associated knowledge and beliefs around plants, assessing the availability of species, identifying their importance in subsistence, estimating the intensity of management, as well as the development of risk indicators in order to identify the reasons that people have to manage the plants. Quantitative analyzes were performed using multivariate statistics, whereas

qualitative data were analyzed through descriptive statistics and qualitative methods of analyses.

The community of Santa María Ixcatlán follows a strategy of multiple use of biodiversity and ecosystems through rainfed agriculture, production of hats with *Brahea dulcis* fibers, production of *Agave potatorum* mescal. These activities are complemented by extraction of firewood, semi-extensive livestock and extraction of plants with diverse uses for direct consumption by households, among other activities that are in turn complemented with incomes obtained from temporary jobs and government social assistance programs.

We recorded 780 plant species were recorded, at least 400 of them are native and under management with practices beyond harvesting through simple gathering, making use of different units of the landscape in the territory of the community. Some species are managed through cultural strategies such as storage, reciprocity and interchange; as well as through social relations such as uses and customs, and communitarian regulations, agreements and institutions. The management practices identified were: care during collection, tolerance, transplant of individuals, protection through various maintenance tasks, promotion of the populations of some species, cultivation. Regulations and agreements constructed by the communities area considered to be part of the resources management, since these reflect construction of strategies and planning directed to optimizing, caring and planning use of biotic resources. The management intensity, as expected, was higher in edible plants compared with other plant resources. This is apparently due to these have a greater variety of practices, are the most frequent in agroforestry systems and are under processes of artificial selection, which is significantly associated with risk indicators. Such relationship was not significant for medicinal plants and in the case of ceremonials showed no relationship. The need to maintain

availability is one of the main motivations for management, but this process operates simultaneously with other motivations such as the need to beautifying the environment, satisfying curiosity and ethical reasons.

This work has high theoretical value in the field of ethnoecology, ecology and evolution under domestication. It contributes to the understanding of the processes that underlie the construction of biocultural diversity patterns, as well as their contributions to formulate theories about how domestication occurred in the past. Such contributions are relevant for understanding the origins of domestication and agriculture, as well as the current processes of technological innovation. But in addition, during the dialogue process constructed for carrying out this study, we collaborated with the community of Santa María Ixcatlán I several topics, including suggestion for ordination and planning use of plant resources, rescuing traditional management techniques, contacting with other communities under similar processes, and particularly important, processes of revitalization of the ixcattec language and valuation of its biocultural heritage. We in particular centered our attention in developing proposals for sustainable management of main forest products such as the palm *Brahea dulcis* and the mescal maguey *Agave potatorum*, some of the most important plant resources of the region of the Tehuacán-Cuicatlán Valley.

INTRODUCCIÓN GENERAL

INTRODUCCIÓN GENERAL

Sistemas de manejo de recursos naturales

Los sistemas de manejo de los recursos naturales están constituidos por los grupos humanos que los manejan, las poblaciones de especies, las comunidades bióticas y los ecosistemas manejados; incluye también el complejo de conocimientos y técnicas que guían las decisiones y prácticas humanas dirigidas a transformar o adaptar los sistemas naturales o artificiales, sus componentes (recursos) o sus procesos funcionales (servicios ecosistémicos) a los requerimientos humanos. Todos estos procesos tienen fines explícitos, o propósitos culturales deliberados para aprovechar, preservar o recuperar a los elementos o los sistemas (Casas *et al.*, 1997, 2014, 2017; Blancas *et al.*, 2010).

Estos sistemas de manejo al igual que los socio-ecosistemas de los cuales forman parte, son moldeados por las características ecológicas del entorno, los atributos de los recursos naturales y ecosistemas que son manejados, así como por las características culturales y sociales de los grupos humanos que los manejan, el conocimiento que tienen sobre ellos y sus necesidades (Bye, 1993; Casas *et al.*, 1997, 2007; Berkes *et al.*, 2003; Blancas *et al.*, 2010, 2016). Estos sistemas son sumamente dinámicos, ocurren a distintas escalas temporales, espaciales y de organización de la complejidad, es decir a nivel de individuos, poblaciones o ecosistemas e involucran la acción humana a diferentes escalas de organización, desde los individuos, las unidades familiares, las comunidades e incluso ámbitos a nivel regional o planetario (Berkes y Folke, 1998; Casas *et al.*, 2014).

Cuando estos sistemas tienen como base el conocimiento y experiencia de culturas ancestrales heredadas por los usuarios de los recursos, se pueden definir como sistemas de

manejo de recursos tradicionales o locales, los cuales desarrollan sus propias formas de adaptarse y enfrentar su ambiente natural y cultural (Berkes y Folke, 1998).

El manejo: Prácticas y estrategias

En el manejo tradicional son de interés las prácticas que realizan los seres humanos para hacer uso y asegurar la disponibilidad de los recursos, intervenciones directas sobre los individuos de las especies que le interesan o los ecosistemas donde se encuentran (Blancas *et al.*, 2014). Éstas incluyen un amplio espectro de interacciones sobre individuos, poblaciones o comunidades y tienen lugar en los sitios de distribución natural de las especies *in situ*. Pero también pueden llevarse a cabo fuera de ellos (manejo *ex situ*) en ambientes modificados y adecuados por los seres humanos (Bye, 1993; Casas *et al.*, 1997, 2001; Blancas *et al.*, 2010). Estas prácticas incluyen la recolección selectiva y sistematizada o planificada y aquella en la que se realizan cuidados especiales para procurar la supervivencia de los individuos que se aprovechan; la tolerancia de individuos cuando se realizan aclareos; la protección a través de prácticas que favorecen la permanencia (adición de nutrientes, podas, eliminación de competidores, protección de depredadores y factores ambientales); la inducción de la abundancia (dispersión de semillas y estructuras vegetativas); el trasplante de individuos; y el cultivo, es decir la propagación deliberada ya sea de estructuras vegetativas o semillas en ambientes manipulados (Casas *et al.*, 1997; González-Insuasti y Caballero, 2007; Blancas *et al.*, 2010).

Las regulaciones comunitarias del acceso y forma en que se aprovechan los recursos son ejemplos de estrategias sociales dirigidas a mantener los recursos, y éstas forman parte importante de estos sistemas de manejo. Estas regulaciones se pueden expresar en

restricciones formales como reglas o leyes, así como en normas de comportamiento, convenciones sociales y códigos de conducta, construidos por los propios grupos sociales (Ostrom, 1990; North, 1994; Pretty, 2003; Blancas *et al.*, 2014).

Las estrategias culturales como mecanismos para amortiguar la escasez, también forman parte de los sistemas de manejo y a su vez pueden ser indicadores de su importancia cultural, por ejemplo: 1) La movilidad en sitios específicos, como la respuesta más simple, en la que se toma ventaja de la estructura espacial y temporal de los recursos para evitar la escasez; 2) La diversificación, que incluye prácticas como ampliar la base del sistema de subsistencia, explotar un gran número de plantas o animales y sitios, así como el uso de recursos de emergencia; 3) El almacenamiento físico para que un recurso pueda ser usado en algún momento futuro; y 4) El intercambio basado en valores de derecho y la moral, como el compartir y la reciprocidad (Halstead y O'Shea, 1989).

Intensidad de manejo

El manejo se realiza de forma diferencial entre distintas especies y en diferentes momentos y contextos socio-ecológicos, ya que cada grupo humano reconoce diferentes propiedades que le interesan y cualidades que le permiten manejar cada especie para satisfacer sus propias necesidades. Esta condición en su conjunto influye en cómo son valorados los recursos y ecosistemas y, a su vez, determina diferentes grados de manipulación o intensidad de manejo (Lira *et al.*, 2009; Blancas *et al.*, 2010, 2013).

La intensidad del manejo ha sido definida como un estado multifactorial (González-Insuasti y Caballero, 2007; Blancas *et al.*, 2013), y algunos de los factores pueden evaluarse mediante indicadores; entre los más importantes son el número de prácticas realizadas

simultáneamente, la especialización o complejidad de las prácticas, la ocurrencia de selección artificial y el grado de intensidad de ésta, la realización de estrategias culturales y sociales, la energía invertida y el número de personas que realizan las prácticas y la cantidad de recursos obtenidos (González-Insuasti y Caballero, 2007; Blancas *et al.*, 2013; Casas *et al.*, 2014, 2017).

La variación en la intensidad del manejo ha sido asociada a la necesidad de hacer frente al riesgo o a la incertidumbre en la disponibilidad de recursos. Es decir, la preocupación de la gente por asegurar los recursos, los cuales continuamente se encuentran en escenarios de variabilidad de condiciones socio-ecológicas que afectan el acceso a éstos (Blancas *et al.*, 2013). El riesgo o incertidumbre está asociado en parte a factores ecológicos como el ciclo de vida, el sistema reproductivo, la distribución, la abundancia y la biomasa útil (Casas *et al.*, 2008; González-Insuasti *et al.*, 2008). Pero también está asociado a aspectos humanos, tales como la presión que éstos ejercen sobre los recursos y que puede estar influenciada por el valor de uso y de intercambio que poseen cada uno de ellos, la inclusión de los recursos en el mercado y niveles de extracción (Belcher *et al.*, 2005; Arellanes *et al.*, 2013; Blancas *et al.*, 2013); la percepción de su escasez y qué tanto es sustituible o no en los propósitos a los que se encuentran destinados (González-Insuasti y Caballero, 2007; González-Insuasti *et al.*, 2008; Blancas *et al.*, 2013; Larios *et al.*, 2013).

La influencia de estos factores en la intensidad del manejo de diferentes especies puede ser muy variable, producto en parte del contexto sociocultural y ecológico en el que se realiza, como lo muestran los estudios regionales realizados por Blancas *et al.* (2010) y Arellanes *et al.* (2013). Incluso puede variar dentro de los diferentes sectores de una misma localidad, en donde frecuentemente influyen factores como la ocupación, la edad y el género de los

manejadores, así como la tenencia de la tierra, la organización comunitaria y la importancia cultural de los recursos y ecosistemas (Camou-Guerrero *et al.*, 2008; González-Insuasti *et al.*, 2011; Blancas *et al.*, 2013). De la misma manera, se ha encontrado que la relación entre los factores difiere, lo que también puede influir en la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos. Tales diferencias en la relación entre factores se han documentado analizando la importancia local de los recursos en relación con su disponibilidad (Casas *et al.*, 1997 , 2001; Lira *et al.*, 2009; Maldonado *et al.*, 2013), y entre la valoración cultural (número de usos, calidad) y la importancia práctica (aprovechamiento) (Reyes-García *et al.*, 2006; Camou-Guerrero *et al.*, 2008).

¿Qué motiva el manejo?

Se ha propuesto que los motivos por los cuales el hombre implementa estrategias y prácticas de manejo, están relacionados con la incertidumbre o la falta de certeza en la disponibilidad de los recursos. Este postulado ha sido particularmente importante en estudios que buscan una explicación del origen de la agricultura (Flannery, 1986; MacNeish, 1992). Pero también lo ha sido para explicar los móviles o motivaciones de procesos y cambios culturales en sociedades preindustriales (Halstead y O'Shea, 1989) y en el manejo de recursos vegetales en comunidades campesinas en la actualidad (Blancas *et al.*, 2013). Estos estudios han tenido principalmente como modelo de estudio las plantas comestibles por su innegable importancia primordial en todas las culturas.

Sin embargo, en trabajos dedicados a documentar las prácticas de manejo de recursos vegetales, se ha encontrado que en numerosos casos el motivo por el que se realizan prácticas como la tolerancia de individuos en los huertos y en terrenos de agrícolas también incluyen

temas como la apreciación de su belleza, el derecho de los organismos a existir, el derecho de futuras generaciones a disfrutarlas, el prestigio asociado a que los lugares se vean mejor y a que si se dejan estas plantas se pueden compartir con otras personas (Blanckaert *et al.*, 2004; Moreno-Calles *et al.*, 2010), la memoria y el simbolismo asociadas a individuos, especies o ambientes (Jain, 2000), y la curiosidad intelectual y otros factores derivados de la naturaleza de la percepción y cognición pueden ser factores importantes en la motivación del manejo, como los son de estructuración de los sistemas de clasificación (Hays, 1982). Estos elementos sugieren que además de la preocupación por la incertidumbre en la disponibilidad, el gusto asociado a la valoración estética, asociaciones simbólicas y rituales, el prestigio, recuerdos y valores éticos, también pueden ser móviles importantes en el manejo de recursos vegetales y que en algunos grupos como las plantas ornamentales y ceremoniales puede ser el principal motivo para la realización de prácticas de manejo (Blancas *et al.*, 2013).

Adicionalmente, el análisis del papel de la incertidumbre en la disponibilidad de recursos ha sido poco abordado para entender los mecanismos que subyacen el manejo de recursos vegetales con otros tipos de uso diferentes al comestible, como lo son las plantas medicinales, las usadas como combustible, forraje, ornamentales y ceremoniales, usos que también son de fundamental importancia en las comunidades campesinas que basan su subsistencia en el uso múltiple de los recursos naturales (Caballero y Cortés, 2001; Casas *et al.*, 2001; Toledo *et al.*, 2003; Lira *et al.*, 2009). Así, plantas con estos tipos de usos representan sistemas de estudio idóneos para profundizar en el estudio de los móviles y factores que determinan el tipo e intensidad del manejo.

El manejo y el patrimonio biocultural

El manejo de los recursos naturales basado en el conocimiento ecológico tradicional, como un tipo de relación humano-naturaleza, ha dado lugar desde la prehistoria a procesos de uso y conservación de las especies, la domesticación de paisajes y domesticación de las especies con la generación de un número de variedades de acuerdo a necesidades culturales; procesos que continúan operando en la actualidad en un gran número de comunidades rurales, y cuyos elementos y procesos forman parte del patrimonio biocultural (Boege, 2008).

La estrecha relación entre valores altos de la biodiversidad y agrobiodiversidad con la riqueza cultural, ponen de manifiesto los estrechos vínculos entre procesos de diversificación de la diversidad biológica, genética, lingüística, cognitiva, agrícola y paisajística que en su conjunto conforman complejos bioculturales con orígenes históricos producto de la interacción de las culturas con sus medios ambientes naturales (Maffi, 2005; Boege, 2008; Toledo y Barrera-Bassols, 2010).

En este sentido el análisis de los móviles y factores que influyen el manejo puede contribuir al entendimiento de los mecanismos que dan origen y mantienen los complejos bioculturales, los cual es de relevancia en regiones como Mesoamérica, uno de los centros independientes de origen de la agricultura y región reconocida por su rica diversidad biocultural (Bye, 1993; Casas *et al.*, 2007; Casas y Parra, 2016), pero también por las problemáticas que enfrentan como la presión sobre sus territorios, la pérdida de variedades nativas y la pérdida de conocimiento ecológico tradicional, etc. (Boege, 2008; Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

La etnoecología

La etnoecología es considerada una disciplina emergente e interdisciplinaria que de forma general busca entender las complejas relaciones entre los seres humanos, sus sociedades y la naturaleza (Toledo, 2002; Toledo y Alarcón-Cháires, 2012). Para abordar este estudio se ha construido un marco conceptual en el que resulta relevante el análisis de los sistemas de conocimiento, la percepción y el comportamiento, las prácticas y formas de vida que se generan a partir de este conocimiento, así como las creencias, el simbolismo, las representaciones y concepciones en torno a ella (Toledo, 1990; Nazarea, 1999; Alves y Souto, 2010; Anderson, 2011). En este marco conceptual también se integra el análisis de las consecuencias que tienen estas relaciones expresadas a través de las prácticas de manejo en los sistemas naturales al analizar características de los sistemas naturales como parte del estudio de cómo se estructuran los complejos bioculturales (Boege, 2008; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Casas *et al.*, 2014). Como marco también permite establecer un diálogo de saberes con las comunidades dentro del mismo quehacer investigativo, que permite dar pasos hacia la atención de problemas concretos de manejo en un ejercicio de colaboración (Casas *et al.* 2017).

Procesos de manejo: ¿por qué continuar su estudio?

El estudio de los sistemas de manejo tradicional nos ha mostrado una estrecha relación entre las prácticas que involucra y el contexto socio-ecológico en donde tienen lugar (Arellanes *et al.*, 2013; Blancas *et al.*, 2013). Esto significa que a pesar de los patrones identificados sigue siendo relevante su estudio en otros contextos, de forma que se puedan identificar los patrones emergentes. También se ha planteado la necesidad de explorar otros factores vinculados al

contexto social y cultural, como por ejemplo, el papel que desempeñan en los intercambios entre las familias (Casas *et al.*, 2017). Así como la necesidad de explorar cómo se dan estas relaciones entre el manejo y los factores en plantas con otros tipos de uso (Blancas *et al.*, 2013).

Entender cómo valoran los seres humanos las plantas con diferentes tipos de uso, qué factores determinan la elección de las diferentes estrategias, la intensidad con la que se realizan las prácticas, así como las motivaciones que tienen para realizarlas, puede ayudar a entender cómo ocurrieron en el pasado y cómo ocurren en el presente procesos de domesticación. Asimismo, contribuyen a comprender los procesos de mantenimiento de los recursos o los procesos de su pérdida, así como identificar aquellos factores sociales y culturales en los que se debe poner atención para el desarrollo de estrategias de conservación o de su recuperación.

Los sistemas de manejo tradicional de los recursos naturales representan una rica fuente de experiencias en el manejo de los recursos naturales. Actualmente enfrentan grandes retos asociados a problemas socio-ecológicos complejos y a ritmos acelerados de explotación en los que ocurren, tales como las presiones sobre contextos sociales (homogeneización cultural), económicos (globalización y economía del mercado) y ambientales (cambio climático, deforestación, sobreexplotación), los cuales determinan una creciente presión sobre las sociedades tradicionales y sus recursos naturales (MEA, 2005; Barnosky *et al.*, 2012). Los ritmos de extracción sobre algunos recursos se han acelerado, sobrepasando la capacidad de respuesta de los sistemas naturales y del desarrollo de estrategias de manejo por parte de las sociedades cuya subsistencia se basa en el aprovechamiento directo de los recursos naturales (Casas *et al.*, 2014). En este contexto, las investigaciones sobre las causas, los

factores que influyen y los procesos del manejo tradicional pueden hacer contribuciones relevantes a la construcción de formas sustentables de manejo de recursos naturales y ecosistemas, así como entender cómo ocurrieron procesos de domesticación en el pasado y siguen manteniéndose en la actualidad (Casas *et al.*, 2014).

El análisis de cómo operan los sistemas de manejo tradicional es de particular importancia en países como México, en donde el territorio de los pueblos indígenas comprende el 14% del territorio nacional (Boege, 2008) y el 70% de dicho territorio tiene alguna categoría de valor por la biodiversidad que alberga y contribuyen con el 26.2% de la superficie de las áreas naturales protegidas del país (Boege, 2008). Pero también es importante señalar que estos territorios se encuentran ante una enorme vulnerabilidad debido a procesos asociados a la pobreza extrema y la presión que actualmente se ejerce sobre sus territorios, no solo por las familias locales, sino de manera mucho más preocupante, de agentes externos, particularmente empresas que buscan la producción masiva de algunos recursos agrícolas o forestales, el narcotráfico o la minería a cielo abierto e incluso políticas públicas que imponen cambios en los regímenes de propiedad y organización social, uso de suelo, desplazamiento para el desarrollo de megaproyectos, entre otros (Espinoza, 2012; López, 2012).

¿Por qué Santa María Ixcatlán?

La presente investigación registra los resultados de un estudio de caso que aspira a contribuir al entendimiento de los sistemas de manejo tradicional de recursos vegetales de México. Es un estudio de caso del manejo de los recursos vegetales realizado por la comunidad de Santa María Ixcatlán, la única población donde los ixcatecos se encuentran como una comunidad ligada a su territorio ancestral. Esta comunidad tiene una relevante importancia por el hecho

de ser los únicos representantes de uno los 68 grupos culturales de México (INALI, 2008), guardianes de un vasto territorio en el corazón de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán una de las zonas de país donde se encuentra una excepcional biodiversidad (Dávila *et al.*, 2002) y prioritaria para entender cómo tuvo a lugar la domesticación, ya que es en esta región donde se han encontrado los indicios más antiguos de domesticación del maíz y el desarrollo de la agricultura en Mesoamérica (MacNeish, 1992), así como para entender la forma en que este proceso es mantenido y recreado por los pueblos originarios de México (Casas *et al.*, 2014). Aunado a esto, al igual que otras comunidades en el país, los ixcatecos enfrentan grandes retos ante problemáticas como conflictos por el territorio (Hironymous, 2007), el bajo crecimiento e incluso reducción de la población por fenómenos como la migración (INEGI, 2015; Nava y Romero, 2007), el estado crítico de la lengua ixcateca (Simons y Fennig, 2017) y la pérdida de conocimiento ecológico tradicional que se encuentra codificado ella, pero también por los esfuerzos que se encuentran realizando para la recuperación de la lengua y para hacer un mejor manejo de recursos naturales (Smith *et al.*, en prensa).

Con base en los elementos anteriormente expuestos, esta investigación aspira a analizar la forma en que los ixcatecos interactúan con las plantas, en particular las formas de manejo que practican, así como analizar los factores y móviles o motivaciones que determinan estas interacciones de manejo. Para ello analizamos un amplio espectro de situaciones, examinando los casos de plantas con diferentes tipos de uso, buscando contestar las siguientes preguntas:

Preguntas

- I. ¿Cuál son las estrategias de subsistencia, los patrones de uso, valoración y manejo de los recursos vegetales, y cuál es su papel en el patrimonio biocultural?
- II. ¿Qué factores determinan la intensidad del manejo de plantas con diferentes tipos de uso y cómo se asocian con el riesgo o incertidumbre en su disponibilidad?
- III. ¿Cuáles valores o preocupaciones identifica la gente como motivaciones para realizar prácticas de manejo o usar otras estrategias para el mantenimiento de plantas con diferentes tipos de uso?
- IV. ¿Cómo opera el sistema de manejo de una especie y cuál es su importancia en el patrimonio biocultural del grupo humano que lo opera?

Hipótesis

El supuesto principal de este estudio es que, como se ha planteado por diversos autores, para las plantas comestibles los patrones de manejo, los factores y motivaciones que los determinan estarán asociados a la incertidumbre en la disponibilidad de recursos vegetales. Sin embargo, en estos sistemas por su carácter complejo estarán presentes otros móviles como la curiosidad, la valoración estética, la asociación simbólica y valores éticos, cuya importancia puede ser mayor en plantas con otros tipos de uso.

1. Si los sistemas de manejo son motivados por diferentes factores, pero el riesgo que representa la baja disponibilidad de los recursos, es uno de los factores más importantes de la diversificación y el manejo; se espera que la subsistencia se base en múltiples actividades y se

desarrollen estrategias de manejo diversificadas para prevenir riesgos en la disponibilidad futura de recursos básicos.

2. Las plantas comestibles tendrán una mayor intensidad de manejo, en comparación con las plantas medicinales y ceremoniales. En las plantas comestibles una mayor intensidad del manejo puede estar asociada a indicadores de riesgo como lo es el mayor consumo, la escasez y el valor económico. En plantas medicinales y ceremoniales se espera que los factores asociados a la intensidad de su manejo sigan tendencias similares a las plantas comestibles, y de forma particular en las plantas de uso ceremonial se espera una mayor influencia de la importancia de las plantas en las relaciones de reciprocidad, así como valores éticos y simbólicos.

3. La incertidumbre en la disponibilidad futura será el principal móvil del manejo de plantas con diferentes tipos de uso, principalmente en las de uso comestible. Se encontrarán otros motivos operando de forma simultánea en la toma de decisiones sobre el manejo, como el gusto de tenerlas más cerca, los valores éticos y la curiosidad que podrán estar, los cuales podrán tener una mayor importancia en las plantas con uso medicinal y ceremonial.

4. Los sistemas de manejo de algunas especies pueden conformar complejos bioculturales debido a su importancia ecológica, la complejidad de su manejo y los ecosistemas de los que forma parte, su diversidad de usos y la importancia en la subsistencia de su aprovechamiento.

Objetivos

Objetivo general

Analizar los patrones de manejo de plantas con diferentes tipos de uso e identificar la importancia de estas interacciones como parte del proceso de conformación del patrimonio biocultural.

Objetivos específicos

1. Identificar los patrones de subsistencia y la valoración de los recursos vegetales en la comunidad de Santa María Ixcatlán.
2. Analizar el papel del riesgo en el manejo de plantas con diferentes tipos de uso.
3. Identificar los móviles que los ixcatecos consideran importantes para el seguimiento de diferentes estrategias de manejo de plantas con diferentes tipos de uso.
4. Identificar el papel del manejo de los recursos vegetales como interacciones estructuradoras del patrimonio biocultural.

Estructura de la tesis

El Capítulo I “Ixcatec ethnoecology: plant management and biocultural heritage in Oaxaca, Mexico”, es un artículo publicado en la revista *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. En este estudio se documentó el uso, consumo y manejo de las especies de plantas presentes en el territorio de la comunidad de Santa María Ixcatlán, se analizó el papel de los recursos vegetales en la estrategia de subsistencia de las familias ixcatecas y a través de análisis multivariados se exploró la relación entre variables económicas y culturales, con variables

ecológicas y el manejo de las especies con el fin de identificar las especies más importantes para el patrimonio biocultural ixcateco. Los hallazgos en este trabajo nos permitieron plantear hipótesis para identificar los factores que influyen en la intensidad del manejo y el análisis de las motivaciones que tiene la gente para realizar el manejo de plantas con diferentes tipos de usos y cuyo análisis se presenta en los siguientes capítulos.

El Capítulo II denominado “Socio-cultural and ecological factors influencing management of edible and non-edible plants: The case of Ixcatlán, Mexico” es un artículo aceptado para su publicación en la revista *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. En este trabajo se documentaron a detalle las prácticas de manejo, el consumo, preferencias, y motivos para realizar el manejo de una selección de 57 especies de plantas con uso comestible, medicinal y ceremonial. Mediante análisis cualitativos se identificaron las motivaciones para el manejo. Con análisis cuantitativos se caracterizó la intensidad del manejo para plantas con los tres tipos de uso seleccionados, se analizó la relación entre la intensidad del manejo y el riesgo, y se identificaron los factores socioculturales y ecológicos que influyen de forma más importante en la variación en el manejo de las especies con tipo de uso comestible, medicinal y ceremonial.

El Capítulo III “Uso y manejo de las palmas *Brahea* spp. (Arecaceae) por el pueblo Ixcateco de Santa María Ixcatlán Oaxaca, México” es un artículo publicado en la revista *Gaia Scientia*. En este trabajo se expone el caso de uno de los grupos de especies vegetales más importantes en la estrategia de subsistencia del pueblo ixcateco. En él se documenta el conocimiento ecológico tradicional que poseen y recrean los ixcatecos alrededor del género *Brahea*, y se analiza el papel del sistema de manejo de estos recursos en la subsistencia del

pueblo ixcatecos y su efecto en la conservación de la biodiversidad de las comunidades vegetales.

En la Discusión General se presenta una reflexión sobre los hallazgos encontrados en torno a los supuestos planteados en esta tesis y se reflexiona sobre los alcances y limitaciones del estudio aquí realizado, así como del proceso de la investigación y colaboración con la comunidad de Santa María Ixcatlán. Finalmente se plantean perspectivas para abordar nuevas preguntas de investigación y la necesidad de plantear proyectos que tengan como base el diálogo de saberes que permita colaborar con las comunidades en la búsqueda de soluciones a los problemas que enfrentan para el manejo de los recursos naturales.

En el Anexo 1 se presentan el artículo “Patrimonio Biocultural Ixcateco: investigación y colaboración para su documentación, valoración y difusión” y el libro de comunicación de la ciencia “Patrimonio Biocultural Ixcateco”, el cual forma parte del material “Patrimonio Biocultural Ixcateco: Lotería, memorama y libro”. Estas obras son producto del proceso de colaboración entre miembros proyecto de Documentación de la Lengua Ixcateca, del cual la autora de esta tesis forma parte, la Comunidad de Santa María Ixcatlán e instituciones educativas. El objetivo de su incorporación es visibilizar parte importante del trabajo y colaboración que acompañó el proceso de realización de esta tesis, y su importancia para la culminación y enriquecimiento de ambos proyectos. Esperamos también con su inclusión resaltar la relevancia de la realización de actividades y obras de comunicación de la ciencia como parte de los proyectos de investigación, en particular en el campo de las etnociencias.

En el Anexo 2 se incluyen dos artículos sobre *Agave potatorum*, uno de los recursos forestales no maderables más importantes en Ixcatlán y en otras comunidades del Valle de

Tehuacán-Cuicatlán, estos son “Aprovechamiento, demografía y establecimiento de *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán, México: Aportes ecológicos y etnobiológicos para su manejo sustentable” y “Facilitation of *Agave potatorum*: An ecological approach for assisted population recovery”. Con este estudio de caso se aborda la relación entre los estados críticos de disponibilidad de recursos y las respuestas de manejo. En este caso, los mercados demandando mezcal han motivado la intensificación de la extracción de recursos, llevándolo a situaciones críticas en los territorios de algunas comunidades, incluyendo Santa María Ixcatlán. En estos trabajos se ilustra la iniciativa de las comunidades por emprender acciones colectivas para la protección y recuperación de recursos, así como el vínculo posible y necesario entre las comunidades rurales, el sector académico y otros sectores cuya responsabilidad debe establecerse con claridad para construir sistemas de manejo que aspiran a ser sustentables. Ambos son producto de investigaciones realizadas en la región y en Santa María Ixcatlán en donde la investigación del proyecto de tesis se vio enriquecido por la realización de diversas actividades dirigidas a dialogar en torno a la problemática y experiencias de manejo de esta especie, como lo fueron la presentación de los resultados de las investigaciones que en estos artículos se presentan y la realización de intercambios de experiencias.

CAPÍTULO I

Artículo Requisito

Rangel-Landa, S., A. Casas, E. Rivera-Lozoya, I. Torres-García y M. Vallejo-Ramos. 2016. Ixcatec ethnoecology: plant management and biocultural heritage in Oaxaca, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 12:30.

RESEARCH

Open Access



Ixcatec ethnoecology: plant management and biocultural heritage in Oaxaca, Mexico

Selene Rangel-Landa^{1,2}, Alejandro Casas^{1*}, Erandi Rivera-Lozoya³, Ignacio Torres-García¹ and Mariana Vallejo-Ramos³

Abstract

Background: Studying motives of plant management allows understanding processes that originated agriculture and current forms of traditional technology innovation. Our work analyses the role of native plants in the Ixcatec subsistence, management practices, native plants biocultural importance, and motivations influencing management decisions. Cultural and ecological importance and management complexity may differ among species according with their use value and availability. We hypothesized that decreasing risk in availability of resources underlies the main motives of management, but curiosity, aesthetic, and ethical values may also be determinant.

Methods: Role of plants in subsistence strategies, forms of use and management was documented through 130 semi-structured interviews and participant observation. Free listing interviews to 38 people were used to estimate the cognitive importance of species used as food, medicine, fuel, fodder, ornament and ceremonial. Species ecological importance was evaluated through sampling vegetation in 22 points. Principal Components Analysis were performed to explore the relation between management, cultural and ecological importance and estimating the biocultural importance of native species.

Results: We recorded 627 useful plant species, 589 of them native. Livelihood strategies of households rely on agriculture, livestock and multiple use of forest resources. At least 400 species are managed, some of them involving artificial selection. Management complexity is the main factor reflecting the biocultural importance of plant species, and the weight of ecological importance and cultural value varied among use types. Management strategies aim to ensure resources availability, to have them closer, to embellish human spaces or satisfying ethical principles.

Conclusion: Decisions about plants management are influenced by perception of risk to satisfy material needs, but immaterial principles are also important. Studying such relation is crucial for understanding past and present technological innovation processes and understand the complex process of developing biocultural legacy.

Keywords: Biocultural heritage, Domestication, Ethnoecology, Tehuacán-Cuicatlán Valley, Ixcatec, Cultural value, Plant management

Background

In most rural areas of Mexico, especially in those inhabited by indigenous peoples, human subsistence patterns generally involve multiple strategies. Agriculture for direct consumption of products is commonly the main activity, complemented by small scale livestock and the use of numerous forest resources destined to direct consumption

and commercialization [1]. These activities occur in territories that are settings of multidimensional and complex interrelationships between humans and nature in socio-ecological systems, integrated as totalities with elements and processes mutually influencing their features and changes [2]. Expressions of these interrelationships are management of wild plant and animal species, domesticated organisms and territories of indigenous and local peoples, which constitute part of the biocultural heritage that are created and maintained through long term by the continuous use and management [3–5]. Management or

* Correspondence: acasas@cieco.unam.mx

¹Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8711, Morelia, Michoacán 58190, Mexico
Full list of author information is available at the end of the article



transformations and decisions made by humans on ecosystems, and on their elements and functions [6], based on TEK are fundamental in the biocultural heritage development process, and constitute a traditional form of facing the uncertainty inherent to complex systems [3, 7–9].

Management may include a broad spectrum of strategies and interactions for appropriation and maintaining natural resources [6, 10, 11]; collective actions to protect them [12], as well as those directed to recover or restore them [6]. These practices (*praxis*) are based on TEK about species and ecosystems (*corpus*) that are in turn strongly linked to beliefs systems (*kosmos*) [7, 13], which have direct influence on resources and ecosystem management.

Plant management is influenced by ecological and social factors [14–17], including the cultural importance of plant species in human life. Some investigations have found positive correlation between cultural and ecological importance, suggesting that most conspicuous plants have more important use values, but numerous examples have been reported contradicting this hypothesis [18, 19]. More informative for constructing ethnobiological theory has been analyzing the complex of the relationships between cultural significance, ecological importance and management complexity. In edible plants, it has been found that species with high cultural value and limited availability are more intensely managed, as a response to the risk in their availability [14–17]. However, humans are not only respondents of critical situations. Curiosity, attraction for beauty, experimentation, innovation, among other intentions are part of human nature and should also be taken into account as factors influencing people's decision to manage organisms [20–22].

Understanding the role of plant resources with different use types in human subsistence patterns, how management interactions are, and how are these influenced by social and ecological factors, may help to understand the principles of the construction of management techniques, management systems, how processes of domestication are originated, and how processes of current technical innovations are developed, in order to understand the process of construction of the biocultural heritage [6].

The Tehuacán-Cuicatlán Valley in central Mexico, is an important region of the Mexican biocultural heritage [3], harbouring more than 3,000 species of vascular plant species and human cultures with ancestors nearly 10,000 years old [23, 24]. Currently, the Popolocan, Mazatec, Mixtec, Chinantec, Cuicatec, Ixcatec, Chocho, Náhuatl and Mestizo communities make use of nearly 1,750 plant species, at least 610 of them receiving management practices [11, 25]. These figures make the Tehuacán Valley an ideal setting for studying processes influencing decision, innovation and diffusion of experiences on plant management.

This study was performed in Santa María Ixcatlán, the only town where the Ixcatec currently live in the world.

It was directed to document subsistence strategies, plants use and management locally practiced, and the main motives to manage them. Also, we examined how cultural, ecological and management factors interact and determine the importance of native plants with different use type on Ixcatec biocultural heritage.

We analyzed the hypothesis that the main motive of managing plants is decreasing the risk that represent their low availability and in some cases to enhance their abundance and quality. Therefore, subsistence is based on multiple activities, diversified management strategies to prevent risks in staple resources availability; and the high cultural importance and management intensity may be associated with low ecological importance. But, attraction for beauty, curiosity and ethical concerns, beyond the satisfaction of primary needs, should also be important aspects in decisions to manage plant resources.

Methods

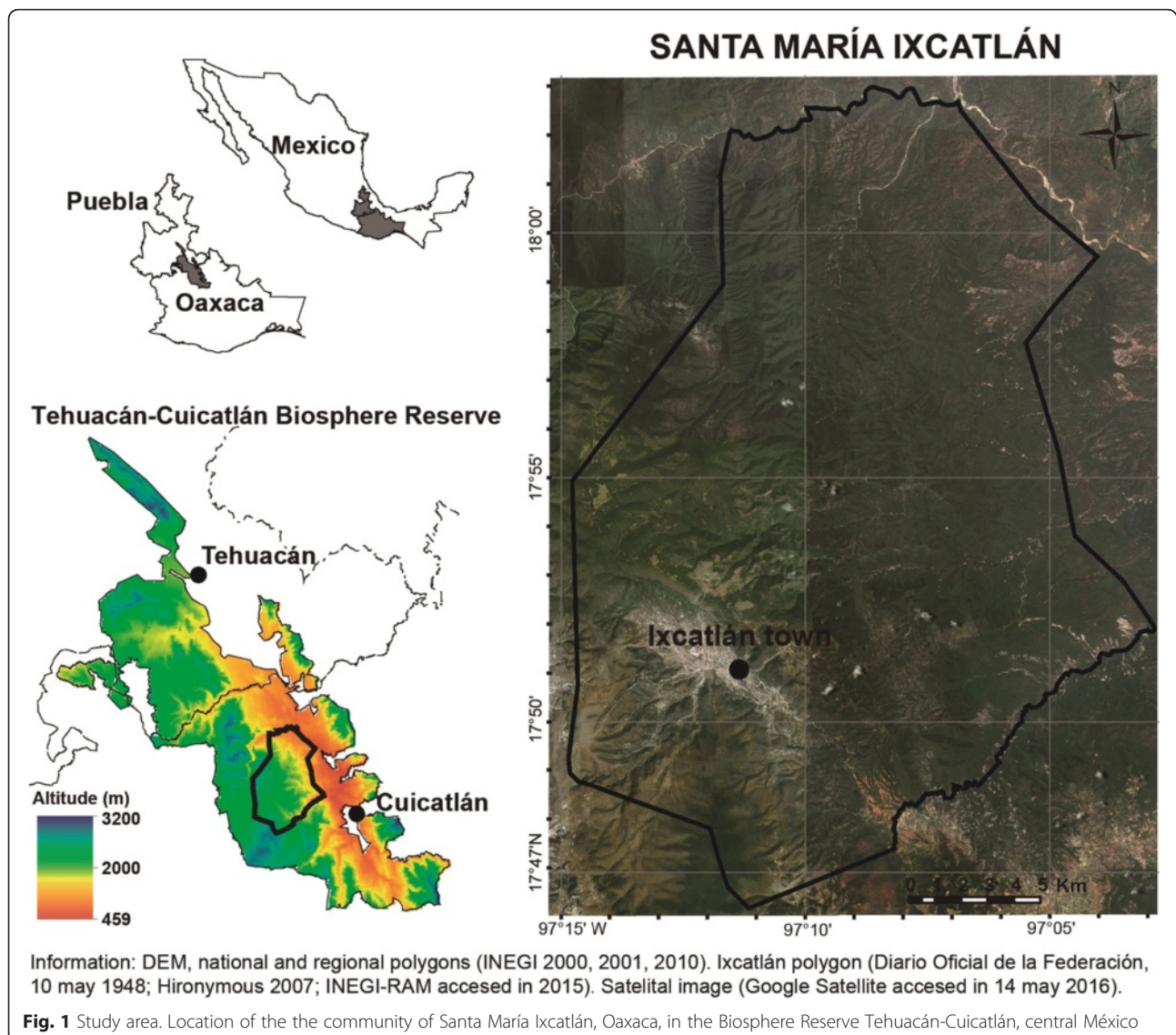
Study area

At present, the Ixcatec live only in the community of Santa María Ixcatlán, a town governed by the regime of traditional practices and customs. Land tenure is communal with 41,530 ha [26, 27] belonging to the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico (Fig. 1). The whole territory is mountainous, with elevations ranging from 800 to 2600 m. Soils in most of the territory derived from calcareous rocks, with thin layers of black organic soils. The town has temperate climate, with annual mean temperature of 17.2 °C, and annual rainfall averaging 721 mm [28, 29]. The rest of the territory has semiarid climate [29]. Vegetation types are oak forests, tropical dry forest, induced grassland and secondary vegetation [30].

In Santa María Ixcatlán live 175 households and 516 people [31]. There is a high migration of young people to the cities of Tehuacán, México, Orizaba, and more recently to the US [32]. Local households' economy is based on direct consumption of agricultural products, livestock raising and use of forest products [32, 33]. The Communitarian Assembly, conformed by all adult men, is the maximum authority [32], and people obtain rights to have access to resources and lands of the territory through a system of charges and cooperation to communitarian activities [32]. Practically all families are Catholic [32], and have a complex calendar of ceremonies [27, 32, 33]. Nearly a dozen of persons are fluently speakers of Ixcatec, an almost extinct language [34, 35].

Flora inventory

We conducted ethnoecological studies in Ixcatlán in the period 1999–2001 and in the period 2011–2015 with 16 campaigns of field work. Trial walks accompanied with local informants were carried out to identify vegetation types [36] and collecting botanical voucher specimens



throughout the territory of the community. Voucher specimens were deposited at MEXU, EBUM, IE-BAJÍO and IBUG herbaria with Selene Rangel, Erandi Rivera, and Ricardo collection numbers. Nomenclature and classification of species are presented following the APG III classification system consulted in the site www.theplantlist.org [37].

Interviews

A total of 130 semi-structured interviews to 62 people were conducted to document common names of plants, their use, management practices and motivations to conduct them. Alive plants in their own homegardens, agricultural fields or seen in trial walks, fresh specimens collected a day before, dried specimens and pictures were used as stimulus in these interviews; 22 of the 62 interviewees (9 women and 13 men, with average age of 58.9 years, $SD = 22.5$) were considered key informants

because of their deep knowledge of the territory and plants or because they were Ixcatec speakers. Key informants were selected by the snowball sampling technique, by asking for people with these skills; 15 of them were interviewed from 2 to 11 times in a total of 77 audio or video-recorded sessions, in which on average 17.2 ($SD = 23.4$) species were reviewed per work session. The other 40 interviewees were considered occasional participants (21 female and 17 male, whose age averaged 53.2 years, $SD = 20.8$), and they were selected randomly.

More detailed information about informants and activities are included in the Table 6 of Appendix. All interviews used for the analysis showed in this paper were performed in Spanish. All interviews and participant observation data about plant resources use and management were transcribed and systematized into the format of the ethnobotanical data base of Mexico (BADEPLAM) of the

Botanical Garden, UNAM. Audio-visual material was stored in the Ixcatec Culture Archive and The Endangered Languages Archive.

Surveys

Semi-structured surveys with questions on agricultural production and consumption of plant resources were conducted in Spanish between 2000 and 2012 to 21 and 20 households representing the 12 % of the households of Ixcatlán in each year (householders averaging 61.2 years old, $SD = 17.2$). In 2000 households were selected at random, while in 2012, 24 % of the households surveyed in 2000 were selected, and the rest were selected at random.

Free listing

In order to identify the plant species with the higher cognitive importance, in 2013 we used the free listing method [38]. We requested in Spanish to 38 people (22 men and 16 women, aging on average 50.6 years, $SD = 18.8$) to spontaneously listing the names of plants that grow in the territory of Santa María Ixcatlán that are used: 1) as food, 2) to attend illnesses and take care of health, 3) as firewood, 4) to feed livestock, 5) to offer them to Saints, dead people or used in ceremonies, and 6) to embellish the houses and crop land. Once informants stopped listing plants for one use, we asked them to listing plants for other use, and we continued this procedure until finishing the lists of plants for the six uses. Of the 38 people interviewed, 19 were previous informants (13 considered key informants and 6 occasional informants), the other 19 people interviewed were selected at random. Details on the number of lists per use type, the number of items named, the levels of saturation of the datasets, and information about interviewees can be consulted in the Appendix.

Vegetation sampling

We conducted vegetation samplings in 22 points of nine natural and transformed vegetation types in order to estimate the ecological importance value of species [36]: *Quercus liebmanni* and *Quercus laeta* forest (3 points), *Quercus urbanni* forest (1 point), riparian forest of *Taxodium huegelii* (1 point), *Juniperus flaccida* forest (2 points), izotal of *Beaucarnea stricta* (2 points), mexical (2 points), palm scrubland of *Brahea dulcis* (2 points), grassland (2 points), and agricultural fields (7 points). At each point we established a 500 m² quadrant, where all shrubs and trees were counted and their height and two canopy diameters were measured. Herbs were sampled in five subplots (1 m² each) randomly placed within the area of each 500 m² quadrant. Density and frequency was calculated for each species. Shrubs and trees biomass was calculated through volume formulas of geometric figures [39]. In addition, the floristic composition was sampled in 17 homegardens.

Data analyses

Livelihood analysis was conducted to assess the subsistence strategies [38], and descriptive data of use and management of plants species were estimated.

Series of Principal Component Analyses (PCA) with native plants species (species with wild populations or Mesoamerican species with naturalized populations in Ixcatlán territory), were performed. Species were considered as operational taxonomic units according to its number of uses, cognitive importance, consumption, ecological importance, complexity of management practices, and management place, all of them aspects involved in the definition of their importance to the biocultural heritage of plant species. The scores of the first principal component obtained in each PCA were considered as biocultural importance index by type of use, since these values are linear combinations that integrating information of the variables, species with positive and highest values were considered more important [15, 40]. The most important variables and how they interact was identified by the correlation values between variables and the first two components [41]. We also identified how species are grouped according with all the variables studied by representing the cloud of species in terms of the two first components [41]. These PCAs were made in JMP 8. statistical software [42].

The cognitive importance was estimated through free listing data with the index of Sutrop (S) with the formula $S = F/(N \cdot mP)$, where F represents the frequency of the species, N the total number of interviewed people per use category, and mP is the medium position in which the term or species was named [43]. We calculated this index with the software FLAME v1.0 [44]. A zero value was assigned to all species that were not listed by consultants [43]. When an informant said that he/she does not know any plant for a given use or when he/she said that all plants could be used for the requested use, we excluded the list of the analysis.

The consumption of products was estimated as the percentage of households that consumed each plant species throughout the year, based on data documented with surveys conducted in 2012.

The ecological importance of species was estimated through the ecological importance value index $EIVI = (\text{Relative frequency} + \text{Relative abundance} + \text{Relative biomass})/3$, calculated by each plant species per sampled site [45]. The floristic composition of homegardens was similarly used to calculate ecological importance.

The complexity of management practices was calculated by the sum of numerical values of management practices. Values were assigned based on the typology proposed by Blancas et al. [11] as follows: a) gathering, simple or planned extraction strategies = 1; b) tolerance or let standing of plants = 2; c) enhancement by promoting abundance of useful plant species or phenotypes = 3; d)

protection of desirable plants = 4; e) transplanting entire individuals = 5; f) propagation as seed sowing and vegetative propagation = 6. In addition, we assigned values of 0.5 to simple foraging by domestic animals, and uproot or deliberate removal individuals of the species in question. Values of each practices was summarized per plant species. The places of management were categorized in natural populations plants distribution sites (*in situ* = 1) and sites out of their natural distribution (*ex situ* = 2) [15, 16].

Results

Subsistence strategies

Households are basic units making decisions on economic activities and forest resource management (Fig. 2). Agriculture is the main activity of all households, but maize and beans produced are insufficient to satisfy their annual requirements (Table 1). Multiple-cropping agriculture in the rainy season is carried out in terrains of 1 to 2 ha located around the town (95 % of households), and in homegardens (0.25 to 0.5 ha, managed by 30 % of households) (Figs. 1, 3 and 4). Prayers and rituals drawing or putting crosses made with plants, offering alcoholic beverages to the earth, among other practices, are common during agricultural labours, seed selection and storage, sowing and harvest, as individual farmer or collective petitions for a good rainy season.

All people interviewed referred to difficulties in agriculture, mainly due to a low soil fertility and water scarcity. However, people deal with these problems in homegardens and agricultural fields by adding domestic animals manure, oak forest humus, ash, firewood debris and organic waste;

agrochemicals are not used at all. In homegardens, recycling water and spatial arrangement of plants according with their water requirements are common. In agricultural fields, terraces and live fences are common for preventing soil erosion, as well as some dams for the accumulation of soil and moisture (Fig. 4).

Animal husbandry is practiced by almost all households as a saving for emergencies, animal power for agricultural and for gathering activities, only 5 % of households commercialize animals in regional markets (Fig. 2). Nearly 55 % of households raise animals in backyards (1–7 chickens, 1–9 turkeys or 1–4 pigs), 75 % nurture draft animals (1–5 donkeys-mules or 1–4 horses), and 25 % raise livestock (5–80 cows, 10–16 sheep or 5–70 goats) (Fig. 2). Animals feeding bases on domestic sub-products, maize straw, herbs managed in homegardens and agricultural fields, and foraging in communal lands (Figs. 3 and 4).

Gathering and management of native and introduced plants for direct consumption is practiced by all households (Figs. 2 and 3). Plants provide all the firewood and fodder needed and great part of food, medicines, materials for construction, tools, and other goods. Other important plants are ceremonial and ornamental, which are gathered and managed for direct use or as gifts to relatives (Fig. 2).

Few plant resources or their products are destined to economic interchange, the most important are *Brahea dulcis* and *Agave potatorum* (Fig. 2). The weaving of hats with *Brahea dulcis* leaves is carried out by nearly 84 % of the households, while 10 % are specialized in hand-crafting baskets, covers for bottles and other products. Hats are interchanged almost every day for maize, food

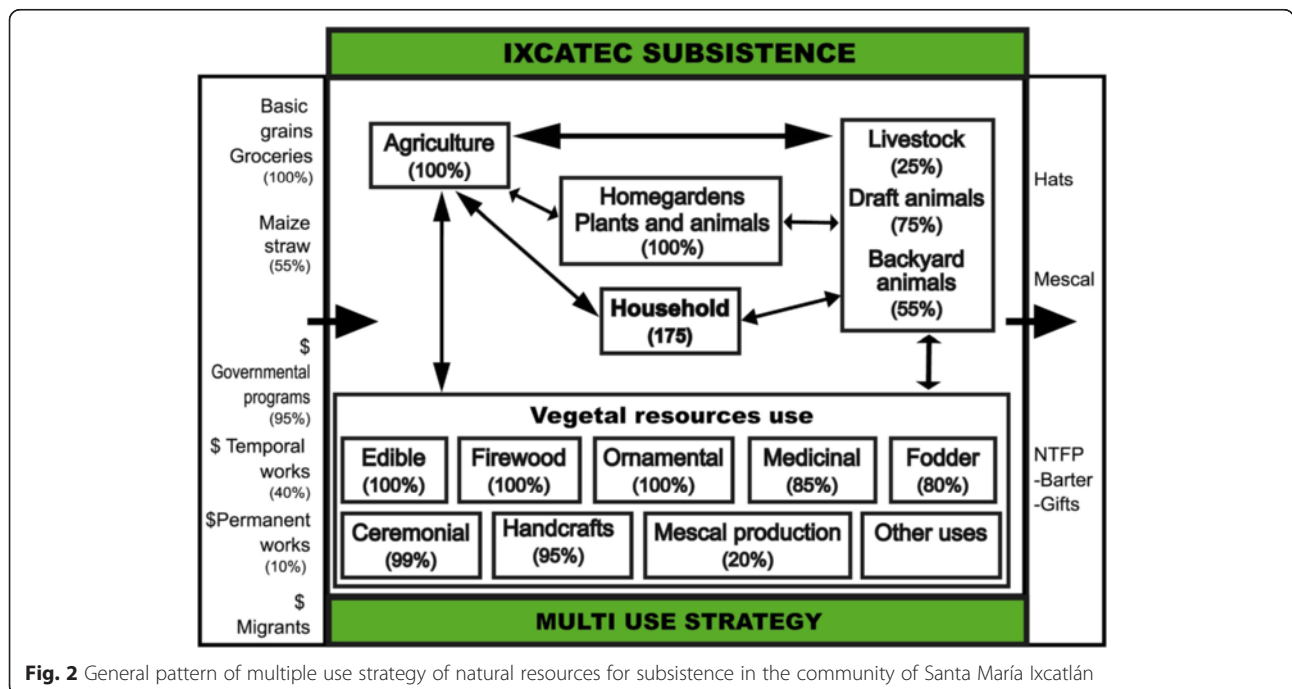


Fig. 2 General pattern of multiple use strategy of natural resources for subsistence in the community of Santa María Ixcatlán

Table 1 Average and standard deviation of the amounts of maize and beans consumed, produced and productivity (kg/ha) achieved by people of Santa María Ixcatlán, Oaxaca for the periods of the years 1999-2000 and 2011-2012

	Maize		Bean	
	1999–2000	2011–2012	1999–2000	2011–2012
Consumption per year (kg)	766.38 ± 94.34	701.7 ± 73.6	155.6 ± 19.4	112.2 ± 23
Production by household (kg)	285.5 ± 79.9	129.7 ± 62.6	76.2 ± 26.9	48 ± 18.6
Productivity (kg/ha)	289 ± 70.5	82.1 ± 46.7	43.9 ± 10	28.6 ± 9.4
Community deficit (T)	82.7	100	13.7	11.2

Data according to surveys realized to 21 households in 2000 and 20 households in 2012. Values are means and standard errors

or money in local stores. From 2011 to 2015 the price of each hat was 0.16 US dollars (based on an interchange rate of \$20.00 Mexican pesos by one American dollar), while in 2000 it was \$0.12. A household weave on average 28.9 ± 3.65 hats per week, and each hat requires 4.1 young leaves, which means approximately one million of leaves used in the whole community per year. Leaves extraction is carried out mainly in palm scrublands, where *Brahea dulcis* is promoted, protected and tolerated in areas of agricultural fields, but it is widely distributed throughout the whole territory (Figs. 3 and 4). For extracting palm leaves, people cut the young leaves without damaging the apical meristem and avoid gathering leaves during the new moon, otherwise they consider the growth of new leaves can be delayed. Harvesting palm leaves for direct use and local interchange is allowed but sale to regional sellers is forbidden. Palm is considered staple plant as people said “palms are our life

because with palm leaves we make hats and we can get all we need to live”.

Approximately 20 % of households prepare mescal with *Agave potatorum* once to 10 times per year (4.8 ± 1.49) (Fig. 2). For 2012 we estimated that the whole community produced 192 mescal batches, using 91.14 ± 9.78 agaves per batch, in total nearly 17,500 agaves per year, whereas for the year 2000 we estimated the use of 4,900 individuals. The price of one litre of mescal was \$2.5 US dollars in 2000 and from \$6 to \$9 in 2011 to 2015. Although *Agave potatorum* is widely distributed in temperate and warm parts of the territory of the community (Figs. 3 and 4), the mescal producers said that they have to go progressively farther to extract agaves and they even complement their needs buying agaves to neighbouring communities; sometimes they complement their batches with the wild *Agave vivipara* extracted in the warm land of the territory. Agave extraction is

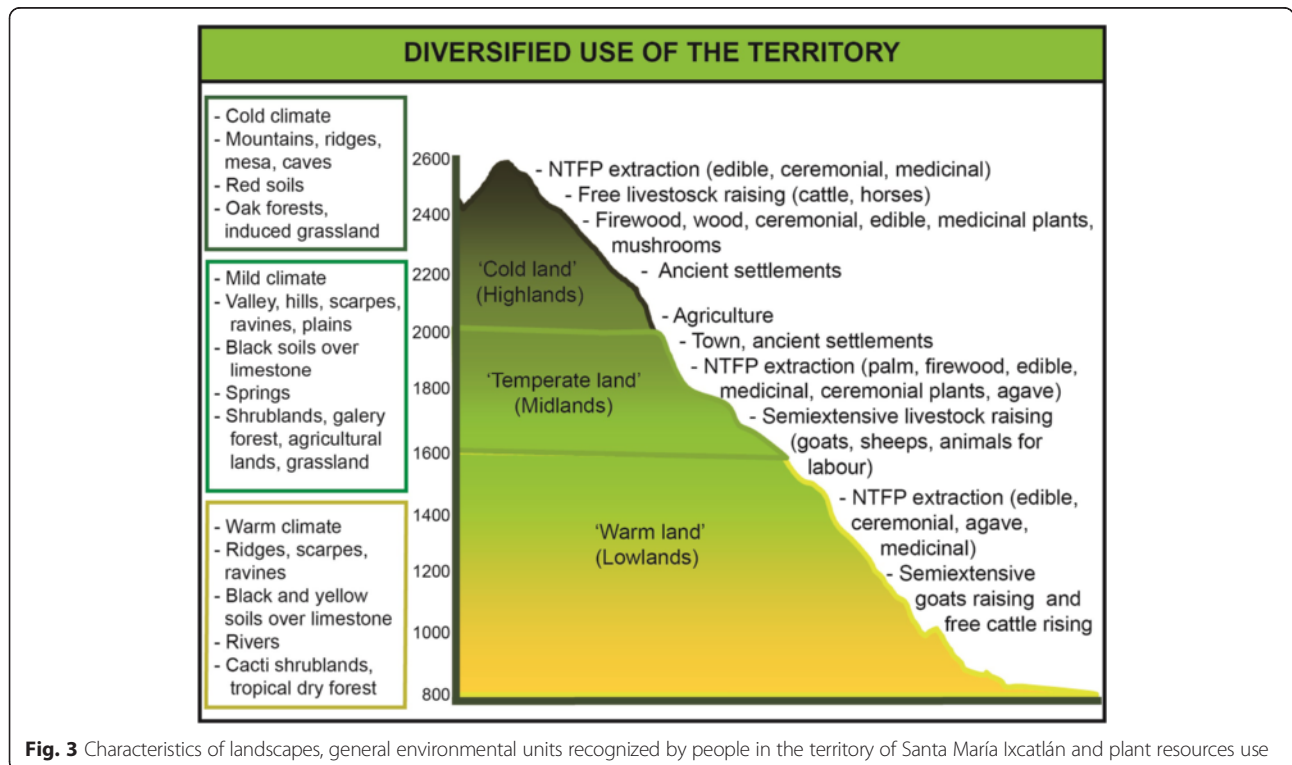


Fig. 3 Characteristics of landscapes, general environmental units recognized by people in the territory of Santa María Ixcatlán and plant resources use

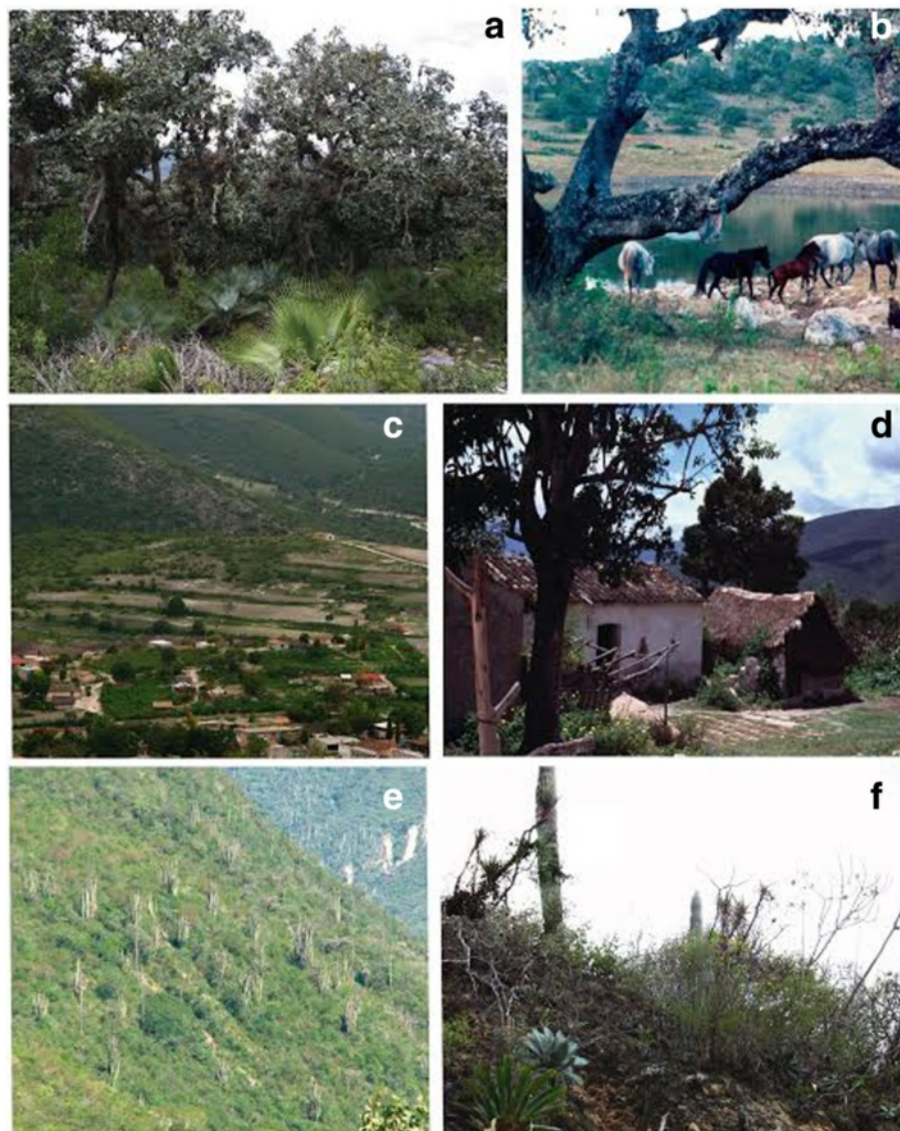


Fig. 4 View of environmental units. **a** *Quercus liebmanni* and *Quercus laeta* forest; **b** Dam "La Laguna", grassland and oak forest remnant; **c** Homegardens, agricultural fields, palm scrublands and mexical in the southwest side of town; **d** View of a homegarden and a traditional house with roof of palm leaves; **e** *Pseudomyrcereus fulviceps* shrubland; **f** *Tillandsia grandis* and *Agave potatorum* in *Cephalocereus columnna-trajanni* shrubland

allowed for all community members; however, the relation between mescal producers and communal authorities has become tense in the last years, since federal environmental authorities are trying to regulate this activity in the region. Since 2011 some mescal producers started to enhance the availability of agaves near their houses or agricultural fields by spreading seeds or cultivating them in homegardens and green houses. Some mescal producers have participated in exchanges of experiences for agave management with other communities, and governmental programs have promoted some actions as reforestations and the construction of a communitarian greenhouse that started to produce agave plants in 2015.

The activities described are supported by using different environments and sites of the territory (Figs. 3 and 4). The whole territory is of common use, but knowledge about distribution, abundance and quality of plant resources are recognized as basic issues to access to any locality and its resources. The subsistence strategy is complemented by economic subsidies from governmental programs for elderly, child scholarships, creole seeds conservation, and agriculture and stockbreeding development (Fig. 2). In 2000 assistance program started to support the 45 % of households, by 2012 nearly 95 % of the households received monetary incomes from those programs. In almost a half of the households at least one member has temporal or

occasional employments at town that allow them to get additional monetary incomes (Fig. 2). Although irregularly, some migrants support their families to pay communal fees for celebrations, maintaining religious monuments and building public infrastructure (Fig. 2).

Plants use

We inventoried 780 vascular plants species belonging to 119 botanical families; 589 of them are native to Ixcatlán, and the other 191 have been introduced from other parts of Mexico and the world (Appendix). In order to satisfy their broad spectrum of needs people make use of 627 plants species with one to 27 use categories (Table 2), 267 species have one use and 360 have between 2 and 11 different use types.

Table 2 Use categories of Santa María Ixcatlán plant species. Data according to 62 people interviewed in 130 work sessions

Use	Native	Introduced	Total
Fodder	238	30	268
Ornamental	160	110	270 ^a
Medicinal	166	53	219
Edible	72	66	138
Ceremonial	73	55	128
Firewood	44	2	46
Utensils	29	4	33
Living fences	24	6	30
Timber products and construction	27	2	29
Shade	12	11	23
Food additive (flavor)	9	6	15
Handcrafts	11	1	11
Insects repellent	8	0	8
Soil control	6	2	8
Animals medicine	1	1	6
Facilitator ^b	3	2	5
Toys	5	5	5
Alcoholic beverages	2	1	3
Cosmetic	2	1	3
Soap	2	1	3
Paint	3	0	3
Weather predictors	2	0	2
Aromatizing	1	0	1
Tannin source	1	0	1
Water attracter	1	0	1
Glues	1	0	1
Poisons	1	0	1
Unknown	150	3	153
TOTAL	589	191	780

a = 132 species are considered "luxury of houses", 80 as "luxury of the mountain", and 59 as "luxury of houses and mountain"; b = Plants used as stake, hosts and nurse plant

Fodder

A total of 268 plant species are consumed by domestic animals (Table 2, Appendix). 238 species being native to Ixcatlán and 165 of them have other uses mainly as edible, medicinal or as ornamental plants. Of the 30 introduced species 15 are propagated, and some of them are highly valued (Appendix). *Zea mays* is the most valuable specie as fodder, its stubble is used by the 80 % of households and during periods of scarcity, 87 % of the households have to buy it to regional sellers (Fig. 2, Appendix). Other important introduced plants are *Avena fatua* and *Hordeum vulgare* which are cultivated specifically for this use.

Ornamental

Ixcatlán people name as "luxury" ('lujo' in Spanish) the plant species that embellish or adornment houses, homegardens, agricultural fields and landscapes, in the two last cases these plants are called "mountain luxury". High variation was documented about which plants are considered as luxury, as most consultants said "it is something that depends on the appreciation of beauty of things by each person". People consider that luxury plants embellish the house, calls friendship, invites people to come into the house, allows to strength the heart or spirit and it is motive of proud for the owner. The importance of maintaining these plants varies among people, but generally are appreciated because in addition to the quality of embellish, these plants provide shade, good sites for resting and well-being or are used as fodder, edible and medicine. Nearly 270 species were recognized for its quality of embellish, 160 of them are native to Ixcatlán, 37 of them are not used in other form. 19 luxury plant species are transplanted from forest to houses or are propagated through sexual or asexual propagules. Introduced plants are highly valued (Table 2, Appendix), and are common gift of outsiders that visit the town, or these are obtained through governmental programs or by interchanging palm leaves with outside sellers.

Medicinal

We documented 219 species used as medicine (Table 2), 61 of them exclusively used with this purpose, the rest have other uses mainly fodder, edible or are considered as "luxury plants". The medicinal plants commonly are used to treat stomach-ache, cold, fever, ear pain, sprains, and cultural illnesses like "sustos" (shocks caused by impressions), "aires" (malaise caused by uncomfortable situations) and "alferecia" (weakness, loss of appetite and irritability in children). Although knowledge about plants used in childbirth is extensive, few young women recognize to use them. In 2000, all people said to use medicinal plants, but in 2012, 15 % of people interviewed said they only use allopathic therapies and the rest said to combine traditional and institutional medicine. Of the 53 introduced species some are highly valued for their

medicinal use (Table 2, Appendix) and are cultivated to have them available as it is the cases of *Matricaria chamomilla*, *Tanacetum parthenium* and *Artemisia ludoviciana*.

Edible

We documented 138 plant species used as food, 99 of them have other uses, mainly as fodder, medicinal and ornamental (Appendix, Table 2). Nearly 50 species complement the diet of people which is based on maize tortillas, beans and chili sauces; 66 introduced edible species are cultivated, as it is the cases of maize, beans, vegetables, condiments and fruits (Appendix). These plants are available in the local stores but people say “the little that we harvest is a saving, these plants are things that we do not have to buy”. Other reasons for cultivating are quality; people argued that vegetables locally produced are of better quality than others from outside particularly *Coriandrum sativum* and *Solanum lycopersicum*, they consider that local products have better taste, smell and texture.

Ceremonial

A total of 128 plant species are used to offer them to Catholic Saints in altars at homes, hermitages, thumbs, and the church. Some are used in ceremonies and processions (Table 2, Appendix); 117 of them have other uses, 95 are used as ornamental or luxury (Table 2). The introduced plants are highly appreciated (Appendix), and particularly cultivated for their flowers, like *Tagetes erecta* used by 95 % of households during the great feast of the Day of the Dead (Appendix). People recognize several varieties according to the size, colour and form of flowers, and it is common to store seeds of their favourite variants to be propagated in the next cycle. Local interchange of ceremonial plants flowers is common among households as gifts or trade, especially of introduced species as *Tagetes erecta*, *Zantedeschia aethiopica*, *Leucanthemum maximum*, between others.

Firewood

We recorded 48 species used as firewood (Table 2), 44 of them are native species, and 46 have other uses. These are the main source of cooking energy (only 35 % of households have gas stoves, but all use firewood for cook “maize tortillas”), and is the unique fuel to mescal production and for baking bread. In the year 2000, consumption of firewood per household was of 143.4 ± 11.3 kg/week, and in 2012 it was 108.8 ± 12 kg/week, a decrease apparently due to a governmental program for installing efficient stoves. For mescal production the consumption increased from 16.2 ton in 2000 to 63.36 ton in 2012; nearly 52 % of these quantities is from alive oaks, which is considered the appropriate wood for baking the agave stems in the process of mescal production.

Plant management

Nearly 82 % of all plants species recorded (636 spp.) are recognized to be under interventions by humans or foraged by domestic animals (Appendix); 424 of them are managed through at least two different practice types and 401 species are under practices directed to maintain or increase their availability.

Gathering is the most common practice for obtaining products of native plants and it is the only practice for 83 species (Table 3). This practice was documented among wild and introduced species, some of which have become naturalized (Appendix). We recorded 251 native and introduced species having special protection (Table 3). In homegardens and agricultural fields protection comprises actions like irrigation, exclusion from herbivorous and competitors, nursing, adding of livestock manure, protection against frost, weeding, pruning, and providing or removing shade. In communal lands, protection of native plants is conducted by avoiding pastoral routes in sites where people know valuable plants occur. Also, the Communitarian Assembly construct regulations for protecting some species, based on principles of favoring direct consumption by local people, forbidding extraction for commercialization and cutting of alive trees. However these regulations as practices directed to prevent unnecessary damage not always are followed.

In total, 206 species are tolerated during clearing vegetation in homegardens and agricultural fields. The main reason is its utility, but 23 species that are not used are tolerated since people said that “plants could be useful in the future”, and “do not interfere with the development of other plants” or because “plants have the right to live” and “are part of nature”.

Propagation of 155 species is carried out by seeds, bulbs, corms, rhizomes, tubers, pseudo-bulbs, bulbils, plantlets, shoots, cladodes and sticks; 33 of them are native wild species used mainly as ornamental. Complete individuals of 139 species are transplanted, 71 of them

Table 3 Plants management practices realized substitute "realized" by "carried out" in Santa María Ixcatlán

Management practice	Native	Introduced	Total
Gathering	281	18	299
Foraging	223	20	243
Tolerance	152	54	206
Protection	91	160	251
Transplanting	71	68	139
Uproot	63	13	76
Propagation	33	122	155
Enhancement	9	25	34
Unknown	143	1	144

Data according to 62 people interviewed in 130 work sessions

from wild populations in forests to homegardens and agricultural fields. Occasionally, some epiphytic bromeliads and orchid species are relocated from one branch or tree to other, when their host's branches are cutting to allow their survival.

The abundance of 26 species or some variants is promoted by tolerating them until seed production, and in some cases seeds are collected, stored and then sown or dispersed; 76 species (63 of them native) are constantly uprooted in agricultural fields and homegardens (Table 3), some of them are also under practices to maintain them and ensure their availability.

Biocultural importance

Fodder

Variation in biocultural importance of 238 fodder native species is mainly explained by management type and number of uses (38 % of variation in the first principal component), and cognitive prominence and consumption (22 % of variation in the second principal component; Table 4). Species with the highest biocultural importance (blue circle in Fig. 5a) are subject to several management practices, but its use as fodder is low with the exception of *Quercus liebmani* whose acorns are gathered and stored for feeding pigs, and inflorescences of *Agave* spp. that are occasionally consumed by cattle. *Simsia lagascaeformis* and *Tithonia tubaeformis* (pink circle in Fig. 5a) are the species with highest cognitive value, and are tolerated in homegardens or agricultural fields, where these are also uprooted to control their abundance. Similar situation occurs with *Amaranthus hybridus*, *Mirabilis xalapana*, *Sicyos laciniatus* and grass species (green circle in Fig. 5a).

Legumes, oak acorns, herb species and grasses are the main fodder for cattle, goats and sheep. Management practices to ensure their availability are poor or absent (orange and brown circles in Fig. 5a). *Tillandsia gymnotrya* and *Hechtia oaxacana* are highly valued as fodder, substituting maize stubble (green circle in Fig. 5a). Shepherds drop the epiphytic plants for cattle and goats, and nearly 30 % of households gather and carry them to

town for feeding donkeys and horses, extracting 800 to 1920 individuals per year.

Ornamental plants

Biocultural importance of 160 native ornamental plants is explained mainly by their management complexity and number of uses (40 % of the variation explained by the first principal component), and ecological importance and management (25 % of variation explained by the second principal component) (Table 4). The most important plant species (*Brahea dulcis*, *Juniperus flaccida*, *Quercus liebmanni*, *Morus celtidifolia* and *Agave potatorum*), with exception of *Morus celtidifolia* are considered "luxury of the mountain", all of them are highly valued because of their multiple uses, and have high ecological importance (blue circle in Fig. 5b).

Oaks, grasses and numerous plant species producing beautiful flowers are appreciated to embellish the wilderness and some of them are maintained for this appraisal on agricultural fields or protected against livestock, as it is the case of the terrestrial orchids (*Cyrtopodium macrobulbon* and *Govenia lagenophora*), among others (brown circle in Fig. 5b).

Some valuable "luxury of the mountain" plants, are carried to homegardens; for instance, *Euchile karwinskii*, several spherical and barrel cacti species (*Mammillaria* spp., *Coryphantha retusa*, and *Ferocactus* spp.), Crassulaceae species, *Tillandsia* spp., among others. These plants are propagated and maintained for embellishing the house and 42 species are used for ceremonial purposes too (green circle in Fig. 5b).

Medicinal plants

The biocultural importance of the 166 native medicinal plant species is explained mainly by their complexity and site of management, and their cognitive prominence in the first principal component (43 % of variation). Number of uses, ecological importance, consumption and cognitive importance are important in the second principal component (29 % of variation) (Table 4). In general, native plants with the highest biocultural importance like

Table 4 Contribution of socio-ecological factors to explain the variation of native plant species biocultural importance

Use type	Fodder		Ornamental		Medicinal		Edible		Ceremonial		Firewood	
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
Cognitive importance	-0.09	0.78	0.55	0.31	0.72	-0.58	0.44	-0.18	0.54	0.24	0.69	-0.17
Consumption	0.04	0.77	0.55	0.12	0.63	-0.64	0.39	-0.32	0.35	-0.63	0.33	0.67
Number of uses	0.76	0.16	0.74	0.47	0.52	0.69	0.47	0.73	0.65	0.61	0.75	0.29
Ecological importance	0.48	0.21	0.53	0.52	0.31	0.65	0.32	0.82	0.51	0.68	0.61	0.57
Management complexity	0.93	-0.01	0.81	-0.52	0.82	0.33	0.93	-0.13	0.89	-0.29	0.9	-0.24
Management site	0.76	-0.22	0.59	-0.76	0.8	-0.01	0.78	-0.36	0.69	-0.58	0.69	-0.66

Data are correlation values between variables and the first two components of Principal Components Analysis PCAs. Values in bold have high influence in principal components, therefore in the classification of biocultural importance too

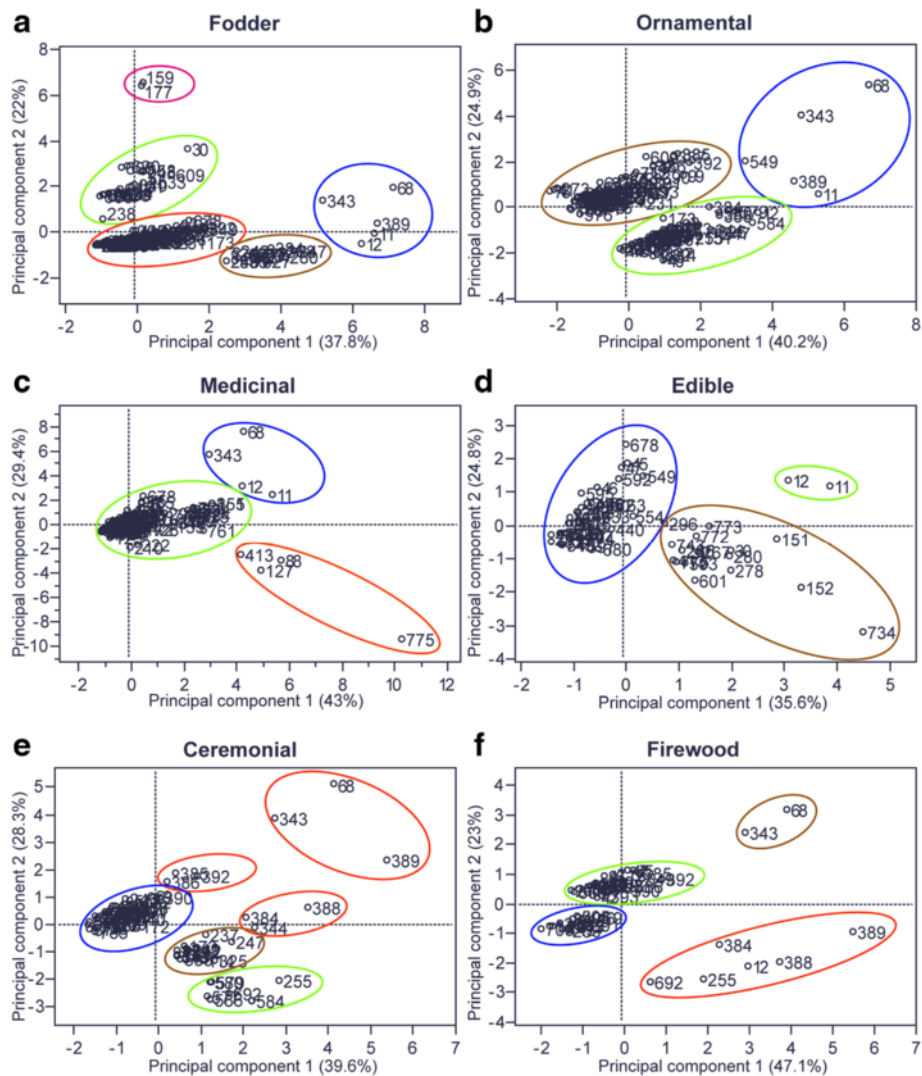


Fig. 5 Spatial arrangement of species used as **a)** edible, **b)** medicinal, **c)** firewood, **d)** fodder, **e)** ceremonial and **f)** ornamental, according to the Principal Component Analysis PCA performed with cultural, ecological and management variables. 11 = *Agave potatorum*, 12 = *Agave salmiana* subsp. *tehuacanensis*, 30 = *Amaranthus hybridus*, 68 = *Brahea dulcis*, 88 = *Ageratina mairietiana*, 127 = *Grindelia inuloides*, 151 = *Porophyllum linaria*, 152 = *Porophyllum ruderale*, 159 = *Simsia lagascaeformis*, 177 = *Tithonia tubaeformis*, 255 = *Bursera biflora*, 238 = *Hechtia oaxacana*, 237 = *Catopsis compacta*, 247 = *Tillandsia usneoides*, 325 = *Sedum dendroideum*, 278 = *Opuntia lasiacantha*, 296 = *Dysphania ambrosioides*, 343 = *Juniperus flaccida*, 384 = *Quercus acutifolia*, 388 = *Quercus laeta*, 389 = *Quercus liebmannii*, 392 = *Quercus urbanii*, 413 = *Clinopodium mexicanum*, 533 = *Anoda cristata*, 549 = *Morus celtidifolia*, 554 = *Dasyliiron serratifolium*, 579 = *Laelia albida*, 580 = *Laelia anceps*, 584 = *Euchile karwinskii*, 601 = *Peperomia quadrifolia*, 682 = *Lindleya mespiloides*, 692 = *Chiococca alba*, 722 = *Lamourouxia dasyantha*, 734 = *Capsicum annum*, 743 = *Physalis philadelphica*, 761 = *Turnera difussa*, 775 = *Lippia oaxacana*. For all species identity see ID correspondence on Table 5 of Appendix

Lippia oaxacana, *Ageratina mairietiana*, *Grindelia inuloides* and *Clinopodium mexicanum* have few uses, high cognitive prominence and low ecological importance (orange circle in Fig. 5c). These plants are mainly gathered and stored to ensure their availability when it could be necessary. Some people have propagated these plants but said that “they are experimenting” but “quality of plants growing in nature is better than the cultivated ones”.

There is another group of plants like *Agave* spp., *Juniperus flaccida* and *Brahea dulcis*, which have high

ecological importance, are subject to complex management and used with numerous purposes, and occasionally used as medicine (blue circle in Fig. 5c). The rest of the species (green circle in Fig. 5c) are occasionally consumed, collected when they are needed, and some of them are also valued for other types of use.

Edible

Principal components analysis shows that biocultural importance of the 72 native plants is explained mainly

by management practices complexity and management site (*ex situ* or *in situ*) in the first principal component (36 % of variation), and ecological importance and number of uses in the second principal component (25 % of variation) (Table 4). Native plants with higher biocultural importance are those with greater management complexity, consumed by more families and have few uses, regardless of their ecological importance (brown circle in Fig. 5d).

One of the most important plant species is *Capsicum annuum*, consumed by all households, mainly getting it by interchange, but it is also cultivated in homegardens but the wild variety is rarely gathered. Species like *Porophyllum ruderale*, *Porophyllum linaria*, *Amaranthus hybridus*, *Opuntia lasiacantha*, and *Dysphania ambrosiodes* are consumed by nearly all households and their contribution to diet is greatly important. For instance, the green *Amaranthus hybridus* is consumed on average 14.4 ± 2.4 times per year from June to September, almost always together with *Porophyllum linaria*; *Dysphania ambrosiodes* is cooked with beans and consumed every day by all households. These species are subject to management in agricultural fields and cultivated in homegardens to ensure their availability and to have them close and in case of scarcity are getting in the stores. *Physalis philadelphica* is consumed in sauces almost always raw to allow its seeds to germinate after dispersed when washing dishes in homegardens, where plants of this species are tolerated, transplanted and protected.

Other species are obtained by gathering (blue circle in Fig. 5d). Some of the most valuable (e. g. *Dasylium seratifolium* and *Peperomia cuadrifolia*) are consumed by nearly all households and commonly are shared with relatives, especially elders who are unable to get them by themselves. Some people have tried to propagate them in homegardens but they said that their experiments were unsuccessful because they obtain low production, it was difficult to maintain them, and require long time to harvest their products. *Agave* species are grouped (green circle in Fig. 5d), have high biocultural values, are intensely managed, abundant and highly valued for multiple purposes, although the consumption of its flowers as food is currently uncommon.

Ceremonial plants

Variation in biocultural importance of the 73 native species is mainly explained by management complexity and number of uses in the first principal component (40 % of variation), ecological importance, consumption and number of uses (28 % of variation explained by the second principal component; Table 4). The species with the highest biocultural value were those more intensely managed and valued for other uses (orange circles in Fig. 5e), for instance oaks that are part of the game of "El palo" played in the celebration of the Day of the

Dead, when teams of young men go to the forest to cut whole dead trees and carry them on to the town to be fired in front of the church. Other examples are *Brahea dulcis* leaves, which are used to weave shoes for deceased people and *Juniperus flaccida* whose resin is used when *Bursera* resin is scarce or unavailable.

The most cognitively salient species are appreciated for their flowers smell and beauty (green circle in Fig. 5e), which receive management practices and are extensively used regardless of their low ecological importance. In the extraction of orchid flowers people take care of leaving some bulbs, and after their ceremonial use, their bulbils are transplanted in homegardens as it occurs in the case of *Euchile karwinskii*. *Laelia albida* is cultivated in 65 % of homegardens and *Laelia anceps* in 35 % of them, this management is motivated by the appreciation of their beauty and scarcity in forests. Resin of *Bursera biflora* is particularly appreciated and used in a high number of rituals, this tree species is protected *in situ*, cannot be tamed or even damaged for extracting its resin and most people use only the resin of those trees naturally injured by insects located in warm lands to assure the resin quality (Fig. 3). Other species like *Chiococca alba*, *Rhynchosstele maculata* and *Epidendrum radioferens* are highly valued and frequently used species but rarely transplanted into homegardens, in part because people consider they are abundant, but in part because of the difficulties for their propagation. Some species are used to embellish the "Nativity scenes" (*Mammillaria* spp., *Catopsis compacta*, *Tillandsia* spp.) are transplanted in homegardens after their use (brown circle in Fig. 5e). Most of ceremonial species are only gathered as it is the case of *Lamourouxia dasyantha* (blue circle in Fig. 5e) and in many cases are shared with relatives, especially old people.

Firewood

Principal components analysis shows that biocultural importance of plants used as firewood is mainly explained by the complexity of their management in the first principal component (47 % of variation), and consumption and ecological importance in the second component (23 % of variation) (Table 4). Species used as firewood with the highest biocultural importance are oaks *Quercus* spp. (orange circle in Fig. 5f), which are consumed by all households, and have the highest cognitive prominence. Oaks are tolerated and protected in agricultural fields, and sometimes people transplanted and take care of them in their houses as ornamental plants. In this group, *Agave salmiana* subsp. *tehuacanensis* is valued as good firewood, but its use is uncommon since people prefer to use its dry stalk for house construction. Two important species used as firewood are *Brahea dulcis* and *Juniperus flaccida*, which are intensely managed in agricultural fields and homegardens, have high ecological importance, are

frequently used, and are highly culturally valued because of their multiple uses (brown circle in Fig. 5f).

The remaining species receive poor management (green and blue circles in Fig. 5f) and differ in their consumption, cognitive prominence and ecological importance. Some of these species have high biocultural value (*Quercus urbanii*, *Quercus castanea*, *Quercus conspersa*, *Rhus chondroloma*, *Rhus standleyi*, and *Morus celtidifolia*; green circle in Fig. 5f).

Although of the most valuable species for all interviewees are *Quercus* spp., *Arbutus xalapensis* and *Juni-perus flaccida*, the “charges” (measurement unit which is the amount of material that a donkey is able to carry) composition highly varied among households, oaks being on average ($\bar{X} = 79$ %), the rest are at least 30 species of shrubs managed in agricultural fields and homegardens being *Dodonaea viscosa*, *Acacia* spp., *Comarostaphylis polyfolia*, *Eysenhardtia polystachya*, and *Garrya ovata*, among the most common species.

Discussion and conclusions

Subsistence strategy

The multiple use of resources that including a great variety of ecosystems and resources and characterizing the Ixcatec subsistence are expressions of common patterns of interactions between humans and plants found among indigenous peoples of Mesoamerica [1, 3, 39, 46–49]. Such pattern is particularly important in a region like the Tehuacan Valley where the scarcity and uncertainty of rainfall and agricultural yield are also characteristic [17, 33, 39, 50]. Interchange of natural resources in the regional markets for obtaining staple food and other goods is clearly a strategy to face problems of availability of resources since pre-Columbian times [51]. For instance, commercialization and barter of local products like palm leaves, hats, mescal, and domestic animals, is a common strategy in numerous Mesoamerican communities [52–54] and many rural regions in the world to deal with the uncertainty [55].

Other activities like commerce and income subsidized by governmental programs, are part of the process of adaptation that may contribute to face eventual environmental and social adversities, similarly as recently documented among Mayan communities in southern Mexico [53]. The assistance support programmes from Government are progressively more important in the local subsistence strategies, but also, these programmes represent risks for the systems of management of natural resources, as it has been documented for programmes supporting agriculture, which promote the removal of trees and shrubs in agricultural land, thus affecting the maintenance of agroforestry systems [8, 21]. Seasonal employments allow solving some problems [17], but also these may cause the regardless or abandonment of traditional activities, the loss of TEK and, in some cases, the abandonment of the community.

Management diversity

The widely management practices set and other cultural and social strategies documented have allowed to maintain plant species that sustain the multiuse subsistence strategies as it has been reported at regional level [11, 56, 57]

At regional level, gathering and foraging of plant resources by humans and their domestic animals are the most common and simple form of interaction between social and ecological systems [56], but for most useful species recorded people carry out practices directed to maintain and ensure their future availability [11], and a broad variety of strategies are being carried out for such a purpose [17]. These general trends were observed in Santa María Ixcatlán, is practiced in an even higher percentage of plant species (nearly 65 %), which is an expression of the particularly deep of TEK developed by the Ixcatec.

Management practices such as tolerance, enhancing, protection and cultivation (by sowing, planting or transplanting) look for ensuring availability of plant resources and controlling its uncertainty, are primary mechanism in the domestication process for some species [10, 58]. It has allowed through selection of particular individual (phenotypes) and germplasm to start cultivation, maintaining and continuing processes of domestication. These processes were evident in the staple crops, as well as in wild and semi-domesticated *Physalis philadelphica*, *Tagetes erecta* and *Cosmos bipinnatus* in which selection to satisfy particular flavours, colours, and size, among others characteristics is carried out by people.

The socio-cultural strategies documented in all types of use as it is the mobility in resource gathering of valuable species, the diversification of resources to satisfy a need, and the substitution of one species with another or with other materials, have been recognized as buffer mechanisms to uncertainty [17, 59]. Other important strategies based on social interactions as was the interchange of plants as gifts and interchange of information about management techniques, allow important diffusion of experiences among households and communities and are important mechanisms of social cohesion, an important issue to maintain traditional institutions [17, 60]. Strategies associated to governance as it is the case of regulations are being effective for conserving some species. This is for instance the case of *Litsea glaucescens* and several oak species *Quercus* spp., whose populations are conserved in Ixcatlán through local regulations that only allow the extraction for direct consumption by households, but in other villages of the region have been severely affected and became extinct [15, 16]. However, in other species regulations have been ineffective for controlling new intensities of extraction required because of socio-economic needs. This is clearly the case of *Agave potatorum* in which the increasing demand of mescal has been for the moment higher than the capacity for collective regulations and technical responses.

Other interactions like removal (uprooting), opposed to maintenance, shows the complexity of interactions between humans and plants and the importance of detailed knowledge that people may have to take into account to make a decision based in the balance of the negative effects and utility that these species could provide [15]. For instance, in some cases like *Thitonia tubaeiformis*, *Amaranthus hybridus* and other weeds, which are valuable plants, people control its abundance inside of the agricultural field at begging the cycle in order to prevent competition with maize, but at the same time protect them in the borders to prevent fodder scarcity just in case that maize straw become scarce or to ensure the availability of greens.

The management practices have involved the transformation of ecosystems through intentional or incidental changes in the composition and structure of vegetation, the modification of relief, hydrological systems and biogeochemical processes in soils [61]. Concrete examples of this process are the creation and maintaining of secondary vegetation as induced grasslands and palm scrubland, changes in vegetation structure in forest zones where grazing routes are, erosive process in current and abandoned agricultural fields, and engineering works to retain soil and water for agriculture and livestock (Figs. 1, 2 and 3). Homegardens, crop fields and pasturelands distributed in the three types of environments recognized by the Ixcatec within their territory (Fig. 3), have originated a great variety of landscape units where management of wild and domesticated plant species take place, conforming forest, agroforestry, agro-silvo pastoral, and silvo-pastoral systems [62, 63]. In these systems people maintain a high level of biodiversity; for instance, on average people of Ixcatlán maintain 29 woody native species in their agricultural plots [22]. These systems are biocultural expressions and areas continually generating new biocultural diversity through also continual observation and experimenting management techniques [8, 64]. In the palm scrublands, for instance, which are highly important for the Ixcatec, people have shaped their conformation managing *Brahea dulcis* in order to increase its availability in agricultural and fallow plots, as well as in homegardens. This practice has happened most probably since pre-Columbian times, since this species is important for Ixcatec people [51, 52].

The role of plant species in the Ixcatec subsistence and in the interactions of humans to conserve plant resources may define particularities of their own culture [3, 65]. Management of some plant species is closely related with the form of preparation of food stoves, as it was described for *Physalis philadelphica*. Relation of the Ixcatec with the palm *Brahea dulcis* is particularly significant, this species is part of almost all activities in their daily life, and it has been considered as an indissoluble element of Ixcatec culture [32, 33, 51, 52, 66, 67].

The high levels of diversity and interactions documented in Ixcatlán compared with the regional flora (30 % of the total regional flora, 36 % of all useful plants recorded in the region, and 66 % of managed species identified in the Tehuacán Valley) [11, 24, 25], confirm the importance of the Ixcatec biocultural heritage and the character of the Tehuacan Valley as a priority biocultural region of Mexico [3].

Our research and sampling effort is one of the highest carried out by ethnoecological studies in the Tehuacán Valley [11, 15–17, 56, 68–71]. This fact confirms that it is still needed continuing efforts to documenting TEK, biocultural processes of diversification and their connection with management innovation and domestication. In this region, archaeological records in caves has been source of information about biocultural construction since prehistory, whereas local studies should continue documenting one of the areas with highest richness of ethnobotanical knowledge of Mexico and a place where ongoing processes for sustainable resource management and local processes of domestication are taking place.

Biocultural importance

The integration of socio-cultural and ecological variables for understanding the importance of plant species, follows the proposal by Castaneda and Stepp [72] for estimating ethnoecological importance. Our evaluation found that variables associated to management complexity are in general those more contributing to explain the variation in the first principal component of the six use categories analysed. This fact suggests that management is representative of the socio-ecological factors interacting and mutually influencing their properties [73]. In other words, studying management of natural resources is a good methodological basis for understanding socio-ecological systems and construction of biocultural heritage.

Brahea dulcis, *Juniperus flaccida*, and *Agave salmiana* subsp. *tehuacanensis* have particularly high biocultural importance values in almost all use types analysed. This fact is because of their multipurpose use, their cultural and ecological importance and their intensive management. The positive relation between cultural and ecological importance might be explained through the hypothesis of ecological appearance [18, 74, 75], but we rather propose that the ecological importance currently observed is in part a result of ancient ecosystem management directed to increase their availability. The high resistance to disturbance, reproductive capacity of these species, among other ecological factors have favoured the enhancing of their abundance.

The relation between ecological and cultural importance varied in the different use types analysed. Among plants used as ceremonial and medicinal, the species with higher cognitive prominence and consumption have low availability, and their management is mainly through

socio-cultural strategies, directed to ensure their availability, as the harvest technics to ensure their survival after the harvest, but not necessarily are directed to increase their abundance.

The number of uses was an important factor in edible, medicinal, fodder, ceremonial and ornamental plants; however, among medicinal plants, the species with higher cognitive prominence were those with few uses, in other words their properties determining them specialized medicinal plants, which is apparently related with their quality as resource [76].

Highly cognitive valued species not always are the most consumed or managed. For instance, species highly valued as ceremonial, like orchids have a low consumption because the difficulty to obtain them or be manipulated to increase their availability. These results and those found by several authors studying factors influencing management of edible plants [15, 77, 78], indicate that management motives may be variable not only related with cultural importance and scarcity, which suggests the importance of continuing research in this line.

Conclusion

Management factors and motives

A case that allows observing how people dynamically construct processes of decision making about management is *Agave potatorum*, in which the perception of risk of disappearing of the resource is the main factor detonating management actions, as documented for other plant resources of the Tehuacán Valley [15]. The strategies developed depend on TEK of both species and ecosystems [17], but there are external factors influencing experimenting innovation in management actions, as illustrated in the cases of several species of *Agave* [40, 79], in which markets have influenced increasing of extraction and pressures on agave populations and new management techniques [16, 17, 40]. This case illustrates that crises detonate innovation, activating processes of experimenting, monitoring, adapting, testing and interchanging local and external experiences, as well as enhancing processes of social organization, collaboration with governmental and academic sectors, learning and adaptation, in which the communitarian platforms of dialogue are crucial for facing risks and uncertainty [80, 81].

In other cases, the uncertainty in the availability of highly valued resources are motives for managing other species with redundant use and are able to substitute particular desirable resources, as are the cases of *Tithonia tubaeformis* and *Simsia lagascaeformis* whose abundance is promoted in controlled ways before the uncertainty of the main fodder of the study area (maize stubble). Such a complex decision making has important consequences in households' economy [82] and biodiversity conservation in agroforestry systems [21, 22, 83].

Uncertainty operates associated to several factors, and ensuring the products quality is another management motive. People prefer consuming their own crops, which are considered of better quality over those commercialized in stores. Practices to assure the quality not are exclusively on crop plants, others like *Bursera biflora* have specialized resin extraction techniques that take advantage of natural processes assuring the resin quality avoiding injure the trees, instead of cutting trunks, a common practice in other localities [84]. Moreover, the perception of quality loss discourages *ex situ* management, in addition to energy investment and difficulties involved in maintaining these species outside their environments, as was noted in *Bursera biflora* and medicinal plants.

The aesthetical sense, expressed by people that consider that plants embellish the spaces where they occur, as Cook noted [33] in mid 20th century, appears to be an important motive that determining the permanence of numerous native species in homegardens and crop fields as forests conservation. This motive has been reported by other authors in agroforestry systems of the region [21, 22], and our study suggests its high importance because of the high number of species considered as house or "mountain luxury", which receive some type of management practices.

Ethical principles like the fact that people recognize that plants are living beings with a right to exist, that plants should not be damaged because of whim, are ethical principles that motive management practices as tolerance. Also the including of several species in belief systems and matching cycles of plant management with the rituals calendar, suggest that although the Ixcatec *kosmos* is permeated by Catholic thinking, it maintains features with other Mesoamerican views of the world reported by other authors [20, 85].

Curiosity was mentioned to be involved in all management practices in response to motives such as uncertainty in plant resources' availability or aesthetical needs. It enhances testing new techniques or new species or be persistent when reproductive requirements make difficult the plants propagation.

Deepen the study of motivations and socio-economic and cultural factors that influence plant management allow understanding the processes of decision making construction and biocultural legacy. Such studies could provide unique opportunities for strengthening conservation strategies of sustainable forms of management of resources and ecosystems.

Appendix

Plant species of Santa María Ixcatlán. Species, number of uses, management, socio-cultural and ecological aspects; rarefaction curves of S Index, Ixcatec participants details, and botanical experts.

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index^a and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental; distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV)); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations

ID	Family	Specie	Voucher number ^a	Common name	Number of uses	Consumption by use (Households %)	Fodder		Ornamental		Medicinal	
							Sutrop Index value ^b	PC value	Sutrop Index value ^c	PC value	Sutrop Index value ^d	PC1 value
1	Acanthaceae	<i>Carlowrightia neesiana</i> (Schauer ex Nees) T.F.Daniel	SRL-1385				0		0			
2	Acanthaceae	<i>Justicia candidans</i> (Nees) LD.Benson	SRL-1395				0		0			
3	Acanthaceae	<i>Justicia gonzalezii</i> (Greenm.) Henr. & Hiriart	SRL-1333, SRL-1362				0		0			
4	Acanthaceae	<i>Justicia spicigera</i> Schtdl	SRL-92, SRL-188, ERL-41, ERL-58, ERL-216, ERL-224	Tintonil	1		0		0			0.0101
5	Acanthaceae	<i>Ruellia lactea</i> Cav.	Photo record				0		0			
20	Aizoaceae	<i>Aptenia cordifolia</i> (L.f.) Schwantes	ERL-46		1	Ornamental = 6	0		0			
21	Aizoaceae	<i>Carpobrotus</i> sp.	Photo record		1	Ornamental = 6	0		0			
22	Aizoaceae	<i>Mesembryanthemum</i> sp.	ERL-213		1	Ornamental = 6	0		0			
28	Alstromeriaceae	<i>Bomarea hirtella</i> (Kunth) Herb.	RLF-290				0		0			
29	Amaranthaceae	<i>Alternanthera caracasana</i> Kunth	ERL-21, SRL-93	Maravilla	2		0	-0.216	0			-0.5049
30	Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	SRL-79, SRL-80, SRL-1122, SRL-1141, ERL-74, ERL-102	Quelleite tintonil	3	Fodder = 60, edible = 95	0.0207	1.4999	0			0.6125
31	Amaranthaceae	<i>Beta vulgaris</i> L.	Photo record	Betabel, acelga	1		0		0			
33	Amaranthaceae	<i>Celosia argentea</i> L.	Photo record	Moco de pavo	2	Ornamental = 18, ceremonial = 30	0		0			
34	Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i> L.	RLF-60, RLF-242, SRL-90, SRL-378, SRL-1175	Gallitos	2		0	-0.3826	0			-0.6606
35	Amaranthaceae	<i>Iresine schaffneri</i> S.Watson	RLF-320		1		0	-1.0555	0			
36	Amaranthaceae	<i>Iresine</i> sp.	SRL-1488				0		0			
26	Amaryllidaceae	<i>Agapanthus africanus</i> (L.) Hoffmanns.	Photo record	Pando morado	2	Ornamental = 18	0		0.0016			
23	Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i> L.	ERL-177	Cebolla	1	Edible = 100	0		0			
24	Amaryllidaceae	<i>Allium sativum</i> L.	Photo record	Ajo	2	Edible = 100	0		0			0.0016
37	Amaryllidaceae	<i>Crinum x powellii</i> Hort.	ERL-237	Azucena blanca	2	Ornamental = 35, ceremonial = 11	0		0			

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index^a and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental; distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV)); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

38	Amaryllidaceae	<i>Hippeastrum puniceum</i> (Lam.) Voss Herb.	Photo record	Azucena roja	2	Ornamental = 29, ceremonial = 11	0		0.0168			0
39	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis harrisiana</i> Herb.	Photo record		1		0		0.0042	-1.4444		0
40	Amaryllidaceae	<i>Sprekella formosissima</i> (L.) Herb.	Photo record	Azucena roja	1	Ornamental = 6	0		0.0078	1.0545		0
41	Amaryllidaceae	<i>Zephyranthes minuta</i> (Kunth) D.Dietr.Herb.	Photo record		1		0		0.0037	-2.0057		0
42	Anacardiaceae	<i>Actinocheta potentillifolia</i> (Turcz.) Bullock	RLF-109, RLF-274, SRL-1183, SRL-1368	Tetlate	2	Firewood = 100	0		0			-0.1037
43	Anacardiaceae	<i>Cyrtocarpa procerca</i> Kunth	SRL-1358	Chupandio	1	Edible = 20	0		0			0
44	Anacardiaceae	<i>Pistacia mexicana</i> Kunth	RLF-326, SRL-1211, SRL-1340, SRL-1523	Socoya	7		0.0161	1.24	0			0.0069 0.4921
45	Anacardiaceae	<i>Rhus chondroloma</i> Standl.	RLF-282, SRL-1222, SRL-1460	Zumaque	7	Firewood = 100	0	1.6290	0.0147	0.9307	0.002	0.6407
46	Anacardiaceae	<i>Rhus standleyi</i> F.A.Barkley	RLF-59, RLF-255, SRL-269, SRL-472, SRL-1248, SRL-1470	Encino chaparro, zomaque grueso	3	Firewood = 100	0		0			-0.043
47	Anacardiaceae	<i>Rhus virens</i> Lindl. ex A.Gray	RLF-58, RLF-219, SRL-275, SRL-468, SRL-1218	Zumaque	6	Firewood = 100	0	1.4214	0.0147	0.7703	0.002	0.5159
48	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	SRL-19, ERL-164	Pirul	4	Ornamental = 6	0		0.0098			0.0083
49	Annonaceae	<i>Annona cherimola</i> Mill.	Photo record	Chirimoya	1		0		0			0
52	Apiaceae	<i>Ammi majus</i> L.	SRL-24, ERL-13, ERL-81, ERL-131, ERL-184	Encaje	2	Ornamental = 47, ceremonial = 20	0		0			0
53	Apiaceae	<i>Apium leptophyllum</i> (Pers.) F.Muell. ex Benth.	SRL-1525				0		0			0
54	Apiaceae	<i>Cariandrum sativum</i> L.	ERL-40, ERL-135, ERL-236	Cilandro	2	Edible = 100	0		0			0
55	Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.	Photo record	Zanahoria	1	Edible = 100	0		0			0
56	Apiaceae	<i>Eryngium bonplandii</i> F.Delaroche	RLF-6, SRL-132, SRL-384, SRL-1247	Ojo de gallo	1		0		0			-0.9929
57	Apiaceae	<i>Eryngium comosum</i> F.Delaroche	RLF-127	espinuda	1		0		0			-1.0487
58	Apiaceae	<i>Eryngium pectinatum</i> C.Presl ex DC.	RLF-52, SRL-315		1		0		0			-1.0295
59	Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	SRL-72, ERL-229	Hinojo	2		0		0			0.0119
60	Apiaceae	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss	ERL-72	Perejil	2		0		0			0
61	Apiaceae		RLF-165		1		0		0			0

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index* and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

75	Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	ERL-242		1	Ornamental = 6	0	0	0.0738	0		
76	Apocynaceae	<i>Asclepias linaria</i> Cav.	RLF-35, SRL-131	Romero cimarrón	1		0	0	-2.1063	0		
64	Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold	SRL-1336		1		0	0	0	-1.0487		
78	Apocynaceae	<i>Funastrum elegans</i> (Decne.) Schltr.	SRL-443, SRL-1153, SRL-1544		1		0	-1.0765	0	0		
79	Apocynaceae	<i>Huemia macrocarpa</i> Schweinf. ex K.Schum.	Photo record	Órgano de Tehuacán	1	Ornamental = 6	0	0	0	0		
77	Apocynaceae	<i>Matelea purpusii</i> Woodson	SRL-1123	Tecacholo	2		0	0	0.0148	0.087		
80	Apocynaceae	<i>Metastelma</i> sp.	RLF-321		1		0	0	0	0		
62	Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	ERL-103, ERL-123, SRL-178	Adelfa, laurel	2	Ornamental = 35, ceremonial = 14	0	0	0	0		
63	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	Photo record	Cacaluschil	2		0	0.0156	1.0147	0		
81	Apocynaceae		SRL-397	Tecacholo corriente			0	0	0	0		
65	Araceae	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng.	SRL-220, ERL-203	Cartucho	2	Ornamental = 53, ceremonial = 17	0	0.0252	0	0		
66	Araliaceae	<i>Aralia humilis</i> Cav.	SRL-1482, SRL-1507	Mata gallina	3	Ornamental = 6	0	0	-0.3989	0		
67	Araliaceae	<i>Schefflera</i> sp.	Photo record		1	Ornamental = 6	0	0	0	0		
68	Arecaceae	<i>Brahea dulcis</i> (Kunth) Mart.	RLF-155, RLF-191, SRL-462, SRL-463, SRL-1192, SRL-1193	Palma criolla	11	Ornamental = 35, ceremonial = 1, firewood = 100, Toramental = 95	0.0092	7.1968	0.0241	6.7574	0.0035	4.3551
69	Arecaceae	<i>Brahea dulcis</i> x <i>B. calcarea</i> Mart. x Liebm.	SRL-1229	Palma media sierra	6	Ornamental = 95	0	0.0049	0.1754	0		
70	Arecaceae	<i>Brahea calcarea</i> Liebm.	SRL-219, SRL-461, SRL-1194	Palma blanca	4		0	0.0042	0.8205	0		
71	Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i> Chabaud	Photo record	Palma	2	Ornamental = 18, ceremonial = 1	0	0	0	0		
72	Arecaceae	<i>Washingtonia filifera</i> (Linden ex André) H.Wendl. ex de Bary	Photo record	Palma	1	Ornamental = 12	0	0	0	0		
73	Arecaceae		ERL-50	Palmera	1	Ornamental = 6	0	0	0	0		
74	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia teretiflora</i> Pfeifer	SRL-1130	Orejita de ratón	2		0	0	0.0123	-0.364		
6	Asparagaceae	<i>Agave americana</i> L.	Photo record	Maguey de pulque, Maguey de listón	4	Ornamental = 47, 18 = 30	0	0	0.0038	0		
9	Asparagaceae	<i>Agave applanata</i> Lem. ex Jacobi	Photo record	Maguey cenizo	1		0	0	0	0		

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index* and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

10	Asparagaceae	<i>Agave kerchovei</i> Lem.	Photo record	Maguey rabo de león	3	Edible = 20	0.0020	-0.2532	0	0	0	
11	Asparagaceae	<i>Agave potatorum</i> Zucc.	RLF-285, SRL-403, SRL-1209	Maguey papalomé	8	Fodder = 5, ornamental = 29, medicinal = 5, edible = 25, 18 = 20	0.0068	6.6941	0.046	5.3787	0.0388	5.4489
12	Asparagaceae	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck subsp. <i>tehuacanensis</i> (Karw. ex Salm-Dyck) García-Mend.	Photo record	Maguey cimarrón	10	Ornamental = 12	0.0022	6.3299	0.0098	3.672	0.0085	4.315
13	Asparagaceae	<i>Agave scaposa</i> Gentry	Photo record	Maguey potrero	3		0	0	0.0074	2.0018	0	
14	Asparagaceae	<i>Agave stricta</i> Salm-Dyck	SRL-1520		1		0	0	-0.0825	0	0	
15	Asparagaceae	<i>Agave titanota</i> Gentry	SRL-404	Maguey tieso	2		0	-0.6097	0	0	0	
16	Asparagaceae	<i>Agave triangularis</i> Jacobi	SRL-437	Maguey rabo de león, maguey tieso	3		0	-0.2987	0	0	0	
17	Asparagaceae	<i>Agave tequilana</i> F.A.C.Weber	Photo record	Agave azul	1	Ornamental = 6	0	0	0	0	0	
8	Asparagaceae	<i>Agave vivipara</i> L.	SRL-235, SRL-1353, SRL-1389	Maguey espadín	5	Ornamental = 6	0	0.0147	1.6977	0.0021	2.4585	
553	Asparagaceae	<i>Beaucarnea stricta</i> Lem.	RLF-149	Sotol	2	Ceremonial = 1	0	0	0	0	0	
554	Asparagaceae	<i>Dasyllirion serratifolium</i> (Karw. ex Schult. & Schult.f.) Zucc.	RLF-156, SRL-420, SRL-1473, SRL-1521	Cucharilla, manita	5	Edible = 95, ceremonial = 5	0.0019	0.3359	0	0	0	
50	Asparagaceae	<i>Echeandia paniculata</i> Rose	SRL-442, SRL-1114	Cebolla de cacalote	3		0	0	0	0	-0.6167	
51	Asparagaceae	<i>Echeandia</i> sp.	SRL-319	Pasto	1		0	-1.0765	0	0	0	
25	Asparagaceae	<i>Milla biflora</i> Cav.	SRL-1537	Huele de noche	1		0	0	0	0	0	
555	Asparagaceae	<i>Nolina longifolia</i> (Karw. ex Schult. & Schult.f.) Hemsl.	SRL-228	Sotol	3		0	0	0	0	0	
19	Asparagaceae	<i>Yucca periculosa</i> Baker	SRL-1505	Tohuizote	4		0	0	0	0	0	
18	Asparagaceae	<i>Yucca gigantea</i> Lem.	SRL-1532	Huizote, pita, tehuizote	2	Ornamental = 12	0	0	0	0	0	
215	Balsaminaceae	<i>Impatiens walleriana</i> Hookf.	Photo record	Belén	1	Ornamental = 12	0	0	0	0	0	
216	Basellaceae	<i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis	ERL-119		1		0	0	0	0	0	
217	Berberidaceae	<i>Berberis pallida</i> Hartw. ex Benth.	SRL-216, SRL-217, SRL-401, SRL-1235, SRL-1399, SRL-1449	Palo tostado	2	Firewood = 100	0	-0.5351	0	0	0	
218	Berberidaceae	<i>Berberis</i> sp.	SRL-1428				0	0	0	0	0	
219	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don	ERL-226	Jacaranda	3	Ornamental = 12	0	0.0074	0	0	0	

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index* and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

220	Bignoniaceae	<i>Podanea ricasoliana</i> (Tanfaní) Sprague	ERL-252	Flor tronador	2	Ornamental = 6	0	0	0	
221	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	RLF-13, RLF-56, RLF-249, SRL-438, SRL-465, SRL-1307	Tronadora	2		0	-0.3922	0	0.0013 -0.6459
222	Boraginaceae	<i>Antiphytum caespitosum</i> I.M.Johnst.	RLF-125, SRL-99, SRL-1400, SRL-1466	Semonilla	1	Medicinal = 10	0	0		0.0317 0.3143
223	Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i> L.	SRL-52	Gordolobo	1		0	0		0.0046
224	Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	SRL-1392		1		0	-1.0765	0	0
401	Boraginaceae	<i>Nama dichotoma</i> (Ruiz & Pav.) Choisy	SRL-98, SRL-1182		1		0	-1.0765	0	0
402	Boraginaceae	<i>Nama</i> sp.	SRL-166				0	0		0
403	Boraginaceae	<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pav.) Kunth	SRL-1352	Chichicasle de tierra caliente			0	0		0
225	Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> L.	Photo record	Brócoli, Col	1		0	0		0
226	Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i> L.	SRL-1536	Mostaza	2		0.0065	0		0
229	Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	SRL-182, SRL-1324	Lentejilla	1		0	0		0
230	Brassicaceae	<i>Descurainia virletii</i> (E.Fourn.) O.E.Schulz	SRL-35	Mostaza	2		0	-0.6097	0	0
227	Brassicaceae	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	RLF-309, SRL-39, SRL-1131	Jaramón	2	Fodder = 40	0.0323	0		0
231	Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i> L.	ERL-109, RLF-70, RLF-103, RLF-179, SRL-1320	Lentejilla	3	Ornamental = 35	0	0.6404	0	0.4307 0.0097 0.2534
232	Brassicaceae	<i>Matthiola incana</i> (L.) R.Br.	ERL-20, ERL-170	Alelia	2	Ornamental = 18, ceremonial = 10	0	0.0042		0
234	Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	SRL-199	Berro	2	Edible = 15	0	0		0
233	Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i> L.	SRL-44, ERL-136, ERL-162, ERL-179	Rábano	2		0	0		0
235	Brassicaceae		SRL-1319				0	0		0
236	Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Photo record	Piña	2	Edible = 10	0	0		0.0014
237	Bromeliaceae	<i>Catopsis compacta</i> Mez	RLF-335, SRL1253	Soluche de jarrita	5	Ornamental = 6, ceremonial = 22	0	3.5020	0	1.1246 0 2.2591
238	Bromeliaceae	<i>Hechtia oaxacana</i> Burt-Utley, Utley & García-Mend.	SRL-405, SRL-1524	Lechugilla	1	Fodder = 10	0.0384	-0.866	0	0
239	Bromeliaceae	<i>Hechtia</i> sp.	SRL-1393	Lechugilla de terreno caliente			0	0		0

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index* and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

240	Bromeliaceae	<i>Tillandsia acrostachys</i> E.Morren ex Baker	SRL-1492		2	Ceremonial = 2	0	0.0221	-0.4059	0
241	Bromeliaceae	<i>Tillandsia bourgaei</i> Baker	SRL-1197	Soluche blanco	3		0	-0.3766	0.0221	-0.5262 0
242	Bromeliaceae	<i>Tillandsia grandis</i> Schldtl.	SRL-1472	Jarilla	3	Ornamental = 6, ceremonial = 5	0.0290	2.8484	0.0027	0.6724 0
243	Bromeliaceae	<i>Tillandsia gymnotrya</i> Baker	SRL-1201, SRL-1435	Soluche blanco, soluche de flor colorada	5	Fodder = 30, ceremonial = 2	0.0827	0.2377	0.0221	-0.0008 0 -0.2934
244	Bromeliaceae	<i>Tillandsia juncea</i> (Ruiz & Pav.) Poir.	RLF-81, SRL-1246, SRL-1254	Soluche	3	Ceremonial = 2	0	-0.3767	0.0221	-0.5262 0
245	Bromeliaceae	<i>Tillandsia macdougallii</i> L.B.Sm.	RLF-84, SRL-224, SRL-1242, SRL-1250	Soluche	3	Ornamental = 6	0	2.8801	0.0221	1.203 0
246	Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	SRL-211	Soluchito	3	Ornamental = 6	0.0081	-0.0731	0.0221	-0.1783 0 -0.4357
247	Bromeliaceae	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	SRL-138, SRL-1245	Apasle	5	Ornamental = 29, ceremonial = 2	0.0144	4.4242	0.009	2.5721 0
248	Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> sp.	SRL-1244	Soluche	2	Ornamental = 6	0	2.5691	0.0221	0.9401 0
249	Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> sp.	SRL-1252	Soluche cimarrón, soluche ixtludo	3	Ceremonial = 2	0	2.879	0.0221	1.0465 0
250	Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> sp.	SRL-1243	Soluche	4	Ceremonial = 2	0	-0.0656	0.0221	-0.2635 0
251	Buddlejaceae	<i>Buddleja parviflora</i> Kunth	ERL-197, SRL-371, SRL-1207, SRL-1522	Lengua de vaca, tepozán	3	Firewood = 100	0	0		0.0025 -0.1805
252	Buddlejaceae	<i>Buddleja</i> sp.	RLF-83, SRL-30		1		0	-1.0519	0	0
253	Buddlejaceae	<i>Buddleja</i> sp.	SRL-118				0	0		0
254	Buddlejaceae	<i>Buddleja</i> sp.	RLF-218, RLF-284	Tepozán			0	0		0
255	Burseraceae	<i>Bursera biflora</i> (Rose) Standl.	RJS-11, RLF-122, SRL-1219	Copal colorado, copal amarillo, copal criollo	7	Ceremonial = 99	0	0	1.805	0 3.1524
256	Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	SRL-349	Copaillo	3		0.0046	-0.2997	0	0
257	Burseraceae	<i>Bursera galeottiana</i> Engl.	RLF-323	Cuajilote			0	0		0
258	Burseraceae	<i>Bursera moreletensis</i> Ramírez	SRL-1345				0	0		0
259	Burseraceae	<i>Bursera pontiveteris</i> Rzed., Calderón & Medina	SRL-1271	Copaillo blanco	2		0	0		0
260	Burseraceae	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.	SRL-1367	Aceitillo	2		0.0027	-0.7685	0	-0.9186
261	Burseraceae	<i>Bursera submoniliformis</i> Engl.	SRL-1341, SRL-1346	Copaillo blanco			0	0		0
262	Cactaceae	<i>Acanthocereus subinermis</i> Britton & Rose	Photo record	Nopalito de cruz	1		0	0		0

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index^x and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

263	Cactaceae	<i>Cephalocereus columna-trajani</i> (Karw. ex Pfeiff.) K.Schum.	Photo record	Cardón pachón, soldadillo	1		0	0	-0.1783	0	
264	Cactaceae	<i>Caryophanta retusa</i> (Pfeiff.) Britton & Rose	Photo record	Bizniaga	1	Ornamental = 12	0	0.0074	0.3458	0	
265	Cactaceae	<i>Escontria chitilla</i> (A.A.Weber ex K.Schum.) Rose	Photo record	Jiotilla	1		0	0	0	0	
266	Cactaceae	<i>Ferocactus macrodiscus</i> (Mart.) Britton & Rose	SRL-402	Bizniaga	3	Ornamental = 6	0.0161	2.7969	0.0074	0.7647	0
267	Cactaceae	<i>Ferocactus recurvus</i> (Mill.) Borg	SRL-1419	Bizniaga grande	3	Ornamental = 12	0.0161	3.2785	0.0074	1.2215	0
268	Cactaceae	<i>Hylocereus undatus</i> (Haw.) Britton & Rose	Photo record	Pitahaya	2	Ornamental = 35	0	0	0	0	
270	Cactaceae	<i>Mammillaria carnea</i> Zucc. ex Pfeiff.	SRL-387	Bizniaga			0	0	0	0	
271	Cactaceae	<i>Mammillaria haageana</i> Pfeiff.	SRL-387, SRL-1480	Bizniaga chiquita	2	Ornamental = 18, ceremonial = 2	0	0.0074	0.8648	0	
272	Cactaceae	<i>Mammillaria sphaclata</i> Mart.	Photo record	Bizniaga	2	Ceremonial = 2	0	0.0074	0.6323	0	
273	Cactaceae	<i>Mammillaria</i> sp.	Photo record	Bizniaga	1		0	0.0074	-1.9051	0	
274	Cactaceae	<i>Mammillaria</i> sp.	Photo record	Bizniaga	1	Ornamental = 6	0	0.0074	0.1793	0	
269	Cactaceae	<i>Marginatocereus marginatus</i> (D.C.) Backeb.	SRL-237	Órgano	5	Ornamental = 59, ceremonial = 40	0	0	0	0	
275	Cactaceae	<i>Opuntia depressa</i> Rose	SRL-238	Nopal de coyote	3		0.007	0.0052	0	0.0139	-0.1499
276	Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Photo record	Nopal de castilla, nopal pelón	2	Edible = 100	0	0	0	0	
277	Cactaceae	<i>Opuntia huajuapensis</i> Bravo	SRL-239	Nopal	3		0.0072	1.1617	0	0	
278	Cactaceae	<i>Opuntia lasiocantha</i> Pfeiff.	SRL-477	Nopal pachón	2	Edible = 100	0	0	0	0	
279	Cactaceae	<i>Opuntia</i> sp.	SRL-236	Nopal amarillo	3		0.0072	0	0	0	
280	Cactaceae	<i>Opuntia</i> sp.	Photo record	Nopal de coyote, nopal tuna roja	3		0.0072	4.1969	0	0	
281	Cactaceae	<i>Opuntia</i> sp.	Photo record	Nopal de sacristán	2		0.0072	1.0967	0	0	
282	Cactaceae	<i>Pachycereus weberi</i> (J.M. Coult.) Backeb.	Photo record	Cardón verde			0	0	0	0	
283	Cactaceae	<i>Pseudomitrocereus fulviceps</i> (F.A.C.Weber ex K.Schum.) Bravo & Buxb.	SRL-1451, SRL-1501	Cardón			0	0	0	0	

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index^x and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

284	Cactaceae		SRL-1452				0	0	0	0	
285	Calochortaceae	<i>Calochortus barbatus</i> (Kunth) J.H.Painter	SRL-1204				0	0	0	0	
286	Campanulaceae	<i>Diastatea micrantha</i> (Kunth) McVaugh	SRL-156, SRL-157		2		0	-0.7655	0	-1.4404	0
763	Cannabaceae	<i>Celtis caudata</i> Planch.	ERL-79, ERL-155, ERL-194, ERL-222, SRL-1475	Malintze, morallillo	5		0.0161	1.0117	0	0	0
287	Cannaceae	<i>Canna indica</i> L.	SRL-57, ERL-43, ERL-217	Platanillo	2	Ornamental = 35, ceremonial = 10	0	0	0	0	0
288	Capparaceae	<i>Capparis pringlei</i> Briq.	SRL-1354				0	0	0	0	
213	Caprifoliaceae	<i>Scabiosa atropurpurea</i> L.	ERL-23, ERL-239	Barín	2	Ornamental = 6	0	0	0	0	
767	Caprifoliaceae	<i>Valeriana</i> sp.	RLF-28, RLF-199, SRL-1300		1		0	-1.0758	0	0	
289	Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Photo record	Papaya	1	Edible = 5	0	0	0	0	
290	Caryophyllaceae	<i>Dianthus caryophyllus</i> L.	Photo record	Clavel	2		0	0.0118	0	0	
291	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	SRL-41	Ocote corriente, pino	4	Ornamental = 35	0	0.0588	0.0015	0	
292	Celastraceae	<i>Acanthothamnus aphyllus</i> (Schitdl.) Standl.	SRL-1504				0	0	0	0	
293	Celastraceae	<i>Cassine xylocarpa</i> Vent.	SRL-1334				0	0	0	0	
294	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium berlandieri</i> Moq.	SRL-1139	Quelleite de manteca, flor de huizontle	2	Edible = 15	0.0046	-0.3023	0	0	
295	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium murale</i> L.	RLF-184, SRL-194, SRL-1121, SRL-1140, SRL-1321	Quelleite de guajolote	3	Fodder = 10, medicinal = 40	0.0054	0	0	0	
296	Chenopodiaceae	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	ERL-32, ERL-33, ERL-168, RLF-89, SRL-1136	Epazote	4	Edible = 100	0	0	0.0123	1.3678	
297	Chenopodiaceae	<i>Spinacia oleracea</i> L.	Photo record	Espinaca	1		0	0	0	0	
298	Cistaceae	<i>Helianthemum</i> sp.	RLF-17				0	0	0	0	
299	Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	RLF-19, RLF-73, SRL-159		2		0	-0.6240	0	-1.3004	
300	Commelinaceae	<i>Commelina</i> sp.	SRL-48		1		0	0	0	0	
301	Commelinaceae	<i>Gibasis consobrina</i> D.R.Hunt	RLF-190, SRL-430	Milpa, lengua de cucho			0	0	0	0	
302	Commelinaceae	<i>Gibasis geniculata</i> (Jacq.) Rohweder	ERL-44		1	Ornamental = 6	0	0	0	0	
303	Commelinaceae	<i>Tradescantia crassifolia</i> Cav.	SRL-149		1		0	0	0	-1.0487	
304	Commelinaceae	<i>Tripogandra purpurascens</i> (S.Schauer) Handlos	RLF-15		1		0	-0.8960	0	0	

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

84	Compositae	<i>Acourtia scapiformis</i> (Bacig.) B.L.Turner	SRL-163		1		0	0	-2.1063	0
85	Compositae	<i>Acourtia</i> sp.	SRL-215, SRL-1468	Oreja de conejo			0	0	0	
86	Compositae	<i>Adenophyllum glandulosum</i> (Cav.) Strother	SRL-1264		1		0	-1.0766	0	0
87	Compositae	<i>Ageratina espinosarum</i> (A.Gray) R.M.King & H.Rob.	RLF-36, SRL-114, SRL-291, SRL-325, SRL-363, SRL-1279		2		0	0.0391	0	0
88	Compositae	<i>Ageratina maietiana</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	SRL-186, SRL-390	Hierba de ángel	3	Ornamental = 6, medicinal = 15	0	3.3978	0	0.9653 0.15 5.7983
89	Compositae	<i>Ageratina tomentella</i> (Schrad.) R.M.King & H.Rob.	RLF-217, SRL-119, SRL-289, SRL-335, SRL-391, SRL-1191, SRL-1398, SRL-1406		1		0	-0.7561	0	0
90	Compositae	<i>Ageratina</i> sp.	RLF-116, SRL-74	Hierba de ángel	3		0	-0.2987	0	-1.0819 0 -0.6123
91	Compositae	<i>Ageratina</i> sp.	RLF-4, SRL-153, SRL-287	Niebla	2		0	-0.6843	0	-1.36 0
92	Compositae	<i>Ageratina</i> sp.	SRL-208	Oreganillo	1		0	0	0	0 -0.8137
93	Compositae	<i>Ageratum tenuacanthum</i> R.M.King & H.Rob.	RLF-26, SRL-113	Cara blanca	1		0	-1.0765	0	0
94	Compositae	<i>Ambrosia psilostachya</i> DC.	RLF-9		1	Medicinal = 5	0	0	0	0 -0.5778
97	Compositae	<i>Archibaccharis seratifolia</i> (Kunth) S. F. Blake	RLF-257, SRL-267, SRL-292, SRL-1241		1		0	-0.9975	0	0
95	Compositae	<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.	Photo record	Ajenjo, estafiate, hierba maistra	1	Medicinal = 10	0	0	0	0.0591
214	Compositae	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Photo record		1		0	0	0	0
98	Compositae	<i>Baccharis salicina</i> Torr. & A.Gray	SRL-1151	Chamizo	1		0	0	0	0 -1.0487
99	Compositae	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H.Rob. & Brettell	SRL-190, SRL-1531, ERL-27, ERL-83, ERL-190, ERL-218	Somiate	6	Ornamental = 65, firewood = 100	0.0323 0.9183	0	1.6175 0.0291	0.6711
100	Compositae	<i>Bidens bigelovii</i> A.Gray	RLF-140, RLF-196	Cahual cimarrón	1		0	-1.0765	0	0
101	Compositae	<i>Bidens pilosa</i> L.	SRL-4, SRL-1285	Oaxaqueña	2	Fodder = 40	0	-0.0737	0	0 -0.485
102	Compositae	<i>Bidens</i> sp.	RLF-221, SRL-316, SRL-395, SRL-1288		1		0	-0.6451	0	0
103	Compositae	<i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A.Gray	RLF-11, RLF-203, RLF-206, SRL-293, SRL-361, SRL-1276, ERL-101	Oreganillo, orejita de ratón	3		0	0.4263	0	0 -0.1215
104	Compositae	<i>Brickellia</i> sp.	SRL-1418		1		0	-1.0765	0	0
105	Compositae	<i>Calendula officinalis</i> L.	SRL-49, ERL-22, ERL-24	Mercader amarillo	3	Ornamental = 18	0	0	0	0

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

106	Compositae	<i>Carmintia alvarezii</i> Rzed. & Calderón	RLF-186, SRL-127, SRL-1308	Oaxaqueña	1		0	-1.0765	0	0
107	Compositae	<i>Chysactinia mexicana</i> A.Gray	RLF-154, SRL-1163	Hierba de San Nicolás	1		0	0	0.0167	-0.3058
109	Compositae	<i>Chrysanthemum morifolium</i> Ramat.	ERL-143, ERL-163, ERL-230	Cresenteria, nora, teresita	2	Ornamental = 53, ceremonial = 29	0	0	0	0
110	Compositae	<i>Cirsium mexicanum</i> DC.	SRL-435	Lechuga cimarrón	2		0	-0.6097	0	0
111	Compositae	<i>Cirsium</i> sp.	SRL-400, SRL-1427	Espino del diablo, chicalote de monte	1		0	-1.0765	0	0
112	Compositae	<i>Coreopsis</i> sp.	SRL-314		1		0	0.0527	0	0
113	Compositae	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	ERL-4, ERL-166, ERL-167, SRL-45, SRL-47	Jazmín	2	Ornamental = 24, ceremonial = 8	0	0	0	0
114	Compositae	<i>Dahlia apiculata</i> (Sheff) P.D.Sorensen	RLF-259, SRL-91, SRL-1199, ERL-133, ERL-148	Dalia corriente, ticurricchi	2	Ornamental = 12	0	0	1.0674	0
115	Compositae	<i>Dahlia coccinea</i> Cav.	RLF-96, RLF-260, SRL-423, SRL-1160, SRL-1186	Dalia	2		0	0	0.7547	0
116	Compositae	<i>Dahlia</i> sp.	ERL-132, ERL-251, ERL-253, ERL-452	Dalia	2	Ceremonial = 8	0	0.015	0	0
117	Compositae	<i>Desmanthodium</i> sp.	SRL-270				0	0	0	0
118	Compositae	<i>Dyssodia papposa</i> (Vent.) Hitchc.	RLF-240, SRL-5, SRL-410, SRL-1290	Cempasuchito	1		0	-1.0765	0	0
119	Compositae	<i>Dyssodia</i> sp.	RLF-24, SRL-121, SRL-379		1		0	0	-2.1063	0
120	Compositae	<i>Erigeron karvinskianus</i> DC.	RLF-270		1		0	-1.0765	0	0
121	Compositae	<i>Erigeron</i> sp.	SRL-409				0	0	0	0
122	Compositae	<i>Flaveria trinervia</i> (Spreng.) C.Mohr	SRL-16	Romero cimarrón			0	0	0	0
123	Compositae	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	RLF-269, SRL-1176		1		0	-1.0765	0	0
108	Compositae	<i>Glebionis coronaria</i> (L.) Cass. ex Spach	SRL-10, ERL-16, ERL-17, ERL-34, ERL-35, ERL-255, ERL-256	Linda	2	Ornamental = 29, ceremonial = 29	0	0.0131	0	0
124	Compositae	<i>Gnaphalium</i> sp.	RLF-188		1		0	0	-2.1063	0
125	Compositae	<i>Gnaphalium</i> sp.	SRL-297		1	Medicinal = 5	0	0	0	0 -0.6864
126	Compositae	<i>Gochnatia hypoleuca</i> (DC.) A.Gray	SRL-1464				0	0	0	0
127	Compositae	<i>Grindelia inuloides</i> Willd.	RLF-14, SRL-66, SRL-107, SRL-278, SRL-295, SRL-365, SRL-1547	Árnica	1	Medicinal = 25	0	0	0.0938	5.0025
128	Compositae	<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.	RLF-72, RLF-121, SRL-75, SRL-290, SRL-1117, SRL-1287, ERL-25	Cerilla, popote	2	Medicinal = 5	0.0036 0.2317	0	0.0309	0.6436

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

129	Compositae	<i>Helenium mexicanum</i> Kunth	RLF-25, SRL-1116, SRL-1134	Chiche de perro	2		0	0	0	-0.8599
130	Compositae	<i>Helianthus annuus</i> L.	Photo record	Girasol	2	Ornamental = 6	0	0	0	0
132	Compositae	<i>Lactuca sativa</i> L.	Photo record	Lechuga	1		0	0	0	0
131	Compositae	<i>Launaea intybacea</i> (Jacq.) Beauverd	SRL-69	Mostaza	1		0	0	0	0
133	Compositae	<i>Leucanthemum maximum</i> (Ramond) DC.	ERL-138	Margarita, margaritón	2	Ornamental = 24, ceremonial = 8	0	0.0095	0	0
134	Compositae	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	SRL-175	Manzanilla	1	Medicinal = 55	0	0	0	0.0868
135	Compositae	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich. ex Rich.) DC.	RLF-205	Chimalacate	2		0	-0.7656	0	-1.4404
136	Compositae	<i>Melampodium longifolium</i> Cerv. ex Cav.	SRL-129, RLF-261		1		0	0	-1.5115	0
137	Compositae	<i>Melampodium</i> sp.	RLF-220		1		0	0	-2.1063	0
138	Compositae	<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.	RLF-300, SRL-2	Oaxaqueña	1		0	0	0	-1.0367
139	Compositae	<i>Montanoa</i> sp.	RLF-299		1		0	-1.0354	0	0
150	Compositae	<i>Neurolaena lobata</i> (L.) R.Br. ex Cass.	SRL-198	Naranjillo	2		0	0	0	-0.8599
140	Compositae	<i>Parthenium bipinnatifidum</i> (Ortega) Rollins	ERL-9, RLF-87, RLF-178, SRL-34, SRL-82, SRL-445, SRL-1325	Hierba cenizo	2		0	-0.2194	0	0
141	Compositae	<i>Parthenium tomentosum</i> DC.	SRL-1213, SRL-1375	Palo prieto	2		0	0	0	-0.86
142	Compositae	<i>Parthenium</i> sp.	RLF-198				0	0	0	0
143	Compositae	<i>Perymenium discolor</i> Schrad.	SRL-277, SRL-1266		1		0	-0.2154	0	0
144	Compositae	<i>Perymenium mendezii</i> var. <i>angustifolium</i> (Brandege) J.J.Fay	RLF-110, SRL-351	Cahual delgado	1		0	-1.0332	0	0
145	Compositae	<i>Perymenium</i> sp.	RLF-251	Cahual	2		0	-0.6097	0	0
146	Compositae	<i>Phylactis zinnoides</i> Schrad.	RLF-322				0	0	0	0
147	Compositae	<i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) Less.	RJS-8, SRL-407, SRL-1526	Chipule	1		0	0	0	0.0119
148	Compositae	<i>Piqueria trinervia</i> Cav.	RLF-8		2		0	-0.6097	0	0
151	Compositae	<i>Parophyllum linaria</i> (Cav.) DC.	RLF-18, SRL-158, SRL-357, SRL-1150, ERL-141	Pepitza	4	Edible = 95	0	0.0098	2.0349	0
153	Compositae	<i>Parophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F.Blake	SRL-207	Papaloquelite	1		0	0	0	0

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

152	Compositae	<i>Parophyllum ruderale</i> subsp. <i>macrocephalum</i> (DC.) R.R.Johnson	RLF-318, SRL-1539	Papaloquelite	2	Edible = 90	0	0	0	0
154	Compositae	<i>Psacalium amplifolium</i> (DC.) H.Rob. & Brettell	RLF-39, SRL-266				0	0	0	0
155	Compositae	<i>Psacalium paucicapitatum</i> (B.L.Rob. & Greenm.) H.Rob. & Brettell	RLF-193, SRL-1159	Hierba de camote de venado	1		0	0	0.0069	1.6353
156	Compositae	<i>Psacalium</i> sp.	RLF-40	Malangar chico, hierba de cruz			0	0	0	0
157	Compositae	<i>Roldana oxacana</i> (Hemsl.) H.Rob. & Brettell	SRL-1411				0	0	0	0
189	Compositae	<i>Roldana ehrenbergiana</i> (Klatt) H.Rob. & Brettell	SRL-1152	Hierba de perro	2		0	0	0	-0.8599
158	Compositae	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	RLF-42, SRL-12, SRL-1179	Ojo de gallo	2		0	-0.1373	0	0
149	Compositae	<i>Senecio praecox</i> (Cav.) DC.	ERL-191, SRL-1487	Consuelda, pata de león	3	Ornamental = 12	0	0.0059	0.9165	0.0093
159	Compositae	<i>Simsia lagascaeformis</i> A.Gray	RLF-310, RLF-297, SRL-28, SRL-37	Cahual de burro, cahual	2	Fodder = 80, ornamental = 35	0.1501	0.2470	0	0.235
160	Compositae	<i>Simsia sanguinea</i> A.Gray	RLF-55, SRL-112		1		0	-1.0765	0	0
161	Compositae	<i>Simsia</i> sp.	RLF-80	Cahual chiquito	1		0	-1.0765	0	0
162	Compositae	<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) L.	ERL-10, SRL-1126	Chicoria	1		0	0	0	0
168	Compositae	<i>Stevia caracasana</i> DC.	RLF-211, SRL-1289, SRL-1293, SRL-1402		2	Ceremonial = 8	0	0	-1.201	0
163	Compositae	<i>Stevia lucida</i> Lag.	SRL-332, SRL-339	Chamalacate	2		0	-0.2391	0	0
164	Compositae	<i>Stevia serrata</i> Cav.	SRL-298				0	0	0	0
165	Compositae	<i>Stevia</i> sp.	RLF-2, SRL-282, SRL-288, SRL-313				0	0	0	0
166	Compositae	<i>Stevia</i> sp.	RLF-170, RLF-183, SRL-32, SRL-97, SRL-1281	Cahual delgado	2		0	-0.2980	0	0
167	Compositae	<i>Stevia</i> sp.	RLF-276	Cahual prieto	1		0	0	0	-1.0487
169	Compositae	<i>Stevia</i> sp.	SRL-1262		2		0	0	0	-0.8599
170	Compositae	<i>Stevia</i> sp.	SRL-1295		2		0	-0.2980	0	0
96	Compositae	<i>Symphoricarichum novi-belgii</i> (L.) G.L.Nesom	SRL-56, ERL-66, ERL-154, ERL-225	Esther	2	Ornamental = 47, ceremonial = 14	0	0.0017	0	0

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

171	Compositae	<i>Tagetes erecta</i> L.	ERL-12, ERL-62, ERL-117, ERL-118, ERL-134, ERL-149, ERL-151, ERL-152, ERL-159, SRL-7, SRL-408, SRL-1142	Cempasuchi	3	Ornamental = 71, ceremonial = 99	0	0.0189	0.0026	
172	Compositae	<i>Tagetes lucida</i> Cav.	RLF-3, SRL-377, SRL-1232, SRL-1426	Pericón	4	Ceremonial = 50	0	0.0241	-0.1211	0.0523 0.4295
173	Compositae	<i>Tagetes lunulata</i> Ortega	ERL-137	Cempasuchi chiquito	3	Ornamental = 29, ceremonial = 40	0.0027	1.8836	0	1.0404 0
174	Compositae	<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch.Bip.	ERL-77, ERL-153, ERL-178, ERL-202, SRL-64	Santa María	3	Ornamental = 53, ceremonial = 10	0	0	0	0.0646
175	Compositae	<i>Taraxacum campyloides</i> G.E.Haglund	ERL-106, SRL-89	Achicoria	3	Ornamental = 18	0	0	0	0.0046
176	Compositae	<i>Tithonia rotundifolia</i> (Mill.) S.F.Blake	ERL-1, ERL-42, ERL-76, ERL-157, ERL-169	Cahual rojo	3	Ornamental = 65, ceremonial = 10	0	0.0062	0	0
177	Compositae	<i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.) Cass.	RLF-177, SRL-126; RLF-57, SRL-1144	Cahual	3	Fodder = 80, ornamental = 41	0.1501	0.1872	0.002	0.3403 0
178	Compositae	<i>Tridax coronopifolia</i> (Kunth) Hemsl.	SRL-104		1		0	0	0	-1.0487
179	Compositae	<i>Verbesina gracilipes</i> B.L.Rob.	SRL-392	Chimalacate	2		0	-0.6097	0	0
180	Compositae	<i>Vernonia karwinskiana</i> DC.	RLF-187, RLF-210		1		0	0	-2.1063	0
181	Compositae	<i>Viguiera cordata</i> (Hook. & Arn.) D'Arcy	SRL-95	Cahual menudito, cahual prieto	1		0	-1.0765	0	0
182	Compositae	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	RLF-227, SRL-164, SRL-1277, SRL-1302	Chimalacate	5		0	0.7128	0	0 0.0591
183	Compositae	<i>Viguiera graminoglossa</i> DC.	RLF-233, RLF-298, SRL-347, SRL-1286	Cahual prieto	2		0	-0.2201	0	0 -0.5074
184	Compositae	<i>Viguiera purpusii</i> Brandegees	RLF-248	Cahual cimarrón	1		0	-1.0765	0	0
185	Compositae	<i>Zaluzania</i> sp.	RLF-238, SRL-1387	Cahualito	1		0	-1.0765	0	0
186	Compositae	<i>Zinnia elegans</i> L.	ERL-156	Gallito	2	Ornamental = 6	0	0	0	0
187	Compositae	<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.	RLF-12, RLF-234, SRL-367, SRL-1173, SRL-1261, SRL-1317	Gallito	3		0	0.3455	0	0 -0.161
188	Compositae		SRL-1421				0	0	0	0
191	Compositae		SRL-1465				0	0	0	0
192	Compositae		SRL-1422				0	0	0	0
193	Compositae		SRL-1527				0	0	0	0

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

194	Compositae		SRL-1214	Jazmincillo, cahual blanco	1		0	0	0	
195	Compositae		SRL-1236		1		0	-1.0765	0	0
196	Compositae		SRL-1442, SRL-1530				0	0	0	0
197	Compositae		SRL-1372		1		0	0	0	-1.0487
198	Compositae		SRL-1445				0	0	0	0
199	Compositae		SRL-1355				0	0	0	0
200	Compositae		SRL-1381	Cahual de hembra			0	0	0	0
201	Compositae		SRL-1407		1		0	-1.0765	0	0
202	Compositae		SRL-1224	Cahual	1		0	0	-2.1063	0
203	Compositae		SRL-1205				0	0	0	0
204	Compositae		SRL-1335				0	0	0	0
205	Compositae		SRL-1360				0	0	0	0
206	Compositae		SRL-1337				0	0	0	0
207	Compositae		SRL-1383				0	0	0	0
208	Compositae		SRL-1377				0	0	0	0
209	Compositae		ERL-121, SRL-1275	Cahual prieto	1		0	0	0	-0.8133
210	Compositae		SRL-1478	Hierba de ángel, oaxaqueña	1	Medicinal = 15	0	0	0	0.0384
211	Compositae		SRL-1339	Cempasuchi de molito de campo	1		0	0	0	-1.0487
305	Convolvulaceae	<i>Cuscuta</i> sp.	RLF-264, RLF-315, SRL-447				0	0	0	0
306	Convolvulaceae	<i>Cuscuta</i> sp.	SRL-1540, SRL-1545				0	0	0	0
307	Convolvulaceae	<i>Dichondra argentea</i> Humb. & Bonpl. ex Wild.	RLF-71, SRL-134, SRL-167	Orejita de ratón	1		0	0	0	-0.7399
309	Convolvulaceae	<i>Ipomoea conzattii</i> Greenm.	SRL-1491, SRL-1510	Jícama de cerro	2		0	-0.6097	0	0
310	Convolvulaceae	<i>Ipomoea elongata</i> Choisy	RLF-130, RLF-192, SRL-327, SRL-1203	Manto de la virgen del campo	1		0	0	-2.1063	0
311	Convolvulaceae	<i>Ipomoea pauciflora</i> M.Martens & Galeotti	SRL-1366				0	0	0	0
308	Convolvulaceae	<i>Ipomoea aff. populina</i> House	SRL-1306	Jícama	2		0	-0.6097	0	0
312	Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	ERL-14, RLF-44, RLF-45, SRL-145, SRL-448	Quiébra platos	1		0	0	0	-0.7546

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

313	Convolvulaceae	<i>Ipomoea temifolia</i> Cav.	SRL-1363		1		0	-1.0765	0	0	
314	Convolvulaceae	<i>Ipomoea tricolor</i> Cav	Photo record	Manto de la Virgen	1	Ornamental = 12	0	0.0147	0	0	
315	Crassulaceae	<i>Aeonium arboreum</i> Webb & Berthel.	Photo record		1	Ornamental = 6	0	0	0	0	
316	Crassulaceae	<i>Byrophyllum delagoense</i> (Eckl. & Zeyh.) Druce	ERL-3, SRL-61	Viborita	2	Ornamental = 12	0	0	0	0	
317	Crassulaceae	<i>Echeveria gigantea</i> Rose & Purpus	SRL-1313	Siempre viva grande, lengua de vaca, oreja de toro	2	Ornamental = 18	0	0.0107	0.9419	0.0025	1.7348
318	Crassulaceae	<i>Echeveria nodulosa</i> (Baker) Otto	SRL-356, SRL-1187, SRL-1255, SRL-1436	Siempre viva chiquita	2		0	0.0033	0.2914	0	1.7058
319	Crassulaceae	<i>Echeveria pulvinata</i> Rose	Photo record	Siempre viva	2	Ornamental = 6, ceremonial = 1	0	0	0	0	
320	Crassulaceae	<i>Echeveria</i> sp.	Photo record	Siempre viva	1	Ornamental = 6	0	0	-0.0219	0	
321	Crassulaceae	<i>Echeveria</i> sp.	Photo record	Siempre viva	1		0	0	-0.1783	0	
322	Crassulaceae	<i>Kalanchoe blossfeldiana</i> Poelln.	ERL-96	Juanita	1	Ornamental = 6	0	0	0	0	
323	Crassulaceae	<i>Kalanchoe</i> sp.	ERL-26, ERL-183, SRL-1552	Oreja de elefante	2	Ornamental = 41, ceremonial = 14	0	0	0	0	
324	Crassulaceae	<i>Sedum allantoides</i> Rose	ERL-67, ERL-192	Dedito de Dios	2	Ornamental = 18	0	0	0	0	
325	Crassulaceae	<i>Sedum dendroideum</i> Moc. & Sessé ex DC.	SRL-77, SRL-195, ERL-97, ERL-174	Siempre viva	3	Ornamental = 29, ceremonial = 14	0	0.0272	2.4485	0.0056	2.5616
326	Crassulaceae	<i>Sedum hemsleyanum</i> Rose	SRL-1311				0	0	0	0	
327	Crassulaceae	<i>Sedum liebmannianum</i> Hemsl.	ERL-57, ERL-68, SRL-147, SRL-373, SRL-1174	Siempre viva chiquita	2	Ornamental = 6	0	3.4262	0.0037	0.9638	0
328	Crassulaceae	<i>Sedum stahlii</i> Solms	SRL-1554				0	0	0	0	
329	Crassulaceae	<i>Sedum palmeri</i> S.Watson	Photo record	Siempre viva	1	Ornamental = 6	0	0	0	0	
330	Crassulaceae	<i>Sedum potsosium</i> Rose	Photo record		1	Ornamental = 12	0	0	0	0	
331	Crassulaceae	<i>Villadia albiflora</i> (Hemsl.) Rose	SRL-1310	Borreguito			0	0	0	0	
332	Crassulaceae	<i>Villadia guatemalensis</i> Rose	ERL-45, SRL-1312, SRL-1484	Colita de borrego	2	Ornamental = 6	0	3.4262	0	0.8632	0
336	Cucurbitaceae	<i>Cucumis melo</i> L.	Photo record	Melón	1		0	0	0	0	
333	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	Photo record	Chilacayota	1	Edible = 100	0	0	0	0	
334	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pedatifolia</i> L.H.Bailey	ERL-120, RLF-268, SRL-1135	Calabacita amarga	3		0	0.0916	0	0	-0.3182

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

335	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i> L.	SRL-184	Calabaza	2	Edible = 100	0	0	0	0	
337	Cucurbitaceae	<i>Cyclanthera dissecta</i> (Torr. & A.Gray) Arn.	SRL-151	Chayotito	2		0	-0.2201	0	0	-0.5074
338	Cucurbitaceae	<i>Schizocarpum filiforme</i> Schrad.	SRL-1260	Chayotito	2		0	-0.2201	0	0	-0.5074
339	Cucurbitaceae	<i>Sechium edule</i> subsp. <i>edule</i> (Jacq.) Sw.	ERL-56, ERL-215	Chayote	1	Edible = 100	0	0	0	0	
340	Cucurbitaceae	<i>Sicyos laciniatus</i> L.	ERL-100, RLF-90, SRL-14	Chayotillo, pegajosa	2	Fodder = 40	0	-0.0182	0	0	-0.4506
342	Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Photo record	Ciprés	1	Ornamental = 24	0	0.0294	0	0	
341	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> var. <i>bentharii</i> (Endl.) Carrière	RLF-129, SRL-36	Nebro fino	3	Ornamental = 6	0	0	0	0	
343	Cupressaceae	<i>Juniperus flaccida</i> Schlttdl.	ERL-187, RLF-126, RLF-134, SRL-123, SRL-412, SRL-1119	Nebro	8	Ornamental = 35, firewood = 100	0.0054	5.2489	0.0147	4.8804	0.30378
344	Cupressaceae	<i>Taxodium huegelii</i> C.Lawson	SRL-210, SRL-434, SRL-1294	Sabino	5	Ornamental = 6	0	0	2.3689	0	
345	Cupressaceae	<i>Thuja occidentalis</i> L.	ERL-122	Tuja	1	Ornamental = 6	0	0	0	0	
347	Cyperaceae	<i>Bulbostylis juncooides</i> (Vahl) Kük. ex Herter	SRL-310	Pasto	1		0	-0.4243	0	0	
348	Cyperaceae	<i>Carex</i> sp.	RLF-133	Pasto	2		0	-0.6097	0	0	-0.8011
349	Cyperaceae	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	SRL-382	Pasto	1		0	-1.0538	0	0	
351	Cyperaceae	<i>Cyperus spectabilis</i> Link	RLF-334	Pasto			0	0	0	0	
352	Cyperaceae	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. & Schult.	RLF-138	Pasto de arroyo	1		0	0	0	0	-1.0487
353	Cyperaceae	<i>Eleocharis montevidensis</i> Kunth	SRL-197	Pasto de arroyo	1		0	0	0	0	
346	Cyperaceae	<i>Fimbristylis mexicana</i> Palla	SRL-304	Pasto	1		0	-0.2720	0	0	
354	Cyperaceae	<i>Fuirena simplex</i> Vahl	SRL-431	Pasto	1		0	-1.0765	0	0	
350	Cyperaceae	<i>Pycurus niger</i> (Ruiz & Pav.) Cufod.	RLF-144	Pasto	1		0	-1.0765	0	0	
355	Cyperaceae	<i>Rhynchospora</i> sp.	RLF-145	Pasto fino	1		0	-1.0765	0	0	
356	Ebenaceae	<i>Diospyros oaxacana</i> Standl.	SRL-1446	Zapotito	2		0	-0.6097	0	0	
357	Equisetaceae	<i>Equisetum</i> sp.	SRL-422				0	0	0	0	
358	Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	ERL-172, RLF-124, RLF-279, SRL-1477	Madroño, ollita	4	Ceremonial = 14, firewood = 100	0	0	0	0	-0.1056

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index²⁶ and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

359	Ericaceae	<i>Comarostaphylis pallifolia</i> (Kunth) Zucc. ex Klotzsch	RLF-118, SRL-130, SRL-250, SRL-1495	Palo prieto	3	Firewood = 100	0	0	0
360	Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i> aff. <i>purpurascens</i> Kunth	RLF-189, SRL-256				0	0	0
361	Euphorbiaceae	<i>Bernardia</i> sp.	SRL-1386				0	0	0
362	Euphorbiaceae	<i>Cnidoscylus tehuacanensis</i> Breckon	Photo record	Mala mujer	1		0	0	0.0043 -0.9341
363	Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	SRL-441				0	0	0
364	Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	SRL-1444				0	0	0
365	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia collettioides</i> Benth.	SRL-1359		1		0	-1.0765	0
366	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyathophora</i> Murray	SRL-1369				0	0	0
367	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cymbifera</i> (Schtdl.) V.W.Steinm.	SRL-1500				0	0	0
368	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyri</i> V.W.Steinm.	SRL-1128	Cordobán	2	Ornamental = 12	0	0	0
369	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dentata</i> Michx.	RLF-51, SRL-102, SRL-299, SRL-376	Lechillo, limil	1		0.0025	-0.1758	0
370	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dioeca</i> Kunth	ERL-107, RLF-7, SRL-359	Celedonia	1		0	0	0 -0.7546
371	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.	RLF-288, RLF-311, SRL-317		1		0	0	0
372	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia lactea</i> Haw.	Photo record		1		0	0	0
373	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia macropus</i> (Klotzsch & Garcke) Boiss.	SRL-1120	Hierba de chide	2		0	0	0 -0.8599
374	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pulcherima</i> Willd. ex Klotzsch	Photo record	Noche buena	2	Ornamental = 47, ceremonial = 11	0	0.1246	0
375	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia rossiana</i> Pax	SRL-1450				0	0	0
376	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> sp.	RLF-141	Mastrancito			0	0	0
377	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> sp.	RLF-301, SRL-254				0	0	0
378	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> sp.	RLF-119, RLF-152, RLF-167, SRL-283				0	0	0
379	Euphorbiaceae	<i>Jatropha neopauiflora</i> Pax	SRL-1357	Sangre de grado, acetillo	2		0	-0.6097	0
380	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	ERL-116, ERL-144, ERL-145, ERL-243, SRL-23, SRL-1129	Gría	5		0	0	0.0161
381	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania</i> aff. <i>pavoniana</i> (Müll.Arg.) Müll.Arg.	SRL-263	Hierba de venado	1		0	-1.0683	0

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index²⁶ and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

382	Euphorbiaceae	<i>Tragia nepetifolia</i> Cav.	SRL-318				0	0	0			
383	Euphorbiaceae		RLF-252				0	0	0			
384	Fagaceae	<i>Quercus acutifolia</i> Née	SRL-1226, SRL-1516	Encino colorado	7	Firewood = 100	0.0153	3.7957	0.0392	2.304	0.0101	2.6129
385	Fagaceae	<i>Quercus castanea</i> Née	RLF-78, SRL-1233, SRL-1408, SRL-1425, SRL-1431	Encino prieto, encino blanco	7	Firewood = 100	0.0215	1.4099	0.0392	1.4528	0	0.4908
386	Fagaceae	<i>Quercus conspersa</i> Benth.	SRL-1156	Encino colorado	7	Firewood = 100	0.0153	0.6176	0.0392	0.7792	0.0101	0.1196
393	Fagaceae	<i>Quercus x dysophylla</i> Benth.	SRL-1108	Encino de tesmole	3	Firewood = 100	0.0091	0.6263	0.0392	0.5657	0	
387	Fagaceae	<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti	SRL-1109, SRL-1459, SRL-1486, SRL-1513	Encino chaparro	5	Firewood = 100	0.0161	0.3057	0.0686	1.3213	0	
388	Fagaceae	<i>Quercus laeta</i> Liebm.	RLF-68, SRL-143, SRL-253, SRL-385, SRL-1230	Encino prieto, encino amarillo	6	Ornamental = 6, firewood = 100	0.0129	4.1162	0.0392	2.6146	0	
389	Fagaceae	<i>Quercus liebmannii</i> Oerst. ex Trel.	SRL-1107, SRL-1514	Encino amarillo	8	Fodder = 5, firewood = 100	0.0108	6.7493	0.0392	4.6656	0	
390	Fagaceae	<i>Quercus obtusata</i> Bonpl.	SRL-1423	Encino prieto	6	Firewood = 100	0.0092	0.9366	0.0392	0.8996	0	
391	Fagaceae	<i>Quercus polymorpha</i> Schtdl. & Cham.	SRL-1503	Encino prieto	5		0	0.6356	0.0392	0.6369	0	
392	Fagaceae	<i>Quercus urbanii</i> Trel.	RLF-161, SRL-252, SRL-475, SRL-1228	Encino cucharilla	6	Firewood = 100	0.0081	1.9079	0.0392	1.7423	0	
395	Garryaceae	<i>Garrya ovata</i> Benth.	SRL-330, SRL-469	Hierba de ardilla	2	Firewood = 100	0.0323	-0.0578	0	0	0	
396	Geraniaceae	<i>Geranium</i> sp.	RLF-278, SRL-136				0	0	0	0		
397	Geraniaceae	<i>Pelargonium peltatum</i> (L.) L'Hér.	Photo record	Geranio, malva rosa	2	Ornamental = 6	0	0	0	0		
398	Geraniaceae	<i>Pelargonium zonale</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	ERL-84, ERL-200	Geranio, malva rosa	2	Ornamental = 88, ceremonial = 43	0	0.0888	0	0		
399	Geraniaceae		SRL-81				0	0	0	0		
400	Hydrangeaceae	<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.	Photo record	Hortensia	2		0	0	0	0		
404	Hypoxidaceae	<i>Hypoxis</i> sp.	RLF-37, SRL-141	Pasto	2		0	-0.5563	0	0		
405	Iridaceae	<i>Gladiolus hortulanus</i> L.H. Bailey	Photo record	Gladiolo	2	Ornamental = 41, ceremonial = 22	0	0	0	0		
406	Iridaceae	<i>Iris x germanica</i> L.	SRL-225	Lirio corriente	2	Ornamental = 29	0	0	0	0		
407	Iridaceae	<i>Neomaica</i> sp.	Photo record	Lirio	2		0	0	0	0		
408	Iridaceae	<i>Sisyrinchium tenuifolium</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	RLF-146, SRL-1548	Hierba de camino corriente	1		0	-0.9652	0	0		
409	Iridaceae	<i>Tigridia illecebrosa</i> Cruden	RJS-10	Flor de gamito	2		0	-0.7655	0	-1.4404	0	

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index²⁶ and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (*Continued*)

410	Iridaceae	<i>Tigridia pavonia</i> (L.f) DC.	RLF-201		1	0	0	-2.1063	0
669	Iteaceae	<i>Pterostemon rotundifolius</i> Ramírez	RLF-272, RLF-273, SRL-331	Encino redondo o chaparro	1	Firewood = 100	0	0	0
411	Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.	ERL-193	Nuez	1		0	0	0
412	Krameriaceae	<i>Krameria cytisioides</i> Cav.	RLF-97, SRL-251, SRL-1265, SRL-1376	Chayotillo de burro, borreguito	2		0	-0.5482	0.004 -0.6981
413	Lamiaceae	<i>Clinopodium mexicanum</i> (Benth.) Govaerts	RLF-131, RLF-262, SRL-1190, SRL-1280, SRL-1403	Chipito	2	Medicinal = 5	0	0	0.1359 4.2857
414	Lamiaceae	<i>Hyptis</i> sp.	RLF-38				0	0	0
415	Lamiaceae	<i>Hyptis</i> sp.	SRL-209		1		0	0	0 -0.8137
416	Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R.Br.	SRL-1315		2	Ornamental = 6	0	0	0
417	Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i> L.	ERL-80, RLF-64, SRL-29, SRL-1146	Manrubio	1	Medicinal = 10	0	0	0.056
418	Lamiaceae	<i>Mentha x piperita</i> L.	ERL-19, ERL-61, ERL-95, SRL-70, SRL-1137	Hierba buena	3	Medicinal = 35	0	0	0.0296
419	Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i> L.	ERL-186, ERL-211, SRL-176	Albahcar	2	Ornamental = 18	0	0.0294	0.0222
420	Lamiaceae	<i>Origanum majorana</i> L.	ERL-15, ERL-53, ERL-85, ERL-142, SRL-73, SRL-206	Orégano	3	Medicinal = 5	0	0	0
421	Lamiaceae	<i>Plectranthus hadiensis</i> (Forssk) Schweinf. ex Sprenger	ERL-212		1		0	0	0
422	Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Photo record	Romero cimarrón	2		0	0	0.0093
424	Lamiaceae	<i>Salvia aspera</i> M.Martens & Galeotti	SRL-345, SRL-1263	Oreganillo	1		0	-0.9559	0
425	Lamiaceae	<i>Salvia candicans</i> M.Martens & Galeotti	SRL-155, SRL-1456		1		0	0	0 -1.0487
423	Lamiaceae	<i>Salvia circinnata</i> Cav.	RLF-215, SRL-1291		1		0	0	0 -1.0487
426	Lamiaceae	<i>Salvia keelii</i> Benth.	SRL-155, SRL-1456	Oreganillo			0	0	0
427	Lamiaceae	<i>Salvia oaxacana</i> Fernald	RLF-232, SRL-1161, SRL-1188	Mirto cimarrón	2		0	-0.6097	0 -0.8011
428	Lamiaceae	<i>Salvia pannosa</i> Fernald	RLF-181				0	0	0
429	Lamiaceae	<i>Salvia purpurea</i> Cav.	RLF-1, RLF-194, SRL-116, SRL-273, SRL-1195, SRL-1202, SRL-1397, SRL-1420	Terciopelo	3		0	0	0 -0.5649
430	Lamiaceae	<i>Salvia sessel</i> Benth.	RLF-33, RLF-195, SRL-1162	Oaxaqueña	1		0	0	0 -1.0487
431	Lamiaceae	<i>Salvia thymoides</i> Benth.	RLF-245, SRL-1469	Oreganillo cenizo	1		0	0	0 -1.0487

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index²⁶ and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (*Continued*)

432	Lamiaceae	<i>Salvia tillifolia</i> Vahl	ERL-28-ERL-112, RLF-162, SRL-3	Chía	2		0	0	0 -0.5632
433	Lamiaceae	<i>Salvia villosa</i> Fernald	SRL-285				0	0	0
434	Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.	Photo record	Mirto	1		0	0	0.0035 -0.7569
435	Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.	RLF-20				0	0	0
436	Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.	RLF-150				0	0	0
437	Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.	SRL-140	Marrubio macho	1		0	0	0 -1.0487
438	Lamiaceae		SRL-1304		1		0	-1.0765	0
439	Lamiaceae		SRL-1448				0	0	0
440	Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	SRL-1157, SRL-1515	Laurel	3	Ceremonial = 2	0	0	0
441	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	ERL-52, ERL-65, RLF-106, SRL-432	Aguacate	2	Edible = 100	0	0	0.0013
442	Leguminosae	<i>Acacia cochliacantha</i> Willd.	SRL-1374	Guaje de espino	1		0	-1.0765	0
443	Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Photo record	Espino	2		0.0086	-0.2900	0
444	Leguminosae	<i>Acacia pennatula</i> (Schltld. & Cham) Benth.	SRL-1471	Espino	2		0.0076	0.0810	0
445	Leguminosae	<i>Acacia schaffneri</i> (S.Watson) F.J.Herm.	SRL-183, SRL-460	Espino	3		0.0068	0.0056	0
446	Leguminosae	<i>Acaciella tequilana</i> (S.Watson) Britton & Rose	RLF-53	Barba de chivo	1		0	-1.0765	0
447	Leguminosae	<i>Bauhinia</i> sp.	SRL-160, SRL-1443				0	0	0
448	Leguminosae	<i>Calliandra</i> sp.	SRL-276	Guaje de gamito	2	Edible = 6	0	-0.63	0
449	Leguminosae	<i>Calliandra</i> sp.	Photo record	Crin de caballo			0	0	0
450	Leguminosae	<i>Calliandropsis nervosus</i> (Britton & Rose) H.M.Herm. & P.	SRL-1511				0	0	0
451	Leguminosae	<i>Canavalia villosa</i> Benth.	RLF-226, SRL-1439		1		0	-1.0765	0
452	Leguminosae	<i>Cologetia broussonetii</i> (Balb.) DC.	SRL-106		1		0	-1.0765	0
453	Leguminosae	<i>Cologetia</i> sp.	RLF-153	Hierba de venado	1		0	-1.0765	0
454	Leguminosae	<i>Cologetia</i> sp.	SRL-324	Lentejilla corriente	1		0	-0.7835	0
455	Leguminosae	<i>Crotalaria pumila</i> Ortega	SRL-103, SRL-364		2		0	-0.6097	0 -0.8011
456	Leguminosae	<i>Crotalaria</i> sp.	SRL-13				0	0	0
457	Leguminosae	<i>Dalea bicolor</i> Willd.	SRL-1461				0	0	0

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

458	Leguminosae	<i>Dalea carthagensis</i> (Jacq.) J.F.Macbr.	RLF-115, RLF-168, RLF-222, SRL-154, SRL-417, SRL-1185, SRL-1299	Hierba de Obo	2		0	-0.2201	0	0.0096	-0.5388
459	Leguminosae	<i>Dalea hegewischiana</i> Steud.	SRL-1283				0	0	0		
460	Leguminosae	<i>Dalea tomentosa</i> (Cav.) Willd.	RLF-214, SRL-214		2		0	-0.5455	0	0	-0.7614
461	Leguminosae	<i>Dalea</i> sp.	RLF-328		1		0	-1.0765	0	0	
462	Leguminosae	<i>Dalea</i> sp.	SRL-348		1		0	0	0	0	
463	Leguminosae	<i>Dalea</i> sp.	SRL-111, SRL-168				0	0	0	0	
465	Leguminosae	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	SRL-368	Guajito de gabito	1		0	0	0	0	
464	Leguminosae	<i>Desmanthus</i> sp.	RLF-225	Tepeguaje cimarrón	2		0	-0.6097	0	0	
466	Leguminosae	<i>Desmodium axillare</i> (Sw.) DC.	RLF-74, SRL-101, SRL-286, SRL-425	Lentejilla corriente	1		0	-0.3076	0	0	
467	Leguminosae	<i>Desmodium orbiculare</i> Schtld.	RLF-216, SRL-1269	Papaloquelite de chivo	1		0.0036	-1.0538	0	0	
468	Leguminosae	<i>Desmodium subsessile</i> Schtld.	RLF-114		1		0	-0.9207	0	0	
469	Leguminosae	<i>Erythrina americana</i> Mill.	ERL-175, SRL-181, SRL-458	Hierba de pipi	5		0.0023	0	0	0.0025	
470	Leguminosae	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	RLF-253, SRL-346, SRL-476	Coatillo	5	Ornamental = 6, firewood = 100	0.0194	0.5698	0	-0.1759	0
472	Leguminosae	<i>Harpalyce formosa</i> DC.	RLF-176, RLF-286, SRL-343	Guaje de caballo	1		0	-1.06	0	0	
473	Leguminosae	<i>Havardia</i> sp.	RLF-325				0	0	0	0	
471	Leguminosae	<i>Hybosema ehrenbergii</i> (Schtld.) Harms	RLF-123, SRL-259	Guajillo de chivo	1		0	-0.8214	0	0	
474	Leguminosae	<i>Lens culinaris</i> Medik.	Photo record	Lenteja	1	Edible = 100	0	0	0	0	
475	Leguminosae	<i>Leucaena esculenta</i> (DC.) Benth.	ERL-31, ERL-87, ERL-110, RLF-107, RLF-174, SRL-1167, SRL-1216, SRL-1251, SRL-1343	Guaje colorado, guaje de caballo, guaje de rapia	5	Ornamental = 94, edible = 100, firewood = 100	0.0161	0	0	0	
476	Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	ERL-88, ERL-209	Guaje de la cañada, guaje verde	1	Edible = 47	0	0	0	0	
478	Leguminosae	<i>Leucaena</i> sp.	SRL-1158	Guaje de gamito	1	Edible = 6	0	0	0	0	
477	Leguminosae	<i>Lupinus leptophyllus</i> Charn. & Schtld.	SRL-1410		1		0	0	0	0	
479	Leguminosae	<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC.) Urb.	SRL-426		1		0	-1.0539	0	0	

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

480	Leguminosae	<i>Macroptilium gibosifolium</i> (Ortega) A.Delgado	RLF-63, SRL-108		2		0	-0.7428	0	0	
481	Leguminosae	<i>Medicago lupulina</i> L.	SRL-192		1		0	0	0	0	
482	Leguminosae	<i>Medicago polymorpha</i> L.	RLF-69, SRL-15, SRL-1328		1		0	0	0	0	
483	Leguminosae	<i>Melilotus indicus</i> (L.) Ail.	SRL-88, SRL-120		1		0	0	0	0	
484	Leguminosae	<i>Mimosa lacerata</i> Rose	RLF-283	Espino	1		0	0	0	0	
485	Leguminosae	<i>Mimosa</i> sp.	RLF-85	Garabato, espino	1		0	0	0	0	
486	Leguminosae	<i>Nissolia</i> sp.	RLF-163				0	0	0	0	
487	Leguminosae	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav.) Hawkins	SRL-1396	Palo verde			0	0	0	0	
488	Leguminosae	<i>Phaseolus coccineus</i> L.	ERL-7, ERL-161	Frijol ayocote	2	Edible = 12	0	0	0	0	
489	Leguminosae	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	ERL-8, ERL-47, ERL-48, ERL-49, ERL-139, ERL-160, SRL-9	Frijol de tierra, frijol de milpa, bayo, amarillo, negro, enredador	2	Edible = 100	0.0352	0	0	0	
490	Leguminosae	<i>Phaseolus</i> sp.	SRL-144		1		0	-1.0765	0	0	
491	Leguminosae	<i>Phaseolus</i> sp.	RLF-169				0	0	0	0	
492	Leguminosae	<i>Phaseolus</i> sp.	SRL-1206	Ejote de venado	2		0	-0.6097	0	0	
493	Leguminosae	<i>Phaseolus</i> sp.	SRL-1231		1		0	-1.0765	0	0	
494	Leguminosae	<i>Piscidia grandifolia</i> (Donn.Sm.) I.M.Johnst.	SRL-1210		2		0	0	0	0	-0.8599
495	Leguminosae	<i>Pisum sativum</i> L.	Photo record	Alberjón	1		0	0	0	0	
496	Leguminosae	<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M.C.Johnst.	SRL-1388	Mezquite	5		0	0.4025	0	0.0035	-0.1182
497	Leguminosae	<i>Rhynchosia pringlei</i> Rose	RLF-247, SRL-1440	Hierba de venado	1		0	-1.0765	0	0	
498	Leguminosae	<i>Rhynchosia senna</i> Hook.	SRL-284, SRL-366		1		0	-1.0598	0	0	
499	Leguminosae	<i>Senna guatemalensis</i> (Donn.Sm.) H.S.Irwin & Barneby	RLF-246, RLF-295		3	Ceremonial = 1	0	-0.2593	0	0	-0.588
500	Leguminosae	<i>Senna holwayana</i> (Rose) H.S.Irwin & Barneby	ERL-223, RLF-75, RLF-230, SRL-1437	Mostaza corriente	2	Ornamental = 6	0	-0.4532	0	-1.0925	0
501	Leguminosae	<i>Teramnus labialis</i> (L.f.) Spreng.	SRL-396				0	0	0	0	
502	Leguminosae	<i>Trifolium</i> sp.	SRL-375		2		0	0	0	0	
503	Leguminosae	<i>Vicia faba</i> L.	Photo record	Haba	1		0	0	0	0	
504	Leguminosae	<i>Zornia reticulata</i> Sm.	SRL-300		2		0	-0.5973	0	0	-0.7935

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index* and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

505	Leguminosae		RLF-327, SRL-1227	Timbre	5		0.0029	0.3201	0	0	
506	Leguminosae		SRL-1212	Tepeguaje	3		0	-0.4545	0	0	-0.7298
507	Leguminosae		SRL-1556				0	0	0	0	
508	Leguminosae		SRL-1538				0	0	0	0	
509	Leguminosae		SRL-1113	Guaje que come el venado			0	0	0	0	
510	Leguminosae		RJS-7		1		0	-1.0765	0	0	
511	Leguminosae		SRL-1166	Timbre	1		0	0	-0.0825	0	
512	Leguminosae		SRL-1350				0	0	0	0	
513	Leguminosae		SRL-1370	Guaje de gamito			0	0	0	0	
514	Leguminosae		SRL-1371	Espino			0	0	0	0	
515	Leguminosae		SRL-1498				0	0	0	0	
516	Leguminosae		SRL-1217		2		0	-0.6097	0	0	-0.8011
517	Lentibulariaceae	<i>Pinguicula moranensis</i> Kunth	RLF-148, SRL-436, SRL-1553, SRL, 1496	Siempreviva			0	0	0	0	
518	Linaceae	<i>Linum scabrellum</i> Planch.	SRL-1462				0	0	0	0	
519	Linaceae	<i>Linum</i> sp.	RLF-175		2		0	-0.2201	0	0	-0.5074
520	Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i> Willd.	RLF-54, RLF-94, SRL-428	Pegajosa	1		0	0	0	0	-0.755
521	Loranthaceae	<i>Psittacanthus calyculatus</i> (DC.) G.Don	SRL-1502	Injerto	1		0	-0.7648	0	0	
522	Lythraceae	<i>Cuphea</i> sp.	RLF-100, RLF-143, RLF-172, SRL-20, SRL-350, SRL-1178		3		0	0.0939	0	0	-0.3167
523	Lythraceae	<i>Cuphea</i> sp.	SRL-25		1		0	0	0	0	
524	Lythraceae	<i>Cuphea</i> sp.	SRL-105, SRL-296		1		0	0	0	0	
670	Lythraceae	<i>Punica granatum</i> L.	ERL-38, ERL-39, ERL-70, ERL-71, ERL-104, ERL-206, SRL-43	Granada	5	Ornamental = 71, edible = 10	0	0.0147	0	0	
525	Malpighiaceae	<i>Bunchosia</i> sp.	SRL-451	Huevo de gato	2		0	0	0	0	
526	Malpighiaceae	<i>Bunchosia</i> sp.	SRL-1351				0	0	0	0	
527	Malpighiaceae	<i>Echinopterys glandulosa</i> (A.Juss.) Small	SRL-1384				0	0	0	0	
528	Malpighiaceae	<i>Galpimia multicaulis</i> A.Juss.	RLF-65, RLF-293, SRL-1177	Flor de chivo	2		0	-0.5325	0	0	
529	Malpighiaceae	<i>Gaudichaudia galeottiana</i> (Nied.) Chodat	RLF-241		1		0	0	0	0	-1.0487

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index* and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

530	Malpighiaceae	<i>Heteropterys brachiata</i> (L.) DC.	SRL-1342				0	0	0	0	
531	Malpighiaceae	<i>Malpighia galeottiana</i> A.Juss.	SRL-362, SRL-471, SRL-1272	Nanche	4	Edible = 10	0.0018	0.3567	0	0	
532	Malvaceae	<i>Alcea rosea</i> L.	ERL-140, ERL-201, ERL-227, SRL-62, SRL-187	Flor de San José	2	Ornamental = 29	0	0.0042	0	0	
533	Malvaceae	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schlttdl.	RLF-67, RLF-277, SRL-6, SRL-446, SRL-1125	Quelite de malva, violeta	4	Fodder = 40, ornamental = 6, edible = 5	0	0.5126	0	-0.4235	-0.1293
534	Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Photo record	Algodón	1		0	0	0	0	
755	Malvaceae	<i>Hermannia inflata</i> Link & Otto	SRL-1301				0	0	0	0	
535	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	ERL-207	Tulipán	2	Ornamental = 6	0	0.0042	0	0	
536	Malvaceae	<i>Hibiscus</i> sp.	SRL-1474		1		0	0	0	0	
537	Malvaceae	<i>Malva parviflora</i> L.	ERL-30, ERL-90, SRL-205, SRL-1124, SRL-1143	Malva	3	Fodder = 5, ornamental = 47, medicinal = 50	0.0194	0	0	0.0324	
538	Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L.	ERL-111, ERL-210	Malva rosa, malva de castilla	2	Ornamental = 12	0	0	0	0	
539	Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	SRL-21		1		0	-1.0765	0	0	
540	Martyniaceae	<i>Proboscidea louisianica</i> (Mill.) Thell.	SRL-1318	Cuerno de toro	1		0	0	0	0	
541	Meliaceae	<i>Cedrela</i> sp.	ERL-60		1	Ornamental = 18	0	0	0	0	
542	Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.	ERL-2, SRL-53	Clavo, paraíso	2	Ornamental = 6	0	0	0	0	
543	Meteoriaceae	<i>Meteorium depperi</i> (Hornsch. ex Müll. Hal.) Mitt.	SRL-1432	Musgo	2	Ceremonial = 2	0	0.0165	0.6329	0	
544	Moraceae	<i>Ficus benjamina</i> L.	SRL-1170	Laurel de la India	2		0	0.0294	0	0	
545	Moraceae	<i>Ficus carica</i> L.	ERL-125	Higo	1	Edible = 15	0	0	0	0	
546	Moraceae	<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Mart. ex Miq.	SRL-76, SRL-1171	Amate	3	Ornamental = 6	0	0.0049	-0.6478	0	
547	Moraceae	<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	ERL-115	Laurel	2	Ornamental = 18	0	0.0294	0	0	
548	Moraceae	<i>Ficus pertusa</i> L.f.	SRL-433				0	0	0	0	
549	Moraceae	<i>Morus celtidifolia</i> Kunth	ERL-55, ERL-78, ERL-55, ERL-78, ERL-124, ERL-128, ERL-129, ERL-214, ERL-220, ERL-221, RLF-92, SRL-55, SRL-1517	Moral, morera	8	Ornamental = 88, firewood = 100	0.0116	1.9551	0.0118	3.3295	0

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (*Continued*)

550	Musaceae	<i>Musa × paradisiaca</i> L.	Photo record	Plátano	2	Ornamental = 12, edible = 100	0	0.0074	0	
551	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	SRL-203	Eucalipto	2		0	0	0.0019	
552	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	SRL-1528	Guayaba	1		0	0	0	
556	Nyctaginaceae	<i>Boerhavia anisophylla</i> Torr.	SRL-162, SRL-193, SRL-370, SRL-1184, SRL-1303		1		0	-0.5246	0	0
557	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	SRL-33, SRL-191	Bugambilia	3	Ornamental = 18	0	0.0529	0	
558	Nyctaginaceae	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	ERL-29, ERL-99, SRL-11, SRL-421, SRL-1145	Hierba cuchi, maravilla	3	Fodder = 50, ornamental = 29	0	0.2319	0	-0.0608
559	Oleaceae	<i>Forestiera rotundifolia</i> (Brandegee) Standl.	RLF-306, SRL-1259	Tlasisle	3		0.0025	0.0567	0	0
560	Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i> Brandegee	SRL-341, SRL-1463, SRL-1512	Zapotillo, fresno	3	Firewood = 100	0.0076	-0.307	0	0
561	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	SRL-1409	Fresno	1		0	0	0	0
562	Oleaceae	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	ERL-105, ERL-238, SRL-59, SRL-453	Trueno	4	Ornamental = 18, ceremonial = 22	0	0.0235	0	
563	Onagraceae	<i>Fuchsia</i> sp.	SRL-386, SRL-393				0	0	0	
564	Onagraceae	<i>Gaura coccinea</i> Nutt. ex Pursh	SRL-17, SRL-411	Gradiolita	2		0	-0.2194	0	0
565	Onagraceae	<i>Lopezia racemosa</i> Cav.	ERL-114, SRL-1, SRL-94, SRL-1323		1		0	0	0	
566	Onagraceae	<i>Oenothera pubescens</i> Willd. ex Spreng.	RLF-76, RLF-113, SRL-22, SRL-40, SRL-150, SRL-213	Campanita grande	2	Ornamental = 12	0	0	-0.8404	0
567	Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> L'Her. ex Aiton	SRL-1127, SRL-1322	Sanguinaria	2	Ornamental = 12	0	0	-0.8404	0
568	Orchidaceae	<i>Barkleya lindleyana</i> subsp. vanneriana (Rchb.f.) Thien	SRL-1509	Monjita de Peña	2	Ceremonial = 8	0	0	0.1802	0
569	Orchidaceae	<i>Corallorhiza</i> sp.	RLF-207	Flor de jarrita			0	0	0	0
571	Orchidaceae	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i> (Lex.) G.A.Romero & Carnevali	Photo record	Jarrito	2		0	-0.1422	0	-1.0573
572	Orchidaceae	<i>Dichromanthus cinnabarinus</i> (Lex.) Garay	RLF-223, RLF-289, SRL-1155, SRL-1172	Cola de león	3		0	0	-1.1298	0
574	Orchidaceae	<i>Encyclia hanburyi</i> (Lindl.) Schltr.	SRL-1519	Monjita morada de campo	2		0	0.0074	0.3814	0

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (*Continued*)

575	Orchidaceae	<i>Epidendrum lignosum</i> Lex.	RJS-9, RLF-50, SRL-139	Flor de cañada	1		0	0	-0.0825	0
576	Orchidaceae	<i>Epidendrum longipetalum</i> A.Rich. & Galeotti	RJS-6	Monjita moradita de varas	1		0	0	-1.2721	0
577	Orchidaceae	<i>Epidendrum radioferens</i> (Ames, F.T.Hubb. & C.Schweinf.) Hägsater	RJS-3	Monjita colorada	2	Ornamental = 12, ceremonial = 85	0	0.0139	0.8741	0
584	Orchidaceae	<i>Euchile karwinskii</i> (Mart.) Christenson	RJS-1	Monjita amarilla	3	Ornamental = 47, ceremonial = 99	0	0.045	3.5005	0.0017
578	Orchidaceae	<i>Govenia lagenophora</i> Lindl.	SRL-1270	Jarrito	3		0	0.1688	0	-0.7946
573	Orchidaceae	<i>Homalopetalum kienastii</i> (Rchb.f.) Withner	SRL-1249		1		0	0	-0.1783	0
579	Orchidaceae	<i>Laelia albida</i> Bateman ex Lindl.	ERL-126	Monjita blanca	2	Ornamental = 59, ceremonial = 77	0	0.0433	3.0505	0
580	Orchidaceae	<i>Laelia anceps</i> Lindl.	SRL-1541	Monjita morada	2	Ornamental = 35, ceremonial = 77	0	0.0497	2.6014	0
581	Orchidaceae	<i>Malaxis unifolia</i> Michx.	SRL-1196				0	0	0	
582	Orchidaceae	<i>Oncidium brachyandrum</i> Lindl.	RJS-5	Monjita pinta amarilla	1		0	0	-1.2721	0
570	Orchidaceae	<i>Ponthieva mexicana</i> (A.Rich. & Galeotti) Salazar	RLF-256, RLF-267				0	0	0	
583	Orchidaceae	<i>Prosthechea cancolor</i> (Lex.) W.E.Higgins	RJS-2, SRL-1189	Monjita pintita chiquita	1		0	0	-0.1783	0
585	Orchidaceae	<i>Prosthechea vitellina</i> (Lindl.) W.E.Higgins	Photo record	Monjita	1		0	0	-1.2721	0
586	Orchidaceae	<i>Rhynchostele maculata</i> (Lex.) Soto Arenas & Salazar	ERL-173, SRL-1476	Monjita pinta	2	Ornamental = 6, ceremonial = 92	0	0.0174	0.8134	0
587	Orchidaceae	<i>Spiranthes</i> sp.	RLF-208	Monjita de Peña	1		0	0	0	0
588	Orchidaceae		Photo record	Monjita	1		0	0	-0.1783	0
589	Orchidaceae		Photo record	Monjita	1		0	0	-0.1783	0
590	Orchidaceae		Photo record	Monjita de camotito largo	1	Ornamental = 6	0	0	-0.0219	0
719	Orobanchaceae	<i>Buchnera pusilla</i> Kunth	RLF-235		1		0	0	-2.1063	0
720	Orobanchaceae	<i>Castilleja tenuifolia</i> M.Martens & Galeotti	SRL-117, SRL-223, SRL-329, SRL-1438, SRL-1485	Romero cimarrón	3		0	-0.1987	0	-0.5504
591	Orobanchaceae	<i>Conopchis alpina</i> Liebm.	SRL-218, SRL-1481	Flor de elote	2		0	-0.7655	0	-0.9186

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index* and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

722	Orobanchaceae	<i>Lamourouxia dasyantha</i> (Cham. & Schlttd.) W.R.Ernst	SRL-1379, SRL-1429	Lisi6n	2	Ceremonial = 17	0	0.0059	-1.2315	0
723	Orobanchaceae	<i>Lamourouxia viscosa</i> Kunth	RLF-209, SRL-372, SRL-1292	Moco de pavo, flor de miel	1		0	0	0	
594	Oxalidaceae	<i>Oxalis comiculata</i> L.	SRL-1534	Coyule			0	0	0	
592	Oxalidaceae	<i>Oxalis aff. latifolia</i> Kunth	ERL-75, RLF-142, SRL-148	Coyule	2	Edible = 45	0	1.1914	0	0
593	Oxalidaceae	<i>Oxalis aff. nelsonii</i> (Small) R.Knuth	SRL-1273	Coyule	2	Edible = 45	0	2.8029	0	0
595	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	RLF-139	Coyule delgado	2		0	0.095	0	0
596	Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> L.	ERL-244, RLF-180, SRL-455	Chicalote	3		0	0	0	-0.3555
597	Passifloraceae	<i>Passiflora bryonioides</i> Kunth	SRL-1148	Granadilla	1		0	0	0	0
598	Passifloraceae	<i>Passiflora suberosa</i> L.	SRL-444, SRL-1164, SRL-1165		1		0	0	0	-0.8137
761	Passifloraceae	<i>Turnera diffusa</i> Willd. ex Schult.	SRL-1220, SRL-1356, SRL-1467	Tamorreal	3	Medicinal = 5	0	0	0.037	2.85
721	Phrymaceae	<i>Berendtiella levigata</i> (B.L.Rob. & Greenm.) Thieret	RLF-229	Hierba de pajarito	1		0	-1.0765	0	0
599	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i> L.	RLF-236		1		0	0	0	-1.0487
600	Pinaceae	<i>Pinus</i> sp.	SRL-185	Pino, ocote	3	Ornamental = 47	0	0.0331	0	0
601	Piperaceae	<i>Peperomia quadrifolia</i> (L.) Kunth	ERL-146, SRL-1404, 1430	Verdolaga	1	Edible = 95	0	0	0	0
602	Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp.	RJS-4		1		0	-1.0765	0	0
603	Piperaceae	<i>Piper auritum</i> Kunth	ERL-59, SRL-67, SRL-418	Hierba santa	2		0	0	0	0
717	Plantaginaceae	<i>Antirrhinum majus</i> L.	Photo record	Perrito	2	Ornamental = 12	0	0.0147	0	0
718	Plantaginaceae	<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst.	SRL-301, SRL-1132	Verdolaga de agua	3	Edible = 5	0	-0.2864	0	-0.6047
724	Plantaginaceae	<i>Maurandya barclaiana</i> Lindl.	ERL-171		1	Ornamental = 18	0	0	-1.0904	0
725	Plantaginaceae	<i>Penstemon barbatus</i> (Cav.) Roth	RLF-23, RLF-49, SRL-133, SRL-464, SRL-1314	Bandera	2		0	0	0	-0.8535
726	Plantaginaceae	<i>Penstemon roseus</i> (Cerv. ex Sweet) G.Don	SRL-124, SRL-1405	Bandera	1		0	-1.0765	0	0
604	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.	SRL-419				0	0	0	0
727	Plantaginaceae	<i>Russelia obtusata</i> S.F.Blake	RLF-263, SRL-234, SRL-342, SRL-424, SRL-1494	Bandera	1		0	0	0	-0.9867
728	Plantaginaceae	<i>Veronica persica</i> Poir.	SRL-177, SRL-1327		1		0	0	0	0
729	Plantaginaceae		SRL-1198	Bandera	1		0	0	0	-1.0487

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index* and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

605	Plumbaginaceae	<i>Plumbago pulchella</i> Boiss.	SRL-189, SRL-1278				0	0	0	0	
606	Poaceae	<i>Aegopogon cenchrroides</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	SRL-83	Pasto	2	Fodder = 20	0.1738	-0.3545	0.0074	-0.904	0
607	Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i> L.	RLF-239, SRL-354	Pasto	3		0.1738	0.0074	0.0074	0	
608	Poaceae	<i>Aristida jorullensis</i> Kunth	SRL-142	Pasto de semilla	2		0.1738	-0.955	0.0074	-1.2392	0
609	Poaceae	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	SRL-309	Pasto	2		0.1738	1.0277	0.0074	0.5759	0
610	Poaceae	<i>Arundo donax</i> L.	ERL-147, SRL-429	Carrizo	4		0	0	0	0	
611	Poaceae	<i>Avena fatua</i> L.	SRL-1546	Avena	1	Fodder = 10	0.1041	0	0	0	
612	Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	RLF-98, RLF-237, RLF-296	Pasto	2	Fodder = 20	0.1738	-0.3545	0.0074	-0.904	0
614	Poaceae	<i>Chloris rufescens</i> Lag.	RLF-99	Past6n, cebadilla, gabilla	2	Fodder = 20	0.1738	-0.3545	0.0074	-0.904	0
615	Poaceae	<i>Chloris submutica</i> Kunth	SRL-38	Past6n	2	Fodder = 20	0.1738	-0.3545	0.0074	-0.904	0
613	Poaceae	<i>Chondrasum simplex</i> (Lag.) Kunth	SRL-305	Pasto	2		0.1738	-0.8225	0.0074	-1.1081	0
616	Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	Photo record	T6 lim6n, t6 de pasto	1		0	0	0	0	
617	Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	SRL-86	Pasto de semilla	2		0.1738	0.0074	0.0074	0	
618	Poaceae	<i>Digitaria bicornis</i> (Lam.) Roem. & Schult.	SRL-312	Pasto	2		0.1738	0.0074	0.0074	0	
620	Poaceae	<i>Eragrostis intermedia</i> Hitchc.	RLF-164, SRL-306	Pasto	2	Fodder = 20	0.1738	-0.2115	0.0074	-0.7625	0
621	Poaceae	<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link	SRL-84	Pasto	2	Fodder = 20	0.1738	-0.3545	0.0074	-0.904	0
619	Poaceae	<i>Eragrostis aff. pectinacea</i> (Michx.) Nees	SRL-85	Pasto leg6timo	2	Fodder = 20	0.1738	-0.3545	0.0074	-0.904	0
622	Poaceae	<i>Erioneuron avenaceum</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Tateoka	RLF-292	Pasto	2		0.1738	-0.955	0.0074	-1.2392	0
623	Poaceae	<i>Heteropogon contortus</i> (L.) P.Beauv. ex Roem. & Schult.	RLF-202	Pasto	2		0.1738	-0.955	0.0074	-1.2392	0
624	Poaceae	<i>Hilaria cenchrroides</i> Kunth	SRL-281, SRL-308	Pasto	2		0.1738	-0.8824	0.0074	-1.1673	0
625	Poaceae	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Photo record	Cebada	1	Fodder = 10	0.0794	0	0	0	
626	Poaceae	<i>Lasiacis</i> sp.	SRL-1506	Otate	1		0	0.0074	-1.9051	0	
627	Poaceae	<i>Lycurus phleoides</i> Kunth	SRL-307	Pasto	2		0.1738	-0.8745	0.0074	-1.1595	0

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index* and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

628	Poaceae	<i>Muhlenbergia gigantea</i> (E.Fourn.) Hitchc.	RLF-305	Pastón	2		0	0.0074	-1.1597	0
629	Poaceae	<i>Muhlenbergia robusta</i> (E.Fourn.) Hitchc.	RLF-66, SRL-169	Pastón	2		0	0.0074	-1.0966	0
630	Poaceae	<i>Nassella tenuissima</i> (Trin.) Barkworth	RLF-258	Pasto	2		0.1738	-0.955	0.0074	-1.2392
631	Poaceae	<i>Oryza sativa</i> L.	Photo record	Arroz	1		0	0	0	0
632	Poaceae	<i>Otatea acuminata</i> (Munro) C.E.Calderón & Soderstr.	RLF-250	Otate	2		0	0	-1.3925	0
638	Poaceae	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	RLF-147	Pasto cenizo, pastón	2		0.1738	0.0074	0	0
633	Poaceae	<i>Phalaris canariensis</i> L.	ERL-231	Alpiste	1		0	0	0	0
634	Poaceae	<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Hitchc.	RLF-137, RLF-260, SRL-413	Pasto	3		0.1738	-0.3887	0.0074	-0.7823
635	Poaceae	<i>Setaria grisebachii</i> E.Fourn.	RLF-231,RL-358	Pasto de semilla	3		0.1738	-0.4232	0.0074	-0.8164
636	Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R.Br.	RLF-132	Pastón	3		0.1738	-0.4882	0.0074	-0.8807
637	Poaceae	<i>Triticum aestivum</i> L.	SRL-172	Trigo	2	Edible = 95	0.0573	0	0	0
639	Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	SRL-174	Maíz	3	Fodder = 80, edible = 100, ceremonial = 1	0.3047	0	0	0
640	Poaceae		RLF-157	Pasto	3		0.1738	-0.4882	0.0074	-0.8807
641	Poaceae		SRL-311	Pasto de semilla	3		0.1738	-0.3818	0.0074	-0.7755
642	Poaceae		SRL-258	Pasto	2		0.1738	-0.7199	0.0074	-1.0066
643	Poaceae		RLF-291	Pasto	2		0.1738	-0.4149	0.0074	-0.705
644	Poaceae		RLF-316	Pasto	2		0.1738	-0.955	0.0074	-1.2392
645	Poaceae		RLF-331	Pasto	2		0.1738	-0.955	0.0074	-1.2392
646	Poaceae		RLF-332	Pasto	2		0.1738	-0.955	0.0074	-1.2392
647	Poaceae		RLF-333	Pasto	2		0.1738	-0.955	0.0074	-1.2392
648	Poaceae		SRL-394	Pasto	2		0.1738	-0.955	0.0074	-1.2392
649	Poaceae		RLF-317	Pasto	2	Fodder = 20	0.1738	-0.3545	0.0074	-0.904
650	Polemoniaceae	<i>Loeselia caerulea</i> (Cav.) G.Don	RLF-265, SRL-96, SRL-353, SRL-1267, SRL-1282, SRL-1364, SRL-1401, SRL-1458		2		0	-0.2933	0	0
651	Polygalaceae	<i>Polygala compacta</i> Rose	SRL-255				0	0	0	0
652	Polygalaceae	<i>Polygala scoparia</i> Kunth	RLF-224, RLF-287		2		0	-0.4	0	0

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index* and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

653	Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	SRL-1533				0	0	0	0
654	Polypodiaceae	<i>Pleopeltis conzattii</i> (Weath.) R.M.Tryon & A.F.Tryon	RLF-46, SRL-135, SRL-1237		1		0	-1.0765	0	0
655	Polypodiaceae	<i>Pleopeltis polylepis</i> (Roemer ex Kunze) T.Moore	SRL-1434				0	0	0	0
656	Polypodiaceae	<i>Polypodium martensii</i> Mett.	RLF-47, SRL-137, SRL-1433	Cilandrillo	2		0	-0.7655	0	-1.4404
658	Polypodiaceae	<i>Polypodium thysanolepis</i> A.Braun ex Klotzsch	RLF-294	Cilandrillo			0	0	0	0
657	Polypodiaceae	<i>Polypodium</i> sp.	SRL-352	Cilandrillo			0	0	0	0
660	Portulacaceae		SRL-415		1		0	0	0	0
661	Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L.	ERL-108, ERL-228, RLF-200, SRL-87, SRL-100, SRL-1133	Jabonera, hierba de pollo	3		0	0	0.0065	0
759	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	SRL-1330				0	0	0	0
662	Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn. ex R.Br.	ERL-6		2	Ornamental = 12	0	0.0042	0	0
663	Pteridaceae	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	SRL-1518				0	0	0	0
664	Pteridaceae	<i>Adiantum poiretii</i> Wikstr.	SRL-202,SRL-427		1		0	0	0	-0.9676
665	Pteridaceae	<i>Astrolepis crassifolia</i> (Houlston & T.Moore) D.M.Benham & Windham	RLF-34, SRL-389				0	0	0	0
666	Pteridaceae	<i>Cheileplecton rigidum</i> (Sw.) Fée	RLF-112, RLF-213, RLF-254, SRL-1457	Cilandrillo			0	0	0	0
667	Pteridaceae	<i>Notholaena</i> sp.	SRL-230				0	0	0	0
668	Pteridaceae	<i>Pellaea</i> sp.	RLF-185				0	0	0	0
671	Ranunculaceae	<i>Anemone mexicana</i> Kunth	RLF-43, RLF-128, RLF-271, SRL-1240	Mariposa	2		0	-0.7655	0	-1.4404
672	Ranunculaceae	<i>Clematis dioica</i> L.	SRL-303, SRL-1305				0	0	0	0
673	Ranunculaceae	<i>Consolida ajacis</i> (L.) Schur	ERL-182	Conejito	2	Ceremonial = 14	0	0.0147	0	0
674	Ranunculaceae	<i>Delphinium bicoloratum</i> Hemsl.	SRL-1200	Conejito	1	Ceremonial = 8	0	0	0	0
675	Ranunculaceae	<i>Thalictrum gibbosum</i> Lecoy.	RLF-212, RLF-302	Chichicasle	1		0	0	0	-1.0487
676	Rhamnaceae	<i>Candalia mexicana</i> Schltdl.	RLF-86, SRL-457, SRL-1147	Espino capulin	3	Ornamental = 29	0	0.0074	0.0446	0
677	Rhamnaceae	<i>Ziziphus amole</i> (Sessé & Moc.) M.C.Johnst.	SRL-1329	Cholulo	1		0	0	0	0

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

679	Rosaceae	<i>Cercocarpus fothergilloides</i> Kunth	SRL-1489	Ramoncillo	2		0	0	0	
680	Rosaceae	<i>Crataegus mexicana</i> Moc. & Sess, ex DC	SRL-1424	Tejocote	1	Edible = 35	0	0	0	
681	Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	SRL-50	Nispero	2	Ornamental = 47, edible = 15	0	0.0042	0	
682	Rosaceae	<i>Lindleya mespiloides</i> Kunth	SRL-1223, SRL-1493	Hierba de pajarito, campanita grande	2		0	0	0	-0.8599
678	Rosaceae	<i>Malacomeles denticulata</i> (Kunth) G.N.Jones	RLF-10, RLF-243, SRL-261, SRL-338, SRL-474, SRL-1257, SRL-1258	Tlasisle	4		0.0121	1.5381	0	0.571
686	Rosaceae	<i>Malus domestica</i> Borkh.	ERL-82, ERL-205, SRL-227	Manzana	2	Ornamental = 94, edible = 5	0	0	0	
683	Rosaceae	<i>Prunus armeniaca</i> L.	ERL-51, ERL-198	Chabacano	1		0	0	0	
684	Rosaceae	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	SRL-226, ERL-199	Durazno	2	Ornamental = 82, edible = 25	0	0.0098	0	
685	Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i> (Cav. ex Spreng.) McVaugh	SRL-1412	Capulí	1		0	0	0	
687	Rosaceae	<i>Rosa</i> sp.	Photo record	Rosa	2	Ornamental = 59, ceremonial = 14	0	0.1298	0	
688	Rosaceae	<i>Rosa</i> sp.	ERL-240	Rosa de ramito	2	Ornamental = 6	0	0.0165	0	
689	Rosaceae	<i>Xerospiroa hartwegiana</i> (Rydb.) Henrickson	SRL-1490				0	0	0	
690	Rubiaceae	<i>Bauvardia longiflora</i> (Cav.) Kunth	Photo record	Huele de noche	1		0	0	0	
691	Rubiaceae	<i>Bauvardia ternifolia</i> (Cav.) Schtdl.	RLF-41, RLF-166, SRL-262, SRL-334, SRL-1417	Ventorilla, flor de triste	4	Ceremonial = 8	0	0.4335	0.0294	0.2563
692	Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	SRL-336, SRL-470, SRL-1111, SRL-1331, SRL-1441	Campanita	3	Ceremonial = 99	0	0.0294	1.2554	0
693	Rubiaceae	<i>Coutaportia ghiesbreghtiana</i> (Baill.) Urb.	SRL-406				0	0	0	
694	Rubiaceae	<i>Crusea diversifolia</i> (Kunth) W.R.Anderson	RLF-21, RLF-111, SRL-381, SRL-1181				0	0	0	
695	Rubiaceae	<i>Crusea</i> sp.	RLF-136, SRL-1180		1		0	0	0	
696	Rubiaceae	<i>Didymaea alsinoides</i> (Cham. & Schtdl.) Standl.	SRL-322				0	0	0	
697	Rubiaceae	<i>Galium</i> sp.	RLF-82, RLF-280, SRL-344		1		0	0	0	-0.9933

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

698	Rubiaceae	<i>Randia capitata</i> DC.	RLF-281, SRL-1208	Limoncito de coyote	1		0	0	0	-1.0487
699	Rubiaceae	<i>Randia thurberi</i> S.Watson	SRL-1344				0	0	0	
700	Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave	ERL-130, ERL-176	Zapote blanco	4	Edible = 5	0	0	0.021	
701	Rutaceae	<i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle	Photo record	Limón	3	Ornamental = 71, medicinal = 5, edible = 100	0	0.0189	0.0046	
704	Rutaceae	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	Photo record	Toronja	1	Ornamental = 6	0	0.0147	0	
703	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Photo record	Naranja	4	Ornamental = 12, edible = 100	0	0.0147	0.0015	
705	Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Photo record	Mandarina	1		0	0	0	
702	Rutaceae	<i>Citrus × latifolia</i> (Yu.Tanaka) Yu.Tanaka	Photo record	Lima	2		0	0	0.0056	
706	Rutaceae	<i>Ptelea trifoliata</i> L.	ERL-196, RLF-27, RLF-308, SRL-274, SRL-466, SRL-467	Hierba de zorrillo	3	Firewood = 100	0	0	0.0028	-0.2649
707	Rutaceae	<i>Ruta chalepensis</i> L.	ERL-93, ERL-127, ERL-208, ERL-241, SRL-68	Ruda	2	Ornamental = 53	0	0	0.0427	
708	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp.	SRL-1221				0	0	0	
709	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp.	SRL-326	Hierba de zorrillo	1		0	0	0	
710	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp.	SRL-1348		1		0	0	0	-1.0487
394	Salicaceae	<i>Neopringlea viscosa</i> (Liebm.) Rose	SRL337				0	0	0	
711	Salicaceae	<i>Salix bonplandiana</i> Kunth	SRL-204	Sauce	3		0	0	0	
779	Santalaceae	<i>Phoradendron reichenbachianum</i> (Seem.) Oliv.	RLF-329, SRL-1483	Injerto			0	0	0	
780	Santalaceae	<i>Phoradendron</i> sp.	ERL-180, SRL-1558	Injerto, chahuistle			0	0	0	
781	Santalaceae	<i>Phoradendron</i> sp.	RLF-228, SRL-1268	Injerto	2		0	-0.298	0	-0.5662
712	Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	RLF-30, SRL-294, SRL-473, SRL-1118, ERL-189	Cachovenado	4	Firewood = 100	0	0.0147	0.2881	0
713	Sapindaceae	<i>Urvillea ulmacea</i> Kunth	SRL-1332				0	0	0	
715	Sapotaceae	<i>Sideroxylon palmeri</i> (Rose) T.D.Penn.	ERL-219, SRL-454	Tempequistle	1	Edible = 90	0	0	0	
716	Sapotaceae	<i>Sideroxylon salicifolium</i> (L.) Lam.	RLF-244	Tempequistle cimarrón, laurelillo	1		0	-1.0765	0	0
714	Sapotaceae	<i>Sideroxylon capiri</i> (ADC.) Pittier	SRL-1508				0	0	0	

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

730	Selaginellaceae	<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook. & Grev.) Spring	SRL-374, SRL-1497		1		0	0	0	-1.0487
731	Simaroubaceae	<i>Castela erecta</i> Turpin	SRL-1382				0	0	0	
732	Smilacaceae	<i>Smilax moranensis</i> M.Martens & Galeottii	SRL-233				0	0	0	
733	Solanaceae	<i>Brugmansia x candida</i> Pers.	SRL-63	Floribundio	2	Ornamental = 12, ceremonial = 17	0	0	0	
734	Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	ERL-165, ERL-204	Chilar de arbolito, caquita de ratón, chiltepe, cuaresmeño, guajillo, piquín, verde	3	Edible = 100	0	0	0	
735	Solanaceae	<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav.	ERL-181	Chile canario	2		0	0	0	
736	Solanaceae	<i>Capsicum</i> sp.	RLF-135		1		0	0	0	-1.0487
737	Solanaceae	<i>Capsicum</i> sp.	SRL-165		1		0	-1.0765	0	0
738	Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L.	SRL-1284				0	0	0	
739	Solanaceae	<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J.L.Gentry	SRL-180, SRL-1297	Hierba mora	2		0	0	0	-0.6249
740	Solanaceae	<i>Lycianthes ciliolata</i> (M.Martens & Galeotti) Bitter	SRL-1149	Ojo de toro	2		0	0	0	0.0051 -0.5422
741	Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	ERL-37, RLF-105, SRL-171, SRL-1274	Gigante	4	Ornamental = 6, firewood = 100	0	0	0	0.0028
742	Solanaceae	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	SRL-240	Tabaco	1		0	0	0	
743	Solanaceae	<i>Physalis philadelphica</i> Lam.	ERL-36, ERL-63, ERL-64, ERL-113, RLF-312, SRL-26, SRL-1138, SRL-1298	Miltomate, tomate, tomate de milpa	2	Edible = 100	0	0	0	0.0069 1.5091
744	Solanaceae	<i>Solantra maxima</i> (Moc. & Sessé ex Dunal) P.S.Green	Photo record	Copa de oro	1		0	0.0059	0	
745	Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	SRL-1234	Ticungo	1		0	0	0	
746	Solanaceae	<i>Solanum erianthum</i> D.Don.	ERL-91	Tepozán	1		0	0	0	0.0046 -0.7375
747	Solanaceae	<i>Solanum lanceolatum</i> Cav	ERL-195	Tepozán	1		0	0	0	0.0046 -0.6538
748	Solanaceae	<i>Solanum lesteri</i> Hawkes & Hjert.	RLF-151	Hierba del tomate pinto	1		0	0	0	
749	Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Photo record	Jitomate	1	Edible = 100	0	0	0	
750	Solanaceae	<i>Solanum rostratum</i> Dunal	SRL-380	Chicalote de burro	1		0	0	0	-1.0487

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

751	Solanaceae	<i>Solanum rudepannum</i> Dunal	RLF-22, RLF-95, RLF-120, RLF-275, SRL-128, SRL-302	Tepozán	2		0	0	0	0.0046 -0.784
753	Solanaceae	<i>Solanum tridynamum</i> Dunal	SRL-1361, SRL-1391				0	0	0	
754	Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Photo record	Papa	1	Edible = 100	0	0	0	
752	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	SRL-27				0	0	0	
756	Sterculiaceae	<i>Melochia</i> sp.	SRL-1555				0	0	0	
659	Talinaceae	<i>Talinum</i> sp.	SRL-414		1		0	-1.023	0	0
757	Thelypteridaceae	<i>Thelypteris albicaulis</i> (Fée) A.R.Sm.	SRL-200	Pojalillo			0	0	0	
758	Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i> sp.	SRL-161, RLF-303		1		0	0	0	
760	Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum majus</i> L.	ERL-18, ERL-89, RLF-182, SRL-60, SRL-196	Mastuerzo	3	Ornamental = 18	0	0.0033	0	
762	Typhaceae	<i>Typha</i> sp.	Photo record				0	0	0	
764	Urticaceae	<i>Parietaria pensylvanica</i> Muhl. ex Willd.	ERL-73, RLF-88, RLF-266, SRL-18	Paletaria	1		0	0	0	0.0159 -0.5533
765	Urticaceae	<i>Pilea microphylla</i> (L.) Liebm.	RLF-171, SRL-1256, SRL-1309	Pinolillo	1	Ornamental = 6	0	0	0.0738	0
766	Urticaceae	<i>Urea caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	SRL-1543	Chichicasle	2		0	0	0	0.0031 -0.5744
768	Verbenaceae	<i>Citharexylum aff. bourgeauium</i> Greenm.	SRL-1215		1		0	0	-2.1063	0
769	Verbenaceae	<i>Citharexylum tetramerum</i> Brandegee	Photo record				0	0	0	
770	Verbenaceae	<i>Glandularia elegans</i> (Kunth) UMBER	RLF-5, SRL-110, SRL-279, SRL-1326, SRL-1479		1		0	0	0	-1.0167
771	Verbenaceae	<i>Lantana achyranthifolia</i> Desf.	RLF-61, RLF-62, SRL-109, SRL-152, SRL-369, SRL-1296	Hierba buena de monte	2		0	-0.2001	0	0 -0.4950
772	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	RLF-91, RLF-197, SRL-115, SRL-459, SRL-1112, SRL-1154, SRL-1169, SRL-1365	Tiundica, siete negritos	4		0.0054	3.3596	0	0.8495 0.0056 2.2797
773	Verbenaceae	<i>Lantana velutina</i> M.Martens & Galeotti	ERL-185, RLF-31, RLF-204, SRL-272, SRL-1115, SRL-1168	Tiundica blanca, cinco negritos	4	Ornamental = 12	0	0	1.484	0 2.4772
774	Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i> Kunth		Oreganillo, salvarreal de castilla	4	Medicinal = 5	0.0065	0.0052	0	0.0069 0.0526
775	Verbenaceae	<i>Lippia oaxacana</i> B.L.Rob. & Greenm.	SRL-71, SRL-1378, SRL-1454, SRL-1549	Salvarreal	2	Medicinal = 60	0	0	0	0.2636 10.3582
776	Verbenaceae	<i>Priva mexicana</i> (L.) Pers.	RLF-29	Plojito			0	0	0	

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrout relative prominence index^a and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

777	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta acuminata</i> A.DC.	SRL-1380			0	0	0
778	Verbenaceae	<i>Verbena carolina</i> L.	RLF-93, SRL-125, SRL-173, SRL-456	1		0	0	-1.5594 0
782	Vitaceae	<i>Cissus</i> sp.	RLF-101, RLF-173, SRL-1373, SRL-1535	2	Tripa de diablo	0	0	-1.2488 0 -0.6837
783	Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.	SRL-54	2	Uva	0	0	0
27	Xanthorrhoeaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	ERL-188, SRL-78	5	Sábila	Ornamental = 47	0	0.0552
82	Xanthorrhoeaceae	<i>Asphodelus fistulosus</i> L.	SRL-388, SRL-1415	1		Ornamental = 6	0	0
83	Xanthorrhoeaceae	<i>Kriphofia uvaria</i> (L.) Oken	ERL-158	2	Bandera española	Ornamental = 24	0	0
784	Zygophyllaceae	<i>Morkillia mexicana</i> (DC.) Rose & Painter	SRL-1338, SRL-1349			0	0	0
785				1	Octavillo	Ceremonial = 17	0	0

Notes^a Collectors name: ERL Erandi Rivera Lozoya, RLF Ricardo Lemus Fernández, RJS José Rosario Jiménez Salazar, SRL Selene Rangel Landa^b Fodder plants Sutrout Index details: Number of lists = 31; Average length of lists = 6; Number of cited items = 65; Total number of cited items = 195; Number of collected lists for no new information addition = 14.^c Sutrout Index rarefaction curve 1^d Ornamental plants Sutrout Index details: Number of lists = 34; Average length of lists = 6; Number of cited items = 85; Total number of cited items = 200; Number of collected lists for no new information addition = 25.^e Sutrout Index rarefaction curve 2^f Medicinal plants Sutrout Index details: Number of lists = 36; Average length of lists = 8; Number of cited items = 76; Total number of cited items = 285; Number of collected lists for no new information addition = 19.^g Sutrout Index rarefaction curve 3^h Edible plants Sutrout Index details: Number of lists = 38; Average length of lists = 10; Number of cited items = 83; Total number of cited items = 387; Number of collected lists for no new information addition = 19.ⁱ Sutrout Index rarefaction curve 4^j Ceremonial plants Sutrout Index details: Number of lists = 5; Average length of lists = 5; Number of cited items = 41; Total number of cited items = 185; Number of collected lists for no new information addition = 13.^k Sutrout Index rarefaction curve 5^l Firewood Sutrout Index details: Number of lists = 35; Average length of lists = 7; Number of cited items = 39; Total number of cited items = 244; Number of collected lists for no new information addition = 9.^m Sutrout Index rarefaction curve 6ⁿ Key to vegetation type: AA Ancient settlements, Bal Urban secondary vegetation, BEA Quercus liebmanni and Quercus laeta forest, BEC Quercus urbani forest, BEM Quercus spp. forest, BG Gallery forest (Taxodium mucronatum), BN Juniperus flaccida forest, CaCe Cephalocereus columnna-trajanni shrubland, CaMy Pseudomyrcereus fulviceps shrubland, Iz Izotal (shrubland dominated by rosettes), Me Mexican, Pal Mescal factories, Palm Palm shrubland of Brahea dulcis, Paz grassland, SB Tropical dry forest, Sol Homegardens, TS Agricultural fields, VR Riparian vegetation^o Key to Area of Origin: AC American Continent, EAAA Europa, Asia, Africa, Australia, lxc Ixcatlán (species with wild populations in Ixcatlán territory, and Mesoamerican area native species that have naturalized populations in Ixcatlán territory), Mex Mexico, TCV Tehuacán-Cuicatlan Valley (plants natives of VTC but in Ixcatlán only could be finding in settlements under cultivation), Uk Unknown^p Key to Ecological Status: D Domesticated, R-W Ruderal-Weedy, W Wild^q Key to Management practices: E Enhancement, F Forage, G Gathering, P Protection, Prp Propagation, T Tolerance, Ti Transplanting of individuals, Ur Uproot^r Key to Management site: In situ = when management take place in sites where species wild populations are distributed; ex situ = when management take place in sites out of species wild populations distribution**Table 5** Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrout relative prominence index^a and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

ID	Edible Sutrout Index value ^a	PC1 value	Ceremonial Sutrout Index value ^b	PC value	Firewood Sutrout Index value ^c	PC value	Vegetation type ^d	EIV (ecological importance value index)	Origin ^e	Ecological status ^f	Management practices ^g	Management site ^h
1	0		0		0		SB	0	lxc	W		
2	0		0		0		CaCe	0	lxc	W		
3	0		0		0		CaCe	0	lxc	W		
4	0		0		0		Sol	0.000153	TCV	W	P, Prp	ex situ
5	0		0		0		BG, Pal	0	lxc	W	T	in situ
20	0		0		0		Sol	0.000026	EAAA	W	P, Prp	ex situ
21	0		0		0		Sol	0.000026	EAAA	W	P, Prp	ex situ
22	0		0		0		Sol	0.000026	EAAA	W	P, Prp	ex situ
28	0		0		0		Iz	0	lxc	W		
29	0		0		0		Bal, Sol	0.000153	lxc	R-W	F, G, T, Ur	in situ
30	0.2516	2.025	0		0		Bal, Sol, TS	0.006548	lxc	R-W	E, F, G, P, T, Ur	in situ
31	0.0218		0		0		Sol	0.000051	EAAA	D	P, Prp	ex situ
33	0		0.0296		0		Sol	0.000077	TCV	D	E, P, Prp	ex situ
34	0		0		0		Bal, BEA, BN, Iz, Me, Palm	0.008464	lxc	W	F, G	in situ
35	0		0		0		Iz	0.000784	lxc	W	F	in situ
36	0		0		0		Me	0	lxc	W		
26	0		0		0		Pal, Sol	0.000077	EAAA	D	P, Prp	ex situ
23	0		0		0		Sol	0.000051	EAAA	D	P, Prp	ex situ
24	0		0		0		Sol	0.000153	EAAA	D	P, Prp	ex situ
37	0		0.0588		0		Pal, Sol	0.000153	EAAA	D	P, Prp	ex situ
38	0		0.0056		0		Pal, Sol	0.000128	AC	D	P, Prp	ex situ
39	0		0		0		Pal	0	lxc	W	T	in situ
40	0		0		0		Me, Sol	0.000026	lxc	W	E, P, Prp, Ti	ex situ, in situ
41	0		0		0		Me	0	lxc	W		
42	0		0		0.0092	-0.5723	CaCe, Me, Iz, Palm	0.003085	lxc	W	G, Prp	in situ
43	0	-1.3811	0		0		CaCe	0	lxc	W	G	in situ
44	0		0		0		BG, CaCe, Iz, SB, Pal, Sol	0.000026	lxc	W	F, G, T	in situ
45	0	0.06	0		0.03	0.2684	BEA, BEC, Me, Pal, SB, TS	0.013869	lxc	W	F, G, T	in situ

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index²⁷ and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

46	0	-0.5044	0	0.03	-0.422	BEA, BEC, Iz, Me, Pal, Palm, Sol, TS	0.023686	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>	
47	0	-0.0476	0	0.03	0.134	BEA, BN, Iz, Me, BB, TS	0.017724	lxc	W	F, G, T	<i>in situ</i>	
48	0	0	0	0		Sol	0.000026	AC	W	E, P, T, Ti	<i>ex situ</i>	
49	0.0088	0	0	0		Sol	0.000026	AC	D	P, Prp	<i>ex situ</i>	
52	0	0.0469	0	0		Sol	0.000205	EAAA	D	E, P, Prp, T, Ti	<i>ex situ</i>	
53	0	0	0	0		Bal, BG, Sol	0	lxc	W	T	<i>in situ</i>	
54	0.0610	0	0	0		Sol	0.000205	EAAA	D	E, P, Prp, T, Ti	<i>ex situ</i>	
55	0.0075	0	0	0		Sol	0	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>	
56	0	0	0	0		BEA, Paz	0.003360	lxc	W	G	<i>in situ</i>	
57	0	0	0	0		Me	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>	
58	0	0	0	0		BEA, BEC	0.001155	lxc	W	G	<i>in situ</i>	
59	0.0066	0	0	0		Sol	0.000051	EAAA	W	P, Prp	<i>ex situ</i>	
60	0.0263	0	0	0		Sol	0.000128	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>	
61	0	0	0	0		NE, TS	0	Nat-Uk	W	F, T, Ur	<i>ex situ</i>	
75	0	0	0	0		Sol	0.000026	lxc	W	P, Prp	<i>ex situ, in situ</i>	
76	0	0	0	0		BEA	0	lxc	W			
64	0	0	0	0		CaCe	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>	
78	0	0	0	0		BEA, Sol	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>	
79	0	0	0	0		Sol	0.000026	EAAA	W	P, Prp	<i>ex situ</i>	
77	0.0022	-0.5798	0	0		BEA, Pal, Sol	0	lxc	W	G, P, T	<i>in situ</i>	
80	0	0	0	0		Iz	0	lxc	W			
62	0	0.004	0	0		Sol	0.000153	EAAA	D	P, Prp, Ti	<i>ex situ</i>	
63	0	0.007	0.608	0		CaMy, Sol	0.000051	lxc	W	G, P, Prp	<i>ex situ, in situ</i>	
81	0	0	0	0		BEA	0	lxc	W			
65	0	0.12	0	0		Pal, Sol	0.000230	EAAA	D	P, Prp, Ti	<i>ex situ</i>	
66	0	0	0	0		BEA, Sol	0.000026	lxc	W	G, P, T	<i>in situ</i>	
67	0	0	0	0		Sol	0.000026	EAAA	W	P, Ti	<i>ex situ</i>	
68	0.0015	3.3156	0	4.1723	0.0086	3.952	BEA, BEC, BG, BN, Iz, Me, Pal, Palm, Sol, TS	0.105714	lxc	W	E, F, G, P, T, Ti	<i>in situ</i>
69	0	0	-0.1118	0	-0.4762	BEA	0	lxc	W	G, P	<i>in situ</i>	
70	0	0	0	0		BEA, Me, Sol	0	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>	
71	0	0	0	0		Sol	0.000077	EAAA	W	P, Prp, T, Ti	<i>ex situ</i>	

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index²⁷ and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

72	0	0	0	0		Sol	0.000051	AC	W	P, Prp, T, Ti	<i>ex situ</i>
73	0	0	0	0		Sol	0.000026	EAAA	W	P, T, Ti	<i>ex situ</i>
74	0	0	0	0		Sol, TS	0	lxc	W	G, T, Ur	<i>in situ</i>
6	0	0	0	0		Sol, TS	0.000205	Mex	D	P, Prp, Ti	<i>ex situ</i>
9	0	0	0	0		Me, Pal, TS	0	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>
10	0.0148	-0.8621	0	0		Iz, Pal	0.001780	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
11	0.0717	3.9275	0	0		BEA, Iz, Me, Pal, Palm, SB, Sol, TS	0.020100	lxc	W	E, F, G, P, Prp, T, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
12	0	3.1267	0	0.0104	3.0362	BEA, BN, Pal, Palm, Sol, TS	0.009780	lxc	W	F, G, P, Prp, T, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
13	0	0	0	0		BEM, Sol	0.000026	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
14	0	0	0	0		Me, Sol	0	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
15	0	-1.1696	0	0		Iz	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
16	0	-1.0057	0	0		Iz	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
17	0	0	0	0		Pal, Sol	0.000026	Mex	D	P, Prp, Ti	<i>ex situ</i>
8	0	0	0	0		CaCe, Iz, Pal, SB, Sol, Ts	0.002851	lxc	D, W	G, P, Prp	<i>ex situ, in situ</i>
553	0	0	-0.75	0		Iz	0.012638	lxc	W	G, P	<i>in situ</i>
554	0.1098	0.1909	0	-0.6392	0	BG, Me	0.000547	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
50	0	-1.0101	0	0		BEA, Iz, Me	0.003272	lxc	W	G	<i>in situ</i>
51	0	0	0	0		BEA, BEC	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
25	0	0	0	0		Me, Palm, TS	0	lxc	W	T	<i>in situ</i>
555	0	0	-1.1913	0		BEA, Me	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
19	0	0	0	0		AA	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
18	0.0066	0	0	0		Sol	0.000051	Mex	W	P, Prp	<i>ex situ</i>
215	0	0	0	0		Sol	0.000051	EAAA	W	P, Prp	<i>ex situ</i>
216	0	0	0	0		Sol	0	EAAA	W	P, Prp	<i>ex situ</i>
217	0	0	0	0.0086	-1.2037	BEA, Iz, Me, Palm	0.002781	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
218	0	0	0	0		BEM	0	lxc	W		
219	0	0	0	0		Sol	0.000051	AC	D	P, Ti	<i>ex situ</i>
220	0	0	0	0		Sol	0.000026	EAAA	W	P, Ti	<i>ex situ</i>
221	0	0	0	0		BEA, BN, Iz, Me	0.008107	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
222	0	0	0	0		BN, Me, Palm	0.007127	lxc	R-W, W	G	<i>in situ</i>
223	0	0	0	0		Sol	0	EAAA	W	P, Prp	<i>ex situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

224	0	0	0	CaCe	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>	
401	0	0	0	BN, Palm	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>	
402	0	0	0	Pal	0	lxc	W	T	<i>in situ</i>	
403	0	0	0	CaCe	0	lxc	W			
225	0.0075	0	0	Sol	0.000026	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>	
226	0.0038	0	0	Bal, Sol, TS	0.002183	Nat-EAAA	R-W	G, T, Ur	<i>ex situ</i>	
229	0	0	0	Bal, Sol	0	Nat-EAAA	R-W	G, T, Ur	<i>ex situ</i>	
230	0	-1.1696	0	Bal, Sol	0	lxc	R-W	F, G	<i>in situ</i>	
227	0	0	0	Bal, Sol, TS	0.000026	Nat-EAAA	R-W	F, G, T, Ur	<i>ex situ</i>	
231	0	0	0	Bal, BEA, Sol	0.000153	lxc	R-W	F, G, P, T	<i>in situ</i>	
232	0	0.0261	0	Sol	0.000077	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>	
234	0.0132	0	0	VR	0	Nat-EAAA	R-W	G	<i>ex situ</i>	
233	0.0445	0	0	Sol	0.000153	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>	
235	0	0	0	Bal	0	Nat-Uk	R-W	T	<i>ex situ</i>	
236	0	0	0	Sol	0.000026	AC	D	P, Prp	<i>ex situ</i>	
237	0	0	1.1707	BEA, Iz, Sol	0.000026	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>	
238	0	0	0	BG, Iz, Me	0.002571	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>	
239	0	0	0	CaCe	0	lxc	W			
240	0	0	-0.9895	Me	0	lxc	W	Ti	<i>in situ</i>	
241	0	-1.0578	0	BEA	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>	
242	0	0.0093	0.7779	CaCe, Me, Sol	0.000026	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>	
243	0.0044	-0.6966	0	-0.7305	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>	
244	0	0	-1.1767	BEA, Sol	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>	
245	0	1.116	0	BEA, Pal, Sol, VR	0.000026	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>	
246	0	0	0	Palm, Sol	0.000026	lxc	R-W	G, T	<i>in situ</i>	
247	0	0	1.7881	BEA, BEM, Pal, Sol	0.000128	lxc	W	G, P, Prp, Ti	<i>ex situ, in situ</i>	
248	0	0	0	BEA, Sol	0.000026	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>	
249	0	0	0.7241	BEA, Pal	0	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>	
250	0	-0.894	0	-0.9536	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>	
251	0	0	0.0071	-0.6566	BEA, BG, Palm, Sol	0.001533	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>
252	0	0	0	BEA, BN, Sol	0.000917	lxc	W	F	<i>in situ</i>	

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

253	0	0	0	BEA	0	lxc	W				
254	0	0	0	Iz	0	lxc	W				
255	0	0.0278	2.8995	0.0036	1.9672	Iz, Me, SB	0	lxc	W	G, P, Prp, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
256	0	0	-1.1371	0.0036	-1.4632	Me	0.000149	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
257	0	0	0	0	0	Iz	0	lxc	W		
258	0	0	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		
259	0	0	-1.0042	0.0036	-1.2693	Me	0	lxc	W	G, P	<i>in situ</i>
260	0	0	0	0	0	CaCe	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
261	0	0	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		
262	0	0	0	0	0	Sol	0.000026	Mex	W	P, Prp	<i>ex situ</i>
263	0	0	0	0	0	CaCe, Sol	0	lxc	W	P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
264	0	0	0	0	0	Me, Palm, Sol	0.000433	lxc	W	P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
265	0.0018	0	0	0	0	TS	0	TCV	D	Prp	<i>ex situ</i>
266	0.0033	1.0957	0	0	0	Paz, Sol	0.000484	lxc	W	F, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
267	0.0033	1.4159	0	0	0	Paz, Sol, TS	0.001008	lxc	W	F, P, T, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
268	0.0016	0	0	0	0	Sol	0.000153	Mex	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
270	0	0	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		
271	0	0	0.4819	0	0	BEA, Iz, Me, Palm, Sol	0.004228	lxc	W	P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
272	0	0	0.719	0	0	BEA, BN, Me, Pal, Sol, TS	0.005848	lxc	R-W, W	P, T, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
273	0	0	0	0	0	CaMy	0	lxc	W		
274	0	0	0	0	0	NE, Sol	0.000026	lxc	W	P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
269	0	0	0	0	0	AA, Sol	0.000256	TCV	W	P, Prp, T, Ti	<i>ex situ</i>
275	0	0	0	0	0	BEA, TS	0	lxc	W	F, G, T	<i>in situ</i>
276	0.0536	0	0	0	0	Sol	0.000281	Mex	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
277	0	0	0	0	0	BEA, BEC, BN, Iz, Me, Palm, Paz, TS	0.014065	lxc	R-W, W	F, G, T, Ti	<i>in situ</i>
278	0.0433	2.0372	0	0	0	Sol, TS	0.000179	lxc	R-W, W	P, Prp, T, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
279	0	0	0	0	0	Sol	0	TCV	W	F, P, Prp, T, Ti	<i>ex situ</i>
280	0	2.0015	0	0	0	Palm, Sol	0.000026	lxc	W	F, Prp, T, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
281	0	0	0	0	0	Palm, TS	0	lxc	W	F, P, T, Ti	<i>in situ</i>
282	0	0	0	0	0	SB	0	lxc	W		
283	0	0	0	0	0	CaMy	0	lxc	W		

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

284	0	0	CaMy	0	lxc	W			
285	0	0	BEA	0	lxc	W			
286	0	0	BEA, Me, Pal	0	lxc	W	F		<i>in situ</i>
763	-0.2066	0	Me, Sol	0.000179	lxc	W	P, T		<i>in situ</i>
287	0	0	Sol	0.000153	TCV	W	P, Prp		<i>ex situ</i>
288	0	0	CaCe	0	lxc	W			
213	0	0	Sol	0.000026	EAAA	W	P, Prp		<i>ex situ</i>
767	0	0	VR	0.000026	lxc	W	F		<i>in situ</i>
289	0.0053	0	Sol	0.000051	Mex	D	P, Prp		<i>ex situ</i>
290	0	0.0147	Sol	0	EAAA	D	P, Prp		<i>ex situ</i>
291	0	0	0.0095	Sol	0.000153	EAAA	W	P, Ti	<i>ex situ</i>
292	0	0	Me	0	lxc	W			
293	0	0	CaCe	0	lxc	W			
294	0.0222	-0.788	0	0.000026	lxc	R-W	F, G, T		<i>in situ</i>
295	0.0081	0	0	0.000128	Nat-EAAA	R-W	F, G, T, Ur		<i>ex situ</i>
296	0.0237	0.7706	0	0.000179	lxc	R-W	E, P, Prp, T		<i>in situ</i>
297	0.0053	0	0	0	EAAA	D	P, Prp		<i>ex situ</i>
298	0	0	0	0	lxc	W			
299	0	0	0	0.005276	lxc	R-W, W	F		<i>in situ</i>
300	0	0	0	0	EAAA	W	P, Prp		<i>ex situ</i>
301	0	0	0	0	lxc	W			
302	0	0	0	0.000026	TCV	W	P, Prp		<i>ex situ</i>
303	0	0	0	0	lxc	W	G		<i>in situ</i>
304	0	0	0	0.000920	lxc	W	F, G		<i>in situ</i>
84	0	0	0	0	lxc	W			
85	0	0	0	0.004331	lxc	W			
86	0	0	0	0	lxc	W	F		<i>in situ</i>
87	0	0	0	0.009661	lxc	R-W, W	F, G, T, Ur		<i>in situ</i>
88	0	0	0	0.004801	lxc	R-W, W	F, P, T, Ti		<i>ex situ, in situ</i>
89	0	0	0	0.011943	lxc	R-W, W	F		<i>in situ</i>
90	0	0	0	0	lxc	W	F, G		<i>in situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

91	0	0	0	0.003029	lxc	W	F		<i>in situ</i>
92	0	0	0	0	lxc	W	G, T		<i>in situ</i>
93	0	0	0	0	lxc	W	F		<i>in situ</i>
94	0	0	0	0.006536	lxc	R-W, W	G		<i>in situ</i>
97	0	0	0	0.002943	lxc	R-W, W	F		<i>in situ</i>
95	0	0	0	0.000026	TCV	W	P, Prp		<i>ex situ</i>
214	0	0	0	0.008509	lxc	W	T		<i>in situ</i>
98	0	0	0	0	lxc	R-W, W	G		<i>in situ</i>
99	0	0	0.0082	-0.2179	BG, Pal, Palm, Sol	0.000281	lxc	R-W, W	F, G, T
100	0	0	0	0	VR	0	lxc	W	F
101	0	0	0	0.001353	lxc	R-W, W	F, G, T, Ur		<i>in situ</i>
102	0	0	0	0.016081	lxc	W	F		<i>in situ</i>
103	0	0	0	0.015409	lxc	R-W, W	F, G, T		<i>in situ</i>
104	0	0	0	0	lxc	R-W, W	F		<i>in situ</i>
105	0	0	0	0.000077	EAAA	D	E, P, Prp, T, Ti		<i>ex situ</i>
106	0	0	0	0	lxc	W	F		<i>in situ</i>
107	0	0	0	0	lxc	W	G, P		<i>in situ</i>
109	0	0.1021	0	0.000230	EAAA	D	E, P, Prp, Ti		<i>ex situ</i>
110	-1.1696	0	0	0	lxc	W	F, G		<i>in situ</i>
111	0	0	0	0	lxc	W	F		<i>in situ</i>
112	0	0	0	0.042091	lxc	R-W, W	F		<i>in situ</i>
113	0	0	0	0.000102	Nat-Mex	W	E, P, Prp, T		<i>ex situ</i>
114	0	0	1.1027	0	0.000051	lxc	W	G, P, Prp, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
115	0	0	1.1017	0	0	lxc	W	G, P, Prp, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
116	0	0.0093	0	0	TCV	D	P, Prp		<i>ex situ</i>
117	0	0	0	0.006577	lxc	W			
118	0	0	0	0	lxc	R-W	F		<i>in situ</i>
119	0	0	0	0	lxc	W			
120	0	0	0	0	lxc	W	F		<i>in situ</i>
121	0	0	0	0	lxc	W	T		<i>in situ</i>
122	0	0	0	0	lxc	R-W	T		<i>in situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

123	0	0	0	BEA, Palm	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
108	0	0.0023	0	Sol	0.000128	EAAA	D	E, P, Prp, T	<i>ex situ</i>
124	0	0	0	Iz	0	lxc	R-W, W		
125	0	0	0	Paz	0	lxc	R-W, W	G	<i>in situ</i>
126	0	0	0	Me	0	lxc	W		
127	0	0	0	BEA, BN, Pal, Palm, Paz, Sol	0.002068	lxc	W	G, P, Prp	<i>ex situ, in situ</i>
128	0	0	0	Bal, BEA, BN, Iz, Me, Pal, Palm, Sol, TS	0.016987	lxc	R-W, W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
129	0	0	0	BEA, Palm	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
130	0	0	0	Sol	0.000026	Mex	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
132	0.0175	0	0	Sol	0.000026	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
131	0	0	0	Bal, Sol	0	Nat-EAAA	R-W	F	<i>ex situ</i>
133	0	0.0417	0	Pal, Sol	0.000102	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
134	0	0	0	Sol	0.000051	EAAA	D, R-W	E, P, Prp, T, Ti	<i>ex situ</i>
135	0	0	0	Iz	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
136	0	0	0	BEA, Pal	0	lxc	W	T, Ur	<i>in situ</i>
137	0	0	0	Iz	0	lxc	W		
138	0	0	0	Iz, Sol	0.000728	lxc	R-W, W	G	<i>in situ</i>
139	0	0	0	Iz	0.001532	lxc	W	F	<i>in situ</i>
150	0	0	-1.4144	VR	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
140	0	0	0	Sol	0.000026	lxc	R-W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
141	0	0	0	-1.7316 CaCe, SB	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
142	0	0	0	Iz	0	lxc	W		
143	0	0	0	BEA, BEC, BN, Me, Palm, Paz, TS	0.017574	lxc	W	F, T, Ur	<i>in situ</i>
144	0	0	0	Me	0.001615	lxc	W	F	<i>in situ</i>
145	0	0	0	Iz	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
146	0	0	0	Iz	0	lxc	W		
147	0	0	0	Bal, BG, Iz, Paz	0.002255	lxc	W	G	<i>in situ</i>
148	0	0	0	BEA	0	lxc	W	F, G	<i>ex situ</i>
151	0.0784	2.8958	0	BEA, BN, Me, Palm, Paz, Sol, TS	0.011119	lxc	R-W, W	G, P, Prp, T, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
153	0	0	0	Sol	0	TCV	W	P, Ti	<i>ex situ</i>
152	0.1613	3.3603	0	Me, Sol	0.000625	lxc	W	E, G, P, Prp, T, Ti	<i>ex situ, in situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

154	0	0	0	BEA, BEC	0.002022	lxc	W				
155	0	0	0	BEA, Iz	0.001101	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>		
156	0	0	0	BEA	0	lxc	W				
157	0	0	0	BEA	0	lxc	W				
189	0	0	0	BEA	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>		
158	0	0	0	Me, Palm, Sol, TS	0.003088	lxc	R-W, W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>		
149	0	0	0	Me, Sol	0.000051	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>		
159	0	0	0	Palm, Sol, TS	0.015309	lxc	W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>		
160	0	0	0	BEA, BN	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>		
161	0	0	0	BEA	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>		
162	0	0	0	Sol	0.000102	Nat-EAAA	R-W	G, T, Ur	<i>ex situ</i>		
168	0	0	-1.1394	Iz, Pal, Palm	0	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>		
163	0	0	-1.1086	BN, Iz, Me, Palm, TS	0.005100	lxc	R-W, W	F, T, Ur	<i>in situ</i>		
164	0	0	0	Paz	0.000463	lxc	W				
165	0	0	0	BEA, BN	0.002541	lxc	W				
166	0	0	0	BN, Pal, Sol, TS	0	lxc	W	F, G, T	<i>in situ</i>		
167	0	0	0	BEA, Pal	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>		
169	0	0	-1.4144	Me	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>		
170	0	0	0	Pal	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>		
96	0	0	0	Sol	0.000205	AC	R-W, W	E, P, Prp, T, Ti	<i>ex situ</i>		
171	0	0.3832	0	Sol, TS	0.000307	TCV	D	E, P, Prp, T, Ti	<i>ex situ</i>		
172	0.0053	-0.8056	0.0069	-0.4661	0	BEA, Paz	0.003298	lxc	W	G	<i>in situ</i>
173	0	0.0069	0.6516	0	Sol	0.000128	lxc	R-W, W	E, F, P, Prp, T	<i>in situ</i>	
174	0	0	0	Sol	0.000230	EAAA	W	E, P, Prp, Ti	<i>ex situ</i>		
175	0.0033	0	0	Sol	0.000077	Nat-EAAA	R-W	G, T, Ur	<i>ex situ</i>		
176	0	0	0	Sol	0.000281	TCV	W	E, F, P, Prp	<i>ex situ</i>		
177	0	0	0.0026	-1.1591	BEA, Iz, Me, Sol, TS	0.001488	lxc	R-W, W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>	
178	0	0	0	BN	0	lxc	R-W, W	G	<i>in situ</i>		
179	0	0	0.0029	-1.668	BEA	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>	
180	0	0	0	Iz	0	lxc	W				
181	0	0	0	Bal	0	lxc	R-W, W	F	<i>in situ</i>		

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

182	0	-0.4176	0	-0.4375	0	BEA, BEC, BG, Iz, Me, Pal, Sol, TS	0	lxc	R-W, W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
183	0	0	0	0	0	BG, Iz, Me, Pal, Palm, TS	0	lxc	R-W, W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
184	0	0	0	0	0	Iz	0	lxc	R-W, W	F	<i>in situ</i>
185	0	0	0	0	0	Iz, SB	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
186	0	0	0	0	0	Sol	0.000026	Mex	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
187	0	0	-0.6963	0	0	BEA, BN, Iz, Me, Palm, TS	0.009492	lxc	R-W, W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
188	0	0	0	0	0	BEA, BEM	0	lxc	W		
191	0	0	0	0	0	Me	0	lxc	W		
192	0	0	0	0	0	BEM	0	lxc	W		
193	0	0	0	0	0	BG	0	lxc	W		
194	0	0	-1.6375	0	0	SB	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
195	0	0	0	0	0	BEA	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
196	0	0	0	0	0	BG, VR	0	lxc	W		
197	0	0	0	0	0	CaCe	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
198	0	0	0	0	0	VR	0	lxc	W		
199	0	0	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		
200	0	0	0	0	0	SB	0	lxc	W		
201	0	0	0	0	0	BEA	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
202	0	0	0	0	0	SB	0	lxc	W		
203	0	0	0	0	0	Paz	0	lxc	W		
204	0	0	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		
205	0	0	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		
206	0	0	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		
207	0	0	0	0	0	SB	0	lxc	W		
208	0	0	0	0	0	Me	0	lxc	W		
209	0	0	0	0	0	Pal, Sol, VR	0.000026	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>
210	0	0	0	0	0	BEA	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
211	0	0	0	0	0	CaCe	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
305	0	0	0	0	0	BEA, BN, Sol, TS	0.000758	lxc	R-W	Ur	<i>in situ</i>
306	0	0	0	0	0	Sol	0	lxc	R-W	Ur	<i>in situ</i>
307	0	0	0	0	0	BEA, BEC, BN, Me, Palm	0.018603	lxc	W	G	<i>in situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

309	0.0042	-1.1374	0	0	0	CaMy, Me	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
310	0	0	0	0	0	BEA, Iz, Paz	0	lxc	R-W, W		
311	0	0	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		
308	0.0042	-1.1374	0	0	0	Me	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
312	0	0	0	0	0	BEA, Me, Paz, Sol, TS	0.000026	lxc	R-W	G, T, Ur	<i>in situ</i>
313	0	0	0	0	0	CaCe	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
314	0	0	0	0	0	Sol	0.000051	TCV	W	Prp	<i>ex situ</i>
315	0	0	0	0	0	Sol	0.000026	EAAA	W	P, Prp	<i>ex situ</i>
316	0	0	0	0	0	Sol	0.000051	EAAA	W	P, Prp, T	<i>ex situ</i>
317	0	0	0	0	0	MR, Sol	0.000077	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
318	0	0	0	0	0	BEA, Me, Iz, Palm, Sol	0.000823	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
319	0	0	0	0	0	Sol	0.000026	TCV	W	P, Prp	<i>ex situ</i>
320	0	0	0	0	0	NE, Sol	0.000026	lxc	W	P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
321	0	0	0	0	0	Sol, VN	0	lxc	W	P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
322	0	0	0	0	0	Sol	0.000026	EAAA	W	P, Prp	<i>ex situ</i>
323	0	0	0	0	0	Sol	0.000179	EAAA	W	P, Prp	<i>ex situ</i>
324	0	0	0	0	0	Sol	0.000077	TCV	W	P, Prp	<i>ex situ</i>
325	0	0.0069	1.3626	0	0	NE, Sol	0.000128	lxc	W	P, Prp, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
326	0	0	0	0	0	MR	0	lxc	W		
327	0	0	0	0	0	BEA, BN, Me, Palm, Sol	0.000026	lxc	W	F, P, Prp, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
328	0	0	0	0	0	Me	0	lxc	W		
329	0	0	0	0	0	Sol	0.000026	Mex	W	P, Prp	<i>ex situ</i>
330	0	0	0	0	0	Sol	0.000051	Mex	W	P, Prp	<i>ex situ</i>
331	0	0	0	0	0	MR, Me	0	lxc	W		
332	0	0	0	0	0	Me, MR, Sol	0.000026	lxc	W	F, P, Prp, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
336	0	0	0	0	0	Sol	0	EAAA	D	P, T	<i>ex situ</i>
333	0	0	0	0	0	Sol	0.000256	Mex	D	E, P, Prp, Ti	<i>ex situ</i>
334	0	0	0	0	0	Bal, Pal, Sol	0.000026	lxc	W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
335	0.0411	0	0	0	0	Sol, TS	0.000256	TCV	D	E, P, Prp, Ti	<i>ex situ</i>
337	0	0	0	0	0	Me, TS	0	lxc	R-W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
338	0	0	0	0	0	Sol, TS	0	lxc	W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental; distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV)); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

339	0.0128	0	0		Sol	0.000179	TCV	D	P, Prp	ex situ	
340	0	0	0		Sol, TS	0.003422	lxc	R-W	F, G, T, Ur	in situ	
342	0	0	0		Sol	0.000102	EAAA	W	P, Ti	ex situ	
341	0	0	0		Sol	0.000026	TCV	W	P, Ti	ex situ	
343	0	0	2.7845	0.14	2.9782	BEA, BEC, BG, BN, Iz, Me, Pal, Palm, Sol, TS	0.085151	lxc	W	F, G, P, T, Ti	in situ
344	0	0	2.3325	0		BG, Pal, Palm, Sol	0.018054	lxc	W	G, P, Prp, T, Ti	ex situ, in situ
345	0	0	0	0		Sol	0.000026	AC	W	P, Ti	ex situ
347	0	0	0	0		Me, Palm, Paz, TS	0.009787	lxc	R-W, W	F, T, Ur	in situ
348	0	0	0	0		Me	0	lxc	W	F, G	in situ
349	0	0	0	0		Paz	0.000846	lxc	W	F	in situ
351	0	0	0	0		Iz	0	lxc	W		
352	0	0	0	0		VR	0	lxc	W	G	in situ
353	0	0	0	0		VR	0	lxc	W	G	in situ
346	0	0	0	0		Me, Palm, Paz, TS	0.015465	lxc	W	F, T, Ur	in situ
354	0	0	0	0		BG, Pal	0	lxc	W	F	in situ
350	0	0	0	0		Paz	0	lxc	W	F	in situ
355	0	0	0	0		Paz	0	lxc	W	F	in situ
356	0	-1.1696	0	0		VR	0	lxc	W	F, G	in situ
357	0	0	0	0		Bg	0	lxc	W		
358	0	0	-0.4749	0.12	-0.2619	BEA, BEC, BEM, BN, Me, TS	0.008534	lxc	W	G, T	in situ
359	0	0	0.025	-0.6676	BEA, BEC, BEM, BN, Me, Palm, TS	0.010056	lxc	W	G, T	in situ	
360	0	0	0	0		BEA, Iz, Pal	0.001362	lxc	W	T, Ur	in situ
361	0	0	0	0		CaCe	0	lxc	W		
362	0	0	0	0		Iz, Palm	0.002686	lxc	W	G	in situ
363	0	0	0	0		Iz	0	lxc	W		
364	0	0	0	0		VR	0	lxc	W		
365	0	0	0	0		CaCe	0	lxc	W	F	in situ
366	0	0	0	0		CaCe	0	lxc	W		
367	0	0	0	0		CaCe	0	lxc	W		
368	0	0	0	0		Sol	0.000051	TCV	W	P, Prp	ex situ
369	0	0	0	0		BEA, BEC, BN, Iz, Me, Palm, Paz, TS	0.019153	lxc	W	F, T, Ur	in situ

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index[™] and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental; distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV)); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

370	0	0	0		BEA, Sol	0.000026	lxc	W	G, T, Ur	in situ	
371	0	0	0	0	BEA, BEC, BG, Iz, Palm, Sol, TS	0.010247	lxc	W	G, T, Ur	in situ	
372	0	0	0	0	Sol	0	EAAA	W	P, Ti	ex situ	
373	0	-1.2217	0	0	Palm	0	lxc	W	G	in situ	
374	0	0.0444	0	0	Sol	0.000205	Mex	D	P, Prp	ex situ	
375	0	0	0	0	CaCe, Me	0	lxc	W			
376	0	0	0	0	VR	0	lxc	W			
377	0	0	0	0	BEA, Iz	0.002724	lxc	W			
378	0	0	0	0	BN, Me	0.001886	lxc	W			
379	0	0	0	0	CaCe	0	lxc	W	F, G	in situ	
380	0	0	0	0	Bal, Sol	0.000205	Nat-EAAA	R-W	E, G, P, T, Ur	ex situ	
381	0	0	0	0	BEA, BN	0.000305	lxc	W	F	in situ	
382	0	0	0	0	BEA, BEC	0.001155	lxc	W			
383	0	0	0	0	Iz	0	lxc	W			
384	0	0	2.1047	0.2789	2.3609	BEM	0	lxc	W	F, G, P, Ti	ex situ, in situ
385	0	0	0.4695	0.1446	0.4208	BEA, BEM, BN, TS	0.018170	lxc	W	F, G, T	in situ
386	0	0	0.2552	0.2789	0.2097	BEM	0	lxc	W	F, G, P	in situ
393	0	0	0	0.0099	-0.3662	BEA, Palm, TS	0	lxc	W	F, G, P, T	in situ
387	0	0	0	0.0155	-0.632	Me, Palm	0	lxc	W	F, G	in situ
388	0	0	3.5799	0.7699	3.806	BEA, BEC, Pal, Sol	0.003111	lxc	W	F, G, P, Prp, T	ex situ, in situ
389	0	0	5.4336	0.7699	5.5501	BEA, Me, Palm, TS	0.048434	lxc	W	F, G, P, Prp, T, Ti	ex situ, in situ
390	0	0	0.0928	0.1446	0.1359	BEM	0	lxc	W	F, G, P	in situ
391	0	0	-0.5067	0	-0.8204	BG, Pal	0	lxc	W	F, G, P	in situ
392	0	0	0.9619	0.2136	0.9509	BEA, BEC, TS	0.024545	lxc	W	F, G, P, T	in situ
395	0	0	0	0.0222	-0.8145	Me, TS	0.010266	lxc	W	F, G, T	in situ
396	0	0	0	0	Pal, Palm	0	lxc	W	T	in situ	
397	0	0	0	0	Sol	0.000026	EAAA	D	P, Prp	ex situ	
398	0	0.0386	0	0	Sol	0.000384	EAAA	D	P, Prp	ex situ	
399	0	0	0	0	Sol	0	lxc	W	T	in situ	
400	0	0.0093	0	0	Sol	0	EAAA	D	P, Ti	ex situ	
404	0	0	0	0	BEA, BEC	0.001991	lxc	W	F, G	in situ	

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

405	0	0.1512	0		Sol	0.000179	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
406	0	0	0		Pal, Sol	0.000128	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
407	0	0	0		Sol	0	AC	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
408	0	0	0		BEA, lz	0.004148	lxc	W	F	<i>in situ</i>
409	0	0	0		Me	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
410	0	0	0		lz	0	lxc	W		
669	0	0	0.0036	-1.1501	BEA, BEC, BN, Me, Palm, TS	0.008338	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>
411	0	0	0		Sol	0.000026	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
412	0	0	0		Me, Palm	0.002292	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
413	0	0.9569	0		BEA, Me, Pal, Sol, VR	0.000350	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
414	0	0	0		BEA	0	lxc	W		
415	0	0	0		Sol	0	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>
416	0	0	0		Sol	0.000026	Nat-EAAA	R-W	E, P, T, Ur	<i>ex situ</i>
417	0	0	0		Bal, Pal, Sol	0.000205	Nat-EAAA	R-W	G, T, Ur	<i>ex situ</i>
418	0.0263	0	0		Sol	0.000358	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
419	0	0	0		Sol	0.000077	EAAA	D	P, Prp, Ti	<i>ex situ</i>
420	0.0183	0	0		Sol	0.000307	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
421	0	0	0		Sol	0.000026	EAAA	W	P, Prp	<i>ex situ</i>
422	0	0	0		Sol	0.000026	EAAA	W	P, Prp	<i>ex situ</i>
424	0	0	0		BEA, lz, Me, Palm	0.004494	lxc	W	F	<i>in situ</i>
425	0	0	0		Me	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
423	0	0	0		lz, Palm	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
426	0	0	0		Palm	0	lxc	W		
427	0	0	0		BEA	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
428	0	0	0		Me, TS	0	lxc	W	T, Ur	<i>in situ</i>
429	0	0.0159	-1.0238	0	BEA, BEC, BN, lz	0.006393	lxc	W	G	<i>in situ</i>
430	0	0	0		BEA, BEM	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
431	0	0	0		lz, Me	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
432	0	0	0		Bal, Sol, TS	0.000179	lxc	W	G, T, Ur	<i>in situ</i>
433	0	0	0		BG, BN	0.001376	lxc	W		
434	0	0	0		Sol	0	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

435	0	0	0		BEA	0	lxc	W		
436	0	0	0		Paz	0	lxc	W		
437	0	0	0		BEA	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
438	0	0	0		Me	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
439	0	0	0		VR	0	lxc	W		
440	0.0263	-0.2314	0	-0.5565	BEA	0	lxc	W	G, Prp	<i>in situ</i>
441	0.0068	0	0		Pal, Sol, TS	0.000281	TCV	D	P, Prp, T, Ti	<i>ex situ</i>
442	0	0	0		CaCe	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
443	0	0	0.0151	-1.4002	NE, TS	0.000647	lxc	W	F, G, T	<i>in situ</i>
444	0	0	0.0151	-1.164	BEA, BEC, lz, SB, TS	0.014436	lxc	W	F, G, T	<i>in situ</i>
445	0	0	0.0151	-1.2108	Bal, Sol	0	lxc	W	F, G, T	<i>in situ</i>
446	0	0	0		BEA	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
447	0	0	0		BEA, Pal	0	lxc	W	T	<i>in situ</i>
448	0	-1.3613	0	0	BEA, BEC, BG, BN, Me	0.005148	lxc	W	F	<i>in situ</i>
449	0	0	0		Me	0	lxc	W		
450	0	0	0		CaMy	0	lxc	W		
451	0	0	0		BEA, lz	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
452	0	0	0		BN	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
453	0	0	0		Paz	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
454	0	0	0		BEA, BEC, Me	0.010922	lxc	W	F	<i>in situ</i>
455	0	0	0		BN, Palm	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
456	0	0	0		VR	0	lxc	W		
457	0	0	0		Me	0	lxc	W		
458	0	0	0		BG, lz, Me, TS	0	lxc	W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
459	0	0	0		VR	0	lxc	W		
460	0	0	0		BN, lz, Palm	0.002394	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
461	0	0	0		lz	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
462	0	-1.382	0	0	Me	0.000310	lxc	W	G	<i>in situ</i>
463	0	0	0		BN, VR	0	lxc	W		
465	0	-1.3855	0	0	Palm	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
464	0	-1.1696	0	0	lz	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index⁷ and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

466	0	0	0	BEA, BG, BN, Me, Palm, Paz, TS	0.014139	lxc	W	F, T, Ur	<i>in situ</i>
467	0	0	0	BEA, Iz, Me	0.000993	lxc	W	F	<i>in situ</i>
468	0	0	0	Me	0	lxc	R-W, W	F, G	<i>in situ</i>
469	0.0015	0	0	Sol	0.000026	Mex	W	F, P, Prp	<i>ex situ</i>
470	0	0	0.0155	-0.3836 BG, Iz, Me, Palm, Sol	0.001263	lxc	R-W, W	F, G, T	<i>in situ</i>
472	0	0	0	Iz, Me	0.000616	lxc	R-W, W	F	<i>in situ</i>
473	0	0	0	Iz	0	lxc	R-W, W		
471	0	0	0	BEA, BEC, BG, BN, Me, Palm	0.009509	lxc	R-W, W	F	<i>in situ</i>
474	0.0066	0	0	Sol	0.000026	EAAA	D	P, T	<i>ex situ</i>
475	0.0716	0	0.0134	AA, Sol	0.000409	TCV	D	G, P, Prp, T, Ti	<i>ex situ</i>
476	0	0	0	Sol	0.000205	TCV	D	P, Prp, T, Ti	<i>ex situ</i>
478	0	0	-1.6375	0	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
477	0	-1.3842	0	0	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
479	0	0	0	BG, Palm, Paz	0.000841	lxc	W	F	<i>in situ</i>
480	0	0	0	BEA, BN, Palm, Paz	0.000846	lxc	W	F	<i>in situ</i>
481	0	0	0	Sol	0	Nat-EAAA	R-W	F	<i>ex situ</i>
482	0	0	0	Sol	0	EAAA	W	F	<i>ex situ</i>
483	0	0	0	Sol	0	Nat-EAAA	W	F	<i>ex situ</i>
484	0	0	0	Palm, TS	0	lxc	W	T	<i>in situ</i>
485	0	0	0	Sol	0	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>
486	0	0	0	Palm, TS	0	lxc	W	T, Ur	<i>in situ</i>
487	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		
488	0	0	0	Sol	0.000051	TCV	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
489	0.0543	0	0	Sol, TS	0.000230	TCV	D	P, Prp, T	<i>ex situ</i>
490	0	0	0	BEA	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
491	0	0	0	Palm, TS	0	lxc	W	T, Ur	<i>in situ</i>
492	0	-1.1696	0	0	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
493	0	0	0	BEA	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
494	0	0	0	SB	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
495	0.0219	0	0	Sol	0	EAAA	D	P, T	<i>ex situ</i>
496	0.0016	-0.6126	0	-1.016 Pal, SB, Sol	0.000051	lxc	W	F, G, T	<i>in situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index⁷ and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

497	0	0	0	BEA, Iz	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
498	0	0	0	BN, Palm	0.000623	lxc	W	F	<i>in situ</i>
499	0	0	-1.1062	0	0.001468	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
500	0	0	0	BEA, Iz, Sol	0.000026	lxc	R-W, W	F, T	<i>in situ</i>
501	0	0	0	BEA, Me	0.000420	lxc	W		
502	0	0	0	BEA	0	Nat-Uk	W	F, G	<i>ex situ</i>
503	0.0243	0	0	Sol, TS	0	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
504	0	0	0	Paz	0.000463	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
505	0	0	0.0026	-1.0672 BEA, BEM, Iz	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
506	0	0	0	SB	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
507	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		
508	0	0	0	Me	0	lxc	W		
509	0	0	0	Me	0	lxc	W		
510	0	0	0	BEA	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
511	0	0	0	Sol	0	lxc	W	Ti	<i>ex situ, in situ</i>
512	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		
513	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		
514	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		
515	0	0	0	CaMy	0	lxc	W		
516	0	0	0	SB	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
517	0	0	0	BG, Me, Palm	0.001489	lxc	W		
518	0	0	0	Me	0	lxc	W		
519	0	0	0	Palm, TS	0	lxc	W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
520	0	0	0	Bal, BEA, BG	0	lxc	W	G, T, Ur	<i>in situ</i>
521	0	0	0	CaMy, Sol, TS	0	lxc	W	Ur	<i>in situ</i>
522	0	0	-0.8814	0	0.000112	lxc	W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
523	0	0	-1.4276	0	0.010633	lxc	W	G	<i>in situ</i>
524	0	0	-1.563	0	0.003757	lxc	W	G	<i>in situ</i>
670	0.0129	0	0	BEA, BN, Palm, Sol	0.000307	EAAA	D	E, P, Prp, T, Ti	<i>ex situ</i>
525	0	-1.0654	0	0	0	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>
526	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

527	0	0	0	SB	0	lxc	W			
528	0	0	-1.3063	BEA, BEC, Iz, Me, Palm	0.002876	lxc	W	F, G		<i>in situ</i>
529	0	0	0	Iz	0	lxc	W	G		<i>in situ</i>
530	0	0	0	CaCe	0	lxc	W			
531	0	-0.6124	0	Me, Palm, TS	0.001293	lxc	W	F, G, T		<i>in situ</i>
532	0	0	0	Sol	0.000128	EAAA	D	P, Prp		<i>ex situ</i>
533	0.0117	-0.4905	0	Bal, BEA, Pal, Sol, TS	0.000026	lxc	R-W	F, G, T, Ur		<i>in situ</i>
534	0	0	0	Sol	0	TCV	D	P, Prp		<i>ex situ</i>
755	0	0	0	Me	0	lxc	W			
535	0	0	0	Sol	0.000026	EAAA	D	P, Ti		<i>ex situ</i>
536	0	0	0	Sol	0	EAAA	W	P, Ti		<i>ex situ</i>
537	0	0	0	Bal, Sol, TS	0.000205	Nat-EAAA	R-W	F, G, T, Ur		<i>ex situ</i>
538	0	0	0	Sol	0.000051	EAAA	W	P, Prp, Ti		<i>ex situ</i>
539	0	0	0	Bal, Sol	0	lxc	W	F		<i>in situ</i>
540	0.0038	-1.148	0	Bal, Palm, Sol, TS	0.000026	lxc	W	G, T		<i>in situ</i>
541	0	0	0	Sol	0.000077	Mex	W	P, Ti		<i>ex situ</i>
542	0	0	0	Sol	0.000026	EAAA	W	P, Ti		<i>ex situ</i>
543	0	0	0.501	BEA, BM, Sol	0	lxc	W	G, P, Ti		<i>ex situ, in situ</i>
544	0	0	0	Sol	0	EAAA	W	P, Ti		<i>ex situ</i>
545	0.0219	0	0	Sol	0.000179	EAAA	D	P, Prp, Ti		<i>ex situ</i>
546	0	-0.8491	0	Sol	0.000026	lxc	W	G, T		<i>in situ</i>
547	0	0	0	Sol	0.000077	EAAA	W	P, Ti		<i>ex situ</i>
548	0	0	0	BG	0.001066	lxc	W			
549	0.0096	0.3611	0	0.0161 0.4875 AA, Sol	0.000384	lxc	W	P, T		<i>in situ</i>
550	0.0132	0	0	Sol	0.000051	EAAA	D	P, Ti		<i>ex situ</i>
551	0	0	0	Pal	0	EAAA	W	Ti		<i>ex situ</i>
552	0.0263	0	0	BG	0	Mex	D	T		<i>ex situ</i>
556	0	0	0	Bal, BEA, Me, Pal, Palm, Sol, TS	0.000241	lxc	R-W, W	F, G, T, Ur		<i>in situ</i>
557	0	0.0025	0	Sol	0.000077	AC	D	P, Prp, Ti		<i>ex situ</i>
558	0	0	0	Bal, BG, Sol	0.000128	lxc	R-W	F, G, T, Ur		<i>in situ</i>
559	0	0	0	-1.218 BG, Me, TS	0.001730	lxc	W	F, G, T		<i>in situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

560	0	0	0.0137	-1.0373 BEM, Me	0	lxc	W	F, G		<i>in situ</i>
561	0	0	0	BEA	0	lxc	W	G		<i>in situ</i>
562	0	0	0	Sol	0.000077	EAAA	W	P, Ti		<i>ex situ</i>
563	0	0	0	BEA	0	lxc	W			
564	0	0	0	Bal, Sol	0.000026	lxc	W	F, G, T, Ur		<i>in situ</i>
565	0	0	0	Bal, Sol, TS	0.006657	lxc	R-W	G, T, Ur		<i>in situ</i>
566	0	0	0	Bal, BEA, Me, Sol	0.000051	lxc	R-W, W	G, T, Ur		<i>in situ</i>
567	0	0	0	Bal, Sol	0.000051	lxc	R-W, W	G, T, Ur		<i>in situ</i>
568	0	0	0.5508	CaMy	0	lxc	W	G, P, Ti		<i>ex situ, in situ</i>
569	0	0	0	Iz	0	lxc	W			
571	0	0	0	Me	0	lxc	W	F, P		<i>in situ</i>
572	0	0	-1.1913	BEA, Iz, Palm	0	lxc	W	G		<i>in situ</i>
574	0	0	0.4864	Me, Sol	0	lxc	W	G, P, Ti		<i>ex situ, in situ</i>
575	0	0	0	BEA, Pal	0	lxc	W	G, P, Ti		<i>ex situ, in situ</i>
576	0	0	0	BEA	0	lxc	W	Ti		<i>in situ</i>
577	0	0	1.1964	BEA, BEM, Pal, Sol	0.000051	lxc	W	G, P, Ti		<i>ex situ, in situ</i>
584	0	0.0333	2.2487	BEA, Pal, Sol	0.000205	lxc	W	G, P, Prp, Ti		<i>ex situ, in situ</i>
578	0	0	0	Me	0	lxc	W	F, P		<i>in situ</i>
573	0	0	0	BEA	0	lxc	W	P, Ti		<i>ex situ, in situ</i>
579	0	0.0524	1.2962	Pal, Sol, TS	0.000281	lxc	W	P, Prp, Ti		<i>ex situ</i>
580	0	0.0439	1.2722	AA, Pal, Sol	0.000153	lxc	W	P, Prp, Ti		<i>ex situ</i>
581	0	0	0	BEA	0	lxc	W			
582	0	0	0	BEA	0	lxc	W	Ti		<i>in situ</i>
570	0	0	0	BEA, Iz	0	lxc	W			
583	0	0	0	BEA, Pal	0	lxc	W	P, Ti		<i>ex situ, in situ</i>
585	0	0	0	BEA	0	lxc	W	Ti		<i>in situ</i>
586	0	0.0046	1.2724	BEA, BEM, Pal, Sol	0.000026	lxc	W	G, P, Ti		<i>ex situ, in situ</i>
587	0	0	-1.6375	Iz	0	lxc	W	G		<i>in situ</i>
588	0	0	0	BEA, Me, Pal	0	lxc	W	P, Ti		<i>ex situ, in situ</i>
589	0	0	0	BEA, Me, Pal	0	lxc	W	P, Ti		<i>ex situ, in situ</i>
590	0	0	0	NE, Sol	0.000026	lxc	W	P, Ti		<i>ex situ, in situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

719	0	0	0	Iz	0	lxc	W			
720	0	0	-1.0665	0	BEA, BN, Me, Palm	0.003728	lxc	R-W, W	F, G	<i>in situ</i>
591	0	0	0	0	BEA, Pal	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
722	0	0.0389	-1.1735	0	BEA, BEC, BEM, Me	0	lxc	R-W, W	G	<i>in situ</i>
723	0	0	-1.4246	0	Iz, Pal, Palm	0.000396	lxc	R-W, W	G, T	<i>in situ</i>
594	0	0	0	0	Bal, Sol	0	lxc	R-W	T	<i>in situ</i>
592	0	-0.0837	0	0	Iz, Me, Sol, TS	0.038091	lxc	W	F, P, T	<i>in situ</i>
593	0.0066	1.1688	0	0	Iz, Sol	0.000026	lxc	W	F, G, P, Prp	<i>ex situ, in situ</i>
595	0	-0.7869	0	0	BEA, BEC, BN, Me	0.026267	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
596	0	0	-0.909	0	Bal, Pal, Sol, TS	0.001314	lxc	R-W	G, T, Ur	<i>in situ</i>
597	0	-0.7604	0	0	Sol	0	lxc	W	G, P, T	<i>in situ</i>
598	0	0	0	0	Sol	0	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>
761	0	1.1156	0	0	CaCe, SB, Sol	0	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
721	0	0	0	0	Iz	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
599	0	0	0	0	Iz	0	lxc	R-W	G	<i>in situ</i>
600	0	0	0	0	Palm, Sol	0.000205	Mex	W	P, Ti	<i>ex situ</i>
601	0.0697	1.3422	0	0	BEM	0	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
602	0	0	0	0	BEA	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
603	0.0103	0	0	0	Pal, Sol	0.000102	Mex	W	P, Prp, Ti	<i>ex situ</i>
717	0	0	0	0	Sol	0.000051	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
718	0.0096	-0.9247	0	0	Paz, VR	0.000458	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
724	0	0	0	0	Sol	0.000077	lxc	R-W, W	T	<i>in situ</i>
725	0	0	-1.4068	0	BEA, Palm	0.000385	lxc	R-W, W	G	<i>in situ</i>
726	0	0	0	0	BEA	0	lxc	R-W, W	F	<i>in situ</i>
604	0	0	0	0	BG, VR	0	Nat-EAAA	W		
727	0	0	0	0	BEA, BG, BN, Me	0.003738	lxc	R-W, W	G	<i>in situ</i>
728	0	0	0	0	Sol	0	EAAA	W	P, Prp	<i>ex situ</i>
729	0	0	0	0	BEA	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
605	0	0	0	0	BG, Pal	0	lxc	R-W	T, Ur	<i>in situ</i>
606	0	0	0	0	Bal	0	lxc	W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
607	0	0	0	0	BN, Iz, Me	0.001851	Nat-EAAA	W	F, G	<i>ex situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index² and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

608	0	0	0	0	BEA	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
609	0	0	0	0	BEA, BEC, BN, Me, Palm, Paz, TS	0.059386	lxc	W	F, T, Ur	<i>in situ</i>
610	0	0	0	0	BG, Pal, Sol, VR	0.001636	Nat-EAAA	W	F, P, Prp	<i>ex situ</i>
611	0	0	0	0	Bal, Sol, TS	0	Nat-EAAA	D	F, P, Prp, T, Ur	<i>ex situ</i>
612	0	0	0	0	Bal, Iz, Sol	0	lxc	W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
614	0	0	0	0	Bal	0	lxc	W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
615	0	0	0	0	Bal	0	lxc	W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
613	0	0	0	0	Paz	0.004938	lxc	W	F	<i>in situ</i>
616	0	0	0	0	Sol	0.000051	EAAA	W	P, Prp	<i>ex situ</i>
617	0	0	0	0	Bal	0	Nat-EAAA	R-W	F	<i>ex situ</i>
618	0	0	0	0	Paz	0.000709	Nat-EAAA	R-W	F	<i>ex situ</i>
620	0	0	0	0	Paz, TS	0.005333	lxc	W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
621	0	0	0	0	Bal	0	lxc	W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
619	0	0	0	0	Bal	0	lxc	W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
622	0	0	0	0	Iz	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
623	0	0	0	0	Iz	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
624	0	0	0	0	BN, Palm, Paz	0.002708	lxc	W	F	<i>in situ</i>
625	0	0	0	0	Sol, TS	0.000026	EAAA	D	P, Prp, T	<i>ex situ</i>
626	0	0	0	0	Me	0	lxc	W		
627	0	0	0	0	Paz	0.003002	lxc	W	F	<i>in situ</i>
628	0	0	0	0	Iz	0.001189	lxc	W	G	<i>in situ</i>
629	0	0	0	0	BEA, BG	0.003568	lxc	W	G	<i>in situ</i>
630	0	0	0	0	Iz	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
631	0	0	0	0	Sol	0.000026	EAAA	D	E, P	<i>ex situ</i>
632	0	0	0	0	Iz	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
638	0	0	0	0	Paz	0	Nat-EAAA	R-W	F	<i>ex situ</i>
633	0	0	0	0	Sol	0.000026	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
634	0	0	0	0	BEA, BG, Me, Paz	0.003708	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
635	0	0	0	0	Iz, Palm, Paz	0.002422	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
636	0	0	0	0	Me	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
637	0.0344	0	0	0	Sol, TS	0	EAAA	D	P, Prp	<i>ex situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index²⁷ and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

639	0.0376	0	0	Sol, TS	0.000230	Mex	D	F, P, Prp, T	<i>ex situ</i>
640	0	0	0	Paz	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
641	0	0	0	Paz	0.003967	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
642	0	0	0	BEA, BEC	0.008764	lxc	W	F	<i>in situ</i>
643	0	0	0	Iz	0.020134	lxc	W	F	<i>in situ</i>
644	0	0	0	Iz	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
645	0	0	0	Iz	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
646	0	0	0	Iz	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
647	0	0	0	Iz	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
648	0	0	0	BEA	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
649	0	0	0	Bal, Sol	0	lxc	W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
650	0	0	0	BEA, BN, CaCe, Me, Pal, Palm	0.011792	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
651	0	0	0	BEA, BEC, Iz	0.008358	lxc	W		
652	0	0	0	BN, Iz	0.007838	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
653	0	0	0	Bal, Sol	0	Nat-EAAA	W	T	<i>ex situ</i>
654	0	0	0	BEA, BEM	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
655	0	0	0	BEM	0	lxc	W		
656	0	0	0	BEA, BEM	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>
658	0	0	0	Iz	0.001316	lxc	W		
657	0	0	0	Me	0.000872	lxc	W		
660	0	0	0	BG	0.003064	Nat-Uk	W	F	<i>ex situ</i>
661	0.0066	0	0	Bal, BN, Iz, Palm, Sol, TS	0.002474	Nat-EAAA	R-W	G, T	<i>ex situ</i>
759	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		
662	0	0	0	Sol	0.000051	EAAA	W	P, Ti	<i>ex situ</i>
663	0	0	0	Me	0	lxc	W		
664	0	0	0	BG, VR	0.004886	lxc	W	G	<i>in situ</i>
665	0	0	0	BEA	0	lxc	W		
666	0	0	0	Iz, Me	0	lxc	W		
667	0	0	0	VR	0	lxc	W		
668	0	0	0	Iz	0	lxc	W		
671	0	0	0	BEA, BEM, BG, Pal, VR	0	lxc	W	F	<i>in situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index²⁷ and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

672	0	0	0	Me, Paz	0	lxc	W		
673	0	0	0	Sol	0	EAAA	W	E, P, Prp	<i>ex situ</i>
674	0	0	-1.5677	BEA	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
675	0	0	0	Iz	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
676	0	-0.8476	0	Pal, Sol	0.000128	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>
677	0	0	0	CaCe	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
679	0	0	0	Me	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
680	0.0108	-0.4619	0	Paz, TS	0	lxc	D	G, Prp, T	<i>in situ</i>
681	0.0082	0	0	Sol	0.000205	EAAA	D	E, P, Prp, Ti	<i>ex situ</i>
682	0	0.0147	-1.3761	Me, SB	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
678	0	0.033	0	BEA, BEC, BN, Iz, Me, Palm, TS	0.045749	lxc	W	F, G, T	<i>in situ</i>
686	0.0150	0	0	Sol	0.000409	EAAA	D	P, Ti	<i>ex situ</i>
683	0.0095	0	0	Sol	0.000153	EAAA	D	P, Prp, Ti	<i>ex situ</i>
684	0.0129	0	0	Pal, Sol	0.000358	EAAA	D	P, Prp, Ti	<i>ex situ</i>
685	0.0029	0	0	Paz, TS	0	TCV	D	G, Prp, T	<i>ex situ</i>
687	0	0.0486	0	Sol	0.000256	EAAA	D	P, Prp, Ti	<i>ex situ</i>
688	0	0	0	Sol	0.000026	EAAA	D	P, Ti	<i>ex situ</i>
689	0	0	0	Me	0	lxc	W		
690	0	0.0058	-1.6222	Me	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
691	0	0	-0.5674	BEA, BEC, Me, Palm, Paz, TS	0.001181	lxc	W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
692	0	0.0661	1.7204	0.6818 CaCe, Me, Sol	0.000291	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
693	0	0	0	Iz	0	lxc	W		
694	0	0	0	BEA, Me, Palm	0	lxc	W		
695	0	0	-1.6375	Me, Palm	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
696	0	0	0	BEA, BEC	0.005571	lxc	W		
697	0	0	0	BEA, Me, Pal, Palm	0.003340	lxc	W	G	<i>in situ</i>
698	0	0	0	BEA, Pal, VR	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
699	0	0	0	CaCe	0	lxc	W		
700	0.0132	0	0.0095	Sol	0.000153	TCV	D	E, P, Prp, T	<i>ex situ</i>
701	0.0124	0	0	Sol	0.000307	EAAA	D	E, P, T, Ti	<i>ex situ</i>
704	0	0	0	Sol	0.000026	EAAA	D	P, Ti	<i>ex situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index²⁷ and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

703	0	0		Sol	0.000051	EAAA	D	P, T, Ti	<i>ex situ</i>	
705	0	0		Sol	0.000051	EAAA	D	P, T, Ti	<i>ex situ</i>	
702	0	0		Sol	0.000026	EAAA	D	P, Ti	<i>ex situ</i>	
706	0	0	0.0071	-0.7535	BEA, BEC, BG, BN, Iz, Me, Palm, Sol, TS	0.007574	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>
707	0	0		Sol	0.000230	EAAA	W	P, Prp	<i>ex situ</i>	
708	0	0		Iz, SB	0.000678	lxc	W			
709	0	0		-1.932	BEA	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
710	0	0		CaCe	0	lxc	W	G		<i>in situ</i>
394	0	0		Me	0.000118	lxc	W			
711	0	0		Pal	0	TCV	W	Ti		<i>ex situ</i>
779	0	0		CaMy, BE, Iz	0	lxc	W	Ur		<i>in situ</i>
780	0	0		Me, Sol	0.000051	lxc	W	Ur		<i>in situ</i>
781	0	0		Iz, Me	0	lxc	W	G, Ur		<i>in situ</i>
712	0	0	0.0549	-0.2043	BEA, BEC, BN, Iz, Me, Palm, Sol, TS	0.021155	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>
713	0	0		SB	0	lxc	W			
715	0.0132	0		Sol	0.000051	TCV	D	P, Prp, T		<i>ex situ</i>
716	0	0		Iz	0	lxc	W	F		<i>in situ</i>
714	0	0		AA	0	lxc	W			
730	0	0		BEA, Me	0	lxc	W	G		<i>in situ</i>
731	0	0		SB	0	lxc	W			
732	0	0		BEA	0	lxc	W			
733	0	0.0139		Sol	0.000051	AC	D	P, Prp		<i>ex situ</i>
734	0.0065	4.5368	0	0	0.000153	lxc	D, W	E, G, P, Prp, T, Ti		<i>ex situ, in situ</i>
735	0.0020	0		Sol	0.000077	AC	D	E, P, Prp, T, Ti		<i>ex situ</i>
736	0	0		Me	0	lxc	W	G		<i>in situ</i>
737	0	0		BEA, Pal, VR	0	lxc	W	F		<i>in situ</i>
738	0	0		Pal	0	lxc	R-W, W	T		<i>in situ</i>
739	0	-1.0133		Palm, Sol	0	lxc	R-W, W	G, T		<i>in situ</i>
740	0.0020	-0.9978	0	0	0	lxc	R-W, W	G, T		<i>in situ</i>
741	0	0	0.0069	Bal, Pal, Sol, TS	0.000026	Nat-AC	R-W	G, T		<i>ex situ</i>
742	0	0	0	Sol	0.000077	Mex	D	G, T		<i>ex situ</i>

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index²⁷ and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental); distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

743	0.0150	0.9152	0	0	Sol, Ts	0.001383	lxc	D, R-W	E, P, Prp, T, Ti	<i>in situ</i>
744	0	0	0	0	Sol	0	AC	D	P, Ti	<i>ex situ</i>
745	0	-1.1768	0	0	Sol	0.000026	lxc	R-W	G, T	<i>in situ</i>
746	0	0	0	0	Sol	0.000026	lxc	R-W, W	G, T	<i>in situ</i>
747	0	0	0	0	BEA, BEC, BG, Palm, Sol	0.005064	lxc	R-W, W	G, T	<i>in situ</i>
748	0	-1.3855	0	0	Paz	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>
749	0.0128	0		0	Pal, Sol	0.000205	TCV	D	E, P, Prp, T, Ti	<i>ex situ</i>
750	0	0		0	BEA	0	lxc	R-W	G	<i>in situ</i>
751	0	-1.2217		0	Sol, BEA, BEC, Me, Pal, Paz	0	lxc	R-W, W	G	<i>in situ</i>
753	0	0		0	CaCe	0	lxc	R-W		
754	0.0044	0		0	Sol, TS	0	AC	D	P, Prp	<i>ex situ</i>
752	0	0		0	Bal	0	lxc	R-W	T	<i>in situ</i>
756	0	0		0	CaCe	0	lxc	W		
659	0	0		0	BG	0.001995	lxc	W	F	<i>in situ</i>
757	0	0		0	Palm	0	lxc	W		
758	0	0	-1.6245		BEA, Iz, Pal	0.000658	lxc	W	G	<i>in situ</i>
760	0	0.0056		0	Sol	0.000077	Nat-AC	R-W	P, Prp, T	<i>ex situ</i>
762	0	0		0	VR	0	lxc	W		
764	0	0		0	BEA, Pal, Sol, VR	0.000026	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>
765	0	0		0	BEA, Me, Sol	0.000026	lxc	W	P, Prp	<i>ex situ, in situ</i>
766	0	0		0	Sol	0	lxc	W	G, T	<i>in situ</i>
768	0	0		0	SB	0	lxc	W		
769	0	0		0	Palm	0	lxc	W		
770	0	0		0	Bal, BEA, BN, Sol	0.001928	lxc	R-W	G	<i>in situ</i>
771	0	0		0	BEA, BN, Me, Pal, Palm	0.000747	lxc	R-W, W	F, G, T, Ur	<i>in situ</i>
772	0	1.3843		0	BEA, BEC, BN, CaCe, Iz, Me, Palm, Sol	0.003620	lxc	R-W, W	F, G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
773	0	1.6392		0	BEA, BEC, BN, Iz, Me, Pal, Palm, Sol	0.010387	lxc	R-W, W	G, T, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
774	0	-0.8419		0	CaCe, Me, Pal	0	lxc	W	F, G	<i>in situ</i>
775	0.0066	1.002		0	Me, Sol	0	lxc	W	G, P, Ti	<i>ex situ, in situ</i>
776	0	0		0	BEA	0	lxc	R-W		
777	0	0		0	SB	0	lxc	R-W		

Table 5 Species, Spanish common names, number of uses, percentage of families that consume it; cognitive prominence values expressed as S = Sutrop relative prominence index²⁴ and biocultural importance expressed as first component value of the principal component analysis by use type (edible, medicinal, firewood, fodder, ceremonial and ornamental; distribution on vegetal types, importance ecological index value (EIV); specie origin region, ecological status, management practices and management site with respect to species wild populations (Continued)

778	0	0	0	BEA, Sol	0	lxc	R-W	T	<i>in situ</i>	
782	0	0	0	CaCe, Sol, TS	0	lxc	R-W	T, Ur	<i>in situ</i>	
783	0	0	0	Sol	0	EAAA	D	P, Ti	<i>ex situ</i>	
27	0	0	0	Sol	0.000205	EAAA	D, R-W	P, Prp, Ti	<i>ex situ</i>	
82	0	0	0	BEM, Pz, Sol	0.000026	Nat-EAAA	W	P, T, Ti, Ur	<i>ex situ</i>	
83	0	0	0	Sol	0.000102	EAAA	W	P, Prp	<i>ex situ</i>	
784	0	0	0	CaCe	0	lxc	W			
785	0	0.025	-1.433	0	BEM	0	lxc	W	G	<i>in situ</i>

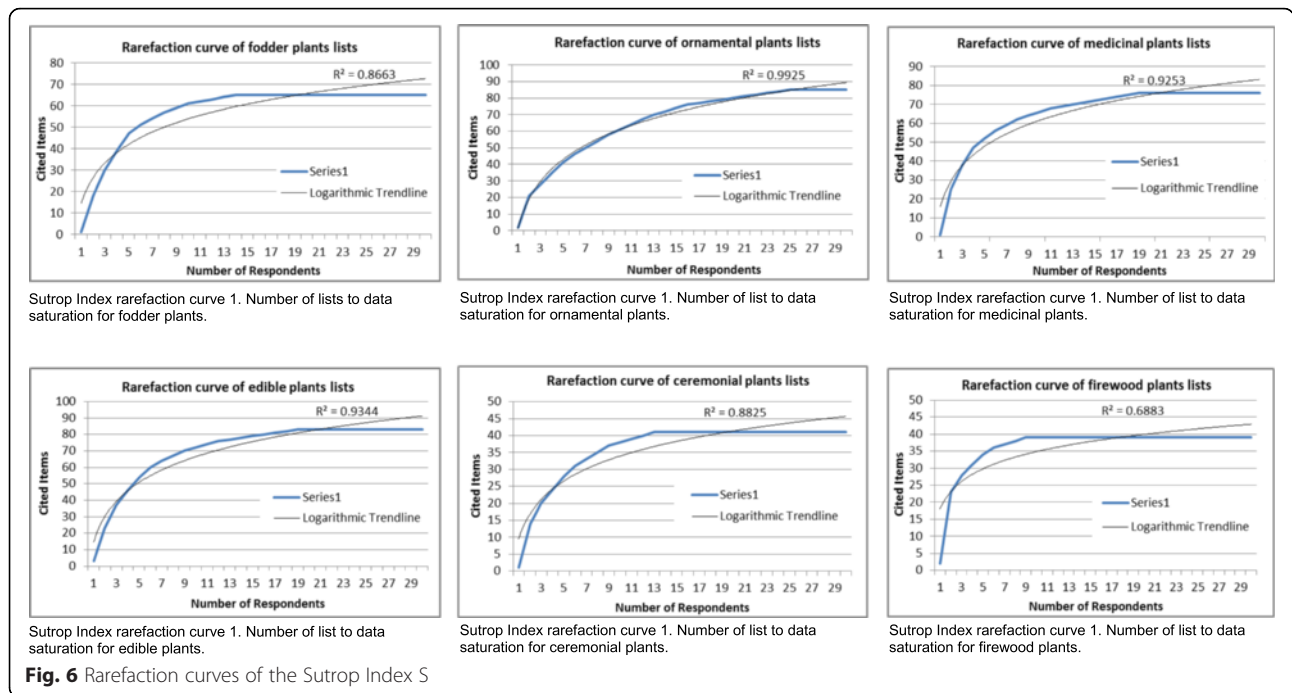


Fig. 6 Rarefaction curves of the Sutrop Index S

Table 6 Santa María Ixcatlán participants and activities in which collaborated

Participants information					Plants common name, use and management practices documentation			Surveys to estimate agricultural production and consumption		Free lists	
ID	Sex	Age	Language	Main activities	Participants type	Guide in trials	Homegarden ^a	Agricultural field ^a	2000 ^a	2012 ^a	
1	Male	23	SPA	Mescal production	Key participant	Yes					Yes
2	Male	48	SPA	Agriculture, mescal production	Key participant	Yes		1		16	
3	Male	70	SPA, IXC	Agriculture, palm weaver				6	11		
4	Male	64	SPA	Agriculture, palm weaver						12	
5	Male	44	SPA	Agriculture, palm weaver	Key participant	Yes		2			Yes
6	Female	42	SPA	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant		8		3	15	
7	Female	64	SPA	Domestic chores, palm weaver					21		
8	Male		SPA	Agriculture, palm weaver					21		
9	Male		SPA	Agriculture, palm weaver	Occasional participant		5				
10	Male	46	SPA	Agriculture, commerce	Key participant					1	Yes
11	Male	60	SPA	Agriculture, mescal production	Key participant	Yes	10				
12	Male	33	SPA	Agriculture, mescal production, palm weaver						13	
13	Male		SPA	Agriculture, palm weaver	Occasional participant						
14	Male	65	SPA	Agriculture, palm weaver	Occasional participant			3			
15	Female	20	SPA	Palm weaver	Occasional participant						

Table 6 Santa María Ixcatlán participants and activities in which collaborated (*Continued*)

16	Male	71	SPA	Agriculture, mescal production, palm weaver					Yes
17	Female		SPA	Student					Yes
18	Female	58	SPA	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant	13	2		
19	Female	33	SPA	Domestic chores, palm weaver				1	
20	Female	60	SPA	Domestic chores, palm weaver	Key participant	15		7	
21	Female	88	SPA	Domestic chores, palm weaver			7		
22	Male		SPA	Agriculture, palm weaver			20		
23	Male	70	SPA	Agriculture, palm weaver	Occasional participant	3			Yes
24	Male	68	SPA	Agriculture, palm weaver				14	
25	Male	49	SPA	Agriculture, mescal production, palm weaver			17	5	
26	Male	80	SPA, IXC	Agriculture, palm weaver	Key participant	Yes	4		
27	Male		SPA	Agriculture, palm weaver				6	
28	Male	66	SPA	Agriculture, palm weaver	Occasional participant		8	4	
29	Female	64	SPA	Domestic chores, palm weaver			15		
30	Male	57	SPA	Agriculture, mescal production, palm weaver	Occasional participant				Yes
31	Male		SPA	Shepherd	Key participant	Yes			Yes
32	Male	97	SPA, IXC	Palm weaver	Key participant				
33	Female	75	SPA	Domestic chores, palm weaver			19		
34	Female	46	SPA	Domestic chores, palm weaver			17	5	
35	Male		SPA	Student					Yes
36	Female	68	SPA	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant	7			
37	Female		SPA	Commerce, domestic chores					Yes
38	Female	16	SPA	Student	Occasional participant				
39	Female		SPA	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant			20	Yes
40	Female	66	SPA	Domestic chores, palm weaver			10		
41	Female	32	SPA	Domestic chores, palm weaver					Yes
42	Female	62	SPA, IXC	Domestic chores, palm weaver	Key participant	17		12	Yes
43	Male		SPA	Agriculture, mescal production, palm weaver	Occasional participant	Yes			
44	Male		SPA	Agriculture, construction worker	Occasional participant				
45	Male	78	SPA	Agriculture, palm weaver			7		
46	Male	52	SPA	Agriculture, palm weaver			3	15	

Table 6 Santa María Ixcatlán participants and activities in which collaborated (*Continued*)

47	Female		SPA	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant		10		
48	Female		SPA	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant		12		
49	Male		SPA	Commerce	Occasional participant	Yes			
50	Female	39	SPA	Commerce, domestic chores					Yes
51	Female	33	SPA	Domestic chores, palm weaver				6	
52	Male	74	SPA, IXC	Agriculture, palm weaver	Key participant	Yes	16	9	Yes
53	Male		SPA	Agriculture, palm weaver	Occasional participant		12		
54	Female	43	SPA	Commerce, domestic chores	Occasional participant			6	
55	Male	30	SPA	Agriculture, construction worker, palm weaver					Yes
56	Female	73	SPA	Domestic chores, palm weaver				4	
57	Female		SPA	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant		9		
58	Female	39	SPA	Domestic chores, palm weaver	Key participant			16	Yes
59	Male	36	SPA	Agriculture, palm weaver					Yes
60	Female	81	SPA	Domestic chores, palm weaver				11	
61	Female	86	SPA, IXC	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant	Yes		9	2
62	Male	30	SPA	Blacksmith	Occasional participant				
63	Female	57	SPA	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant		7	1	
64	Male		SPA	Agriculture, mescal production, palm weaver, shepherd	Occasional participant	Yes			
65	Male	71	SPA	Agriculture, palm weaver					18
66	Female	49	SPA, IXC	Domestic chores, palm weaver	Key participant	Yes		9	2
67	Male	18	SPA	Agriculture, palm weaver		Yes			Yes
68	Male	59	SPA	Agriculture, palm weaver	Occasional participant				
69	Male		SPA	Student					Yes
70	Female	69	SPA, IXC	Domestic chores, palm weaver	Key participant		4	18	Yes
71	Male	46	SPA	Painter	Occasional participant				
72	Male	84	SPA	Agriculture, palm weaver					11
73	Female	80	SPA, IXC	Domestic chores, palm weaver	Key participant		5		
74	Male	36	SPA	Agriculture, construction worker, palm weaver					Yes
75	Female	55	SPA	Domestic chores, palm weaver				5	

Table 6 Santa María Ixcatlán participants and activities in which collaborated (*Continued*)

76	Female	63	SPA	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant		3		Yes	
77	Male	36	SPA	Agriculture, palm weaver					Yes	
78	Female	38	SPA	Domestic chores, palm weaver				10		
79	Male	57	SPA	Agriculture, mescal production, palm weaver		Yes		20	Yes	
80	Male	68	SPA	Agriculture, construction worker, palm weaver			2			
81	Female		SPA	Domestic chores, palm weaver					Yes	
82	Female	60	SPA	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant		2			
83	Female	31	SPA, IXC	Domestic chores, palm weaver					Yes	
84	Male	12	SPA	Palm weaver, student	Key participant	Yes	6			
85	Male		SPA	Mescal production, palm weaver	Occasional participant					
86	Female	53	SPA	Commerce, domestic chores				12		
87	Female		SPA	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant		9			
88	Male	55	SPA	Agriculture, palm weaver					Yes	
89	Female	70	SPA	Domestic chores, palm weaver					Yes	
90	Male	24	SPA	Agriculture, palm weaver	Occasional participant				Yes	
91	Male	78	SPA	Agriculture, palm weaver	Occasional participant			19	Yes	
92	Female	62	SPA	Domestic chores, palm weaver				13		
93	Female	64	SPA, IXC	Domestic chores, palm weaver, shepherdess	Key participant		1	17	Yes	
94	Male	73	SPA	Agriculture, palm weaver	Occasional participant			5		
95	Male	62	SPA	Agriculture, mescal production, palm weaver	Key participant			7	Yes	
96	Female	72	SPA	Domestic chores, palm weaver				18		
97	Female	77	SPA, IXC	Domestic chores, palm weaver	Key participant		11	14		
98	Male	86	SPA, IXC	Palm weaver	Key participant		14	4	3	
99	Male		SPA	Baker	Occasional participant					
100	Female	82	SPA, IXC	Domestic chores, palm weaver	Key participant			8	4	Yes
101	Female	92	SPA, IXC	Domestic chores, palm weaver				14		
102	Female	31	SPA	Domestic chores, palm weaver					13	
103	Male	23	SPA	Agriculture, shepherd	Key participant	Yes	15		Yes	
104	Female	37	SPA	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant		1			

Table 6 Santa María Ixcatlán participants and activities in which collaborated (*Continued*)

105	Female		SPA	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant			
106	Male	53	SPA	Agriculture, mescal production, palm weaver				Yes
107	Male		SPA	Agriculture			8	
108	Female	90	SPA, IXC	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant			
109	Female	30	SPA	Domestic chores, palm weaver				Yes
110	Female		SPA	Nurse	Occasional participant	Yes		
111	Female	22	SPA	Nurse assistant	Occasional participant	Yes		
112	Female	18	SPA	Domestic chores, palm weaver			16	
113	Female	46	SPA	Domestic chores, palm weaver	Occasional participant	Yes	6	

Note

^a The data provided make reference to the assigned number to the homegarden and agricultural field, since interview could be made to 1 or more household integrants. Is the same case for surveys in which one or two of the householders could provide information about productive activities and consumption of vegetal resources by the household

Names of Botanical experts who contributed to determine the voucher specimens

Aarón Rodríguez Contreras, Abisai Josué García-Mendoza, Alfonso Valiente-Banuet, Ana Rosa Lopez Ferrari, Mario Adolfo Espejo Serna, Anna Paizanni Guillén, Claudio Delgadillo Moya, Darisol Pacheco Rivera, Eduardo Ruíz-Sánchez, Emmanuel Pérez Calix, Ernesto Velázquez, Montes, Gerardo A. Salazar Chávez, Guadalupe Cornejo-Tenorio, Guillermo Ibarra Manríquez, José Luis Villaseñor Ríos, Juan Ismael Calzada, Luz María González-Villarreal, María de los Angeles Herrera, Mauricio Antonio Mora Jarvio, Oswaldo Tellez Valdés, Pablo Carrillo-Reyes, Rafael Lira Saade, Rosario Redonda-Martínez, Rosalinda Medina-Lemos, Salvador Arias, Sergio Zamudio Ruíz, Susana Valencia Ávalos, Verónica Juárez-Jaimes, Victor W. Steinmann

Abbreviations

TEK, traditional ecological knowledge; UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México; USA, United States of America

Acknowledgements

We deeply thank people of Santa María Ixcatlán, the authorities and people who collaborated and gave us their hospitality. We also thank Luz E. García and Emanuel E. González for field work assistance, and Sandra Smith, Michael Swanton, Nicholas Johnson and Denis Costaouec for their support and collaboration in the Ixcatec Ethnobiology Project. We thank the botanical experts of MEXU, PATZ, IZTA and UDG herbaria (Appendix), for their help in identifying the voucher specimens, especially Rosalinda Medina-Lemos and Ismael Calzada, and to three anonymous referees for their suggestions for improving this manuscript.

Funding

The authors thank the Posgrado en Ciencias Biológicas at the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) and the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, Mexico) for supporting PhD studies and a grant for the first author. We also thank financial support for field

work from CONACYT (Project CB CB-2013-01-221800), the PAPIIT, UNAM (Research project IN209214), Fundación Alfredo Harp Helú Oaxaca and Fundación UNAM (project IE-282.311.190).

Availability of data and materials

Data that support the analysis and additional data are provided in Appendix.

Authors' contributions

SRL main author, involved in the study design, field work, analysis of data, wrote the first draft and concluded the final version of this paper. AC main coordinator-supervisor of the research project; participated in data analyses and reviewed several drafts of the manuscript. ERL, MVR and RLF contributed to field work and reviewed final drafts of the manuscript. ITG contributed to data analyses and reviewed the final drafts of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Authors' information

SRL postgraduate student at the Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), UNAM. AC full-time researcher at IIES, UNAM. ERL Master in Sciences student at the Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), UNAM. ITG & MVR posdoctoral at IIES & CIGA, UNAM. RLF technician of Pronatura México A.C.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Consent for publication

Not applicable.

Ethics approval and consent to participate

Permits for conducting our investigation was obtained in the two phases of field work, with Federal agencies (SEMARNAT and Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve-CONANP), local authorities (municipal and land tenure) and Communitarian Assembly to realize the investigation and collect voucher plants in communal lands. Prior oral informed consent was obtained from all participants to realize the interview, survey, free lists and audio-visual recording or visit and gather plants in their homegardens or agricultural fields. Reports of activities and preliminary investigation outcomes have been doing via oral and written reports to the authorities and public presentations to the community of Ixcatlán.

Author details

¹Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8711, Morelia, Michoacán 58190, Mexico.
²Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM, Ciudad Universitaria Del. Coyoacan, C. P. 04510 México, Mexico. ³Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8711, Morelia, Michoacán 58190, Mexico.

Received: 1 March 2016 Accepted: 2 July 2016

Published online: 20 July 2016

References

- Toledo VM, Ortiz-Espejel B, Cortés L, Moguel P, de Ordonez M. The multiple use of tropical forests by indigenous peoples in Mexico: a case of adaptive management. *Conserv Ecol*. 2003;7:9.
- Berkes F, Folke C, editors. *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge: Cambridge University Press; 1998.
- Boege E. El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia and Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas; 2008.
- Toledo VM, Barrera-Bassols N. La Memoria Biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Barcelona: Icaria Editorial; 2008.
- Toledo VM, Boege E, Barrera-Bassols N. The biocultural heritage of Mexico: an overview. *Langscape*. 2010;2:8–13.
- Casas A, Camou-Guerrero A, Otero-Arnaiz A, Rangel-Landa S, Cruse-Sanders J, Solís L, et al. Manejo tradicional de biodiversidad y ecosistemas en Mesoamérica: el Valle de Tehuacán. *Investig Ambient Cienc y política pública*. 2014;6:23–44.
- Berkes F, Colding J, Folke C. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecol Appl*. 2000;10:1251–62.
- Moreno-Calles AI, Toledo VM, Casas A. Los sistemas agroforestales tradicionales de México: una aproximación biocultural. *Bot Sci*. 2013;91:375–98.
- Pretty J, Adams B, Berkes F, de Athayde SF, Dudley N, Hunn E, et al. The intersections of biological diversity and cultural diversity: Towards. *Conserv Soc*. 2009;7:100–12.
- Casas A, Otero-Arnaiz A, Pérez-Negrón E, Valiente-Banuet A. In situ management and domestication of plants in Mesoamerica. *Ann Bot*. 2007;100:1101–15.
- Blancas J, Casas A, Rangel-Landa S, Moreno-Calles A, Torres I, Pérez-Negrón E, et al. Plant management in the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico. *Econ Bot*. 2010;64:287–302.
- El OE. gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva. 2nd ed. México: FCE, UNAM, IIS; 2011.
- Toledo VM. Ethnoecology: A conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature. In: Steep JR, editor. *Ethnobiology and cultural diversity*. USA: International Society of Ethnobiology; 2002. p. 511–22.
- González-Insuasti MS, Martorell C, Caballero J. Factors that influence the intensity of non-agricultural management of plant resources. *Agrofor Syst*. 2008;74:1–15.
- Blancas J, Casas A, Pérez-Salicrup D, Caballero J, Vega E. Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in Náhuatl communities of the Tehuacán Valley, Mexico. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2013;9:39.
- Arellanes Y, Casas A, Arellanes A, Vega E, Blancas J, Vallejo M, et al. Influence of traditional markets on plant management in the Tehuacán Valley. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2013;9:38.
- Blancas J, Pérez-Salicrup D, Casas A. Evaluando la incertidumbre en la disponibilidad de recursos vegetales. *Gaia Sci*. 2014;8:137–60.
- Phillips O, Gentry AH. The useful plants of Tambopata, Peru: II. Additional hypothesis testing in quantitative ethnobotany. *Econ Bot*. 1993;47:33–43.
- Albuquerque UP, Soldati GT, Ramos MA, Melo JG, Medeiros PM, Nascimento ALB, et al. The influence of the environment on natural resource use: evidence of apparency. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A, editors. *Evolutionary ethnobiology*. Switzerland: Springer; 2015. p. 131–47.
- Zent EL. Joti ecogony, Venezuelan Amazon. *Environ Res Lett*. 2013;8:1–15.
- Moreno-Calles A, Casas A, Blancas J, Torres I, Maser O, Javier Caballero, et al. Agroforestry systems and biodiversity conservation in arid zones: the case of the Tehuacán Valley, Central México. *Agrofor Syst*. 2010;80:315–31.
- Vallejo M, Casas A, Blancas J, Moreno-Calles AI, Solís L, Rangel-Landa S, et al. Agroforestry systems in the highlands of the Tehuacán Valley, Mexico: indigenous cultures and biodiversity conservation. *Agrofor Syst*. 2014;88:125–40.
- MacNeish R. *The origins of agriculture and settled life*. Oklahoma: University of Oklahoma Press; 1992.
- Dávila P, Arizmendi M del C, Valiente-Banuet A, Villaseñor JL, Casas A, Lira R. Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlan Valley, Mexico. *Biodivers Conserv*. 2002;11:421–42.
- Lira R, Casas A, Rosas-López R, Paredes-Flores M, Pérez-Negrón E, Rangel-Landa S, et al. Traditional knowledge and useful plant richness in the Tehuacán-Cuicatlan Valley, Mexico. *Econ Bot*. 2009;63:271–87.
- Diario Oficial de la Federación. Resolución sobre conflicto por límites de bienes comunales al poblado de Santa María Ixcatlán, municipio del mismo nombre, Estado de Oaxaca. 1948. <http://www.dof.gob.mx/>. Accessed on 25 May 2015.
- Hironymous MO. Santa María Ixcatlán, Oaxaca: From colonial cacicazgo to modern municipio, Ph.D. thesis. Austin: University of Texas; 2007.
- Servicio Meteorológico Nacional. Normales climatológicas 1951-2010: Estación 00020129 Santa María Ixcatlán, Oaxaca. 2010. <http://www.smn.conagua.gob.mx>. Accessed on 25 May 2015.
- García E, García EC. Climas, Catálogo de metadatos geográficos 1:1000000. 2008. <http://www.conabio.gob.mx>. Accessed on 25 May 2015.
- INEGI. Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación 1:250,000, serie V (Conjunto Nacional). 2013. www.inegi.org.mx. Accessed on 25 May 2015.
- INEGI. México en cifras: Santa María Ixcatlán, Oaxaca. 2010. www.inegi.org.mx. Accessed on 25th May 2015.
- Nava C, Romero M. Ixcatecos, pueblos indígenas del México contemporáneo. México: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas; 2007.
- Cook SF. Santa María Ixcatlán: habitat, population, subsistence. Ibero-Amer. Berkeley and Los Angeles: University of California Press; 1958.
- Lewis MP, Simons GF, Fennig CD, Paul LM, Simons GF, Fennig CD. *Ethnologue: Languages of the World*. Eighteenthth ed. Dallas: SIL International; 2016. Online version: <http://www.ethnologue.com>. Accessed on Mar 2016.
- Swanton M. La escritura indígena como "material lingüístico". Una carta en lengua iccateca al presidente Lázaro Cárdenas. In: Van Doesburg S, editor. *Pictografía y escritura alfabética en Oaxaca*. Oaxaca: Instituto Estatal de Educación Publica de Oaxaca; 2008. p. 353–87.
- Valiente-Banuet A, Solís L, Dávila P, del Arizmendi M, Arizmendi Mdel C, Silva C, Ortega-Ramírez J, et al. Guía de la vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlan. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Fundación para la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlan; 2009.
- The Plant List Version 1.1. Published on the Internet. 2013. <http://www.theplantlist.org/>. Accessed on Mar 2016.
- Martin G. *Ethnobotany a methods manual*. London and Sterling: Earthscan; 2004.
- Pérez-Negrón E, Casas A. Use, extraction rates and spatial availability of plant resources in the Tehuacán-Cuicatlan Valley, Mexico: The case of Santiago Quiotepec, Oaxaca. *J Arid Environ*. 2007;70:356–79.
- Delgado-Lemus A, Torres I, Blancas J, Casas A. Vulnerability and risk management of Agave species in the Tehuacán Valley, México. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2014;10:53.
- Husson F, Lê S, Pagès J. *Exploratory multivariate analysis by example using R*. United States of America: Chapman & Hall/CRC; 2011.
- SAS-Institute-INC. JMP 8.0. 2008. <http://www.jmp.com>
- Sutrop U. List task and a cognitive salience index. *Field Methods*. 2001;13:263–76.
- Pennec F, Wencelius J, Garine E, Raimond C, Bohbot H. FLAME v1.0: Free-list analysis under Microsoft Excel. 2012.
- Curtis JT. *The vegetation of Wisconsin, an ordination of plant communities*. Madison: University of Wisconsin Press; 1959.
- Casas A, Viveros JL, Caballero J. *Etnobotánica mixteca: sociedad, cultura y recursos naturales en la Montaña de Guerrero*. México: CONACULTA e Instituto Nacional Indigenista; 1994.
- Farfán B, Casas A, Ibarra-Manríquez G, Pérez-Negrón E. Mazahua ethnobotany and subsistence in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico. *Econ Bot*. 2007;61:173–91.
- Alcorn JB. *Huastec Mayan Ethnobotany*. Austin: University of Texas Press; 1984.

49. Hunn ES. *A Zapotec natural history*. United States of America: The University of Arizona Press; 2008.
50. Moreno-Calles AI, Casas A, García-Frapolli E, Torres-García I. Traditional agroforestry systems of multi-crop "milpa" and "chichipera" cactus forest in the arid Tehuacán Valley, Mexico: their management and role in people's subsistence. *Agrofor Syst*. 2012;84:207–26.
51. Velázquez DeLara G. Relación de Ixcatlán, Quiotepec y Tecomahuaca. In: Acuña R, editor. *Relaciones Geográficas del siglo XVI: Antequera*, vol. I. México: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM; 1984. p. 223–41.
52. Rangel-Landa S, Rivera-Lozoya E, Casas A. Uso y manejo de las palmas *Brahea* spp. (Arecaceae) por el pueblo iccateco de Santa María Ixcatlán Oaxaca, México. *Gaia Sci*. 2014;8:62–78.
53. García-Frapolli E, Toledo VM, Martínez-Alier J. Apropiación de la naturaleza por una comunidad Maya Yucateca: Un análisis económico-ecológico. *Rev. Iberoamericana Econ. Ecológica*. 2008;7:27–42.
54. Toledo VM, Barrera-Bassols N, García-Frapolli E, Alarcón-Cháires P. Uso múltiple y biodiversidad entre los mayas yucatecos (México). *Interciencia*. 2008;33:345–52.
55. Belcher B, Ruíz-Pérez M, Achdiawan R. Global patterns and trends in the use and management of commercial NTFPs: Implications for livelihoods and conservation. *World Dev*. 2005;33:1435–52.
56. Casas A, Valiente-Banuet A, Viveros JL, Caballero J, Cortés L, Dávila P, et al. Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlan Valley, Mexico. *Econ Bot*. 2001;55:129–66.
57. Casas A, Rangel-Landa S, Torres I, Pérez-Negrón E, Solís L, Parra F, et al. In situ management and conservation of plant resources in the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico: an ethnobotanical and ecological perspective. In: de Albuquerque UP, Alves M, editors. *Current topics in Ethnobotany*. Kerala: Research Signpost; 2008. p. 1–23.
58. Casas A, Blancas J, Otero-Arnaiz A, Cruse-Sanders J, Lira R, Avendaño A, et al. Evolutionary ethnobotanical studies of incipient domestication of plants in Mesoamerica. In: Lira R, Casas A, Blancas J, editors. *Ethnobotany of Mexico: interactions of people and plants in Mesoamerica*. New York: Springer; 2016. p. 257–85.
59. Halstead P, O'Shea J. *Bad year economics: cultural responses to risk and uncertainty*. Cambridge: Cambridge University Press; 1989.
60. Parlee B, Berkes F. Indigenous knowledge of ecological variability and commons management: a case study on berry harvesting from Northern Canada. *Hum Ecol*. 2006;34:515–28.
61. Casas A, Parra F, Rangel S, Guillén S, Blancas J, Figueredo CJ. Evolutionary ecology and ethnobiology. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A, editors. *Evolutionary ethnobiology*. Switzerland: Springer; 2015. p. 37–57.
62. Atangana A, Khasa D, Chang S, Degrande A. *Tropical agroforestry*. Dordrecht: Springer; 2014.
63. Nair PKR. Classification of agroforestry systems. *Agrofor Syst*. 1985;3:97–128.
64. Moreno-Calles AI, Galicia-Luna VJ, Casas A, Toledo VM, Ramos MV, Santos-Fita D, et al. La Etnoagroforestería: el estudio de los sistemas agroforestales tradicionales de México. *Etnobiología*. 2014;12:1–16.
65. Casas A, Parra F, Blancas J. Evolution of humans and by humans. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A, editors. *Evolutionary ethnobiology*. Switzerland: Springer; 2015. p. 21–36.
66. Mendoza E. Los eternos tejedores de Santa María Ixcatlán. *México Desconoc*. 1998;25:7:20–5.
67. Bartolomé M. *Historia Ixcateca*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, CIESAS unidad Oaxaca and Gobierno del Estado de Oaxaca. 1991.
68. González-Insuasti MS, Caballero J. Managing plant resources: How intensive can it be? *Hum Ecol*. 2007;35:303–14.
69. Paredes M, Lira R, Dávila P. Estudio etnobotánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. *Acta Botánica Mex*. 2007;79:13–61.
70. Larios C, Casas A, Vallejo M, Moreno-Calles AI, Blancas J. Plant management and biodiversity conservation in Náhuatl homegardens of the Tehuacán Valley, Mexico. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2013;9:74.
71. Blanckaert I, Swennen R, Paredes-Flores M, Rosas López R, Lira R. Floristic composition, plant uses and management practices in homegardens of San Rafael Coxcatlán, Valley of Tehuacán-Cuicatlan, Mexico. *J Arid Environ*. 2004;57:179–202.
72. Castaneda H, Stepp JR. Ethnoecological importance value (EIV) methodology: Assessing the cultural importance of ecosystems as sources of useful plants for the Guaymí people of Costa Rica [Internet]. *Ethnobot Res Appl*. 2007;5:249–57.
73. Challenger A, Bocco G, Equihua M, Chavero EL, Maass M. La aplicación del concepto del sistema socio-ecológico: alcances, posibilidades y limitaciones en la gestión ambiental de México. *Investig Ambient Cienc y política pública*. 2014;6:1–21.
74. Lucena RFP, Medeiros PM, de Araújo L E, Alves AGC, Albuquerque UP. The ecological apparency hypothesis and the importance of useful plants in rural communities from northeastern Brazil: an assessment based on use value. *J Environ Manage*. 2012;96:106–15.
75. Maldonado B, Caballero J, Delgado-Salinas A, Lira R. Relationship between use value and ecological importance of floristic resources of seasonally dry tropical forest in the Balsas river basin, Mexico. *Econ Bot*. 2013;67:17–29.
76. Medeiros PM, Ladio AH, Albuquerque UP. Local criteria for medicinal plant selection. In: Albuquerque UP, Medeiros PM, Casas A, editors. *Evolutionary ethnobiology*. Switzerland: Springer; 2015. p. 149–62.
77. Camou-Guerrero A. Los recursos vegetales en una comunidad rarámuri: aspectos culturales, económicos y ecológicos. Ph.D. thesis. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México; 2008.
78. González-Insuasti MS, Casas A, Méndez-Ramírez I, Martorell C, Caballero J. Intra-cultural differences in the importance of plant resources and their impact on management intensification in the Tehuacán Valley, Mexico. *Hum Ecol*. 2011;39:191–202.
79. Torres I, Blancas J, León A, Casas A. TEK, local perceptions of risk, and diversity of management practices of *Agave inaequidens* in Michoacán, Mexico. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2015;11:1–20.
80. Berkes F, Turner NJ. Knowledge, learning and the evolution of conservation practice for social-ecological. *Hum Ecol*. 2006;34:4709–494.
81. Berkes F. Understanding uncertainty and reducing vulnerability: lessons from resilience thinking. *Nat Hazards*. 2007;41:283–95.
82. Espinosa-García FJ, Díaz-Pérez R. El uso campesino de plantas arvenses como forraje en el Valle de México. *Etnoecológica*. 1996;3:83–94.
83. Bhagwat S, Willis KJ, Birks HJB, Whittaker RJ. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? *Trends Ecol Evol*. 2008;23:261–7.
84. García LE. Aspectos socio-ecológicos para el manejo sustentable del copal en el Ejido de Acateyahualco, Gro, Bachelor thesis. Licenciatura en Ciencias Ambientales, México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2012.
85. Fowler CS, Lepofsky D. Traditional resource and environmental management. In: Anderson EN, Pearsall DM, Hunn ES, Turner NJ, editors. *Ethnobiology*. New Jersey: Wiley-Blackwell; 2011. p. 285–304.

Submit your next manuscript to BioMed Central and we will help you at every step:

- We accept pre-submission inquiries
- Our selector tool helps you to find the most relevant journal
- We provide round the clock customer support
- Convenient online submission
- Thorough peer review
- Inclusion in PubMed and all major indexing services
- Maximum visibility for your research

Submit your manuscript at
www.biomedcentral.com/submit



CAPÍTULO II

Rangel-Landa S., A. Casas, E. García-Frapolli y R. Lira. 2017. Socio-cultural and ecological factors influencing management of edible and non-edible plants: the case of Ixcatlán, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 13:59.

RESEARCH

Open Access



Sociocultural and ecological factors influencing management of edible and non-edible plants: the case of Ixcatlán, Mexico

Selene Rangel-Landa¹, Alejandro Casas^{1*}, Eduardo García-Frapolli¹ and Rafael Lira²

Abstract

Background: Identifying factors influencing plant management allows understanding how processes of domestication operate. Uncertain availability of resources is a main motivation for managing edible plants, but little is known about management motives of non-edible resources like medicinal and ceremonial plants. We hypothesized that uncertain availability of resources would be a general factor motivating their management, but other motives could operate simultaneously. Uncertainty and risk might be less important motives in medicinal than in edible plants, while for ceremonial plants, symbolic and spiritual values would be more relevant.

Methods: We inventoried edible, medicinal, and ceremonial plants in Ixcatlán, Oaxaca, Mexico, and conducted in-depth studies with 20 native and naturalized species per use type; we documented their cultural importance and abundance by interviewing 25 households and sampling vegetation in 33 sites. Consumption amounts and preferences were studied through surveys and free listings with 38 interviewees. Management intensity and risk indexes were calculated through PCA and their relation analyzed through regression analyses. Canonical methods allowed identifying the main sociocultural and ecological factors influencing management of plants per use type.

Results: Nearly 64, 63, and 55% of all ceremonial, edible, and medicinal wild plants recorded, respectively, are managed in order to maintain or increase their availability, embellishing environments, and because of ethical reasons and curiosity. Management intensity was higher in edible plants under human selection and associated with risk. Management of ceremonial and medicinal plants was not associated with indexes of risk or uncertainty in their availability. Other sociocultural and ecological factors influence management intensity, the most important being reciprocal relations and abundance perception.

Conclusions: Plant management through practices and collectively regulated strategies is strongly related to control of risk and uncertainty in edible plants, compared with medicinal and ceremonial plants, in which reciprocal interchanges, curiosity, and spiritual values are more important factors. Understanding how needs, worries, social relations, and ethical values influence management decisions is important to understand processes of constructing management strategies and how domestication could be started in the past and are operated at the present.

Keywords: Cultural importance, Domestication, Ixcatec, Plant management, Risk management, Reciprocity interchange, Spiritual values and plant management, Tehuacán Valley

* Correspondence: acasas@cieco.unam.mx

¹Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8711, 58190 Morelia, Michoacán, Mexico
Full list of author information is available at the end of the article



Background

Management of plant resources and traditional ecological knowledge (TEK) are intimately related biocultural aspects that crucially influence the modeling of strategies of multiple use of natural resources in rural communities [1–3]. Understanding how management systems do operate, and identifying the factors influencing and motivating them, is greatly important for analyzing how and why plant management is currently decided, how the ongoing processes of domestication are operating, and how these could have operated in the past [4]. Therefore, studies of these processes may be relevant for designing current strategies of sustainable use of plant resources and ecosystems, as well as for understanding factors that led humans to start domestication and agriculture in the past.

Management can be defined as all practices, interventions, transformations, strategies, or decisions deliberately made by humans on ecosystems, their components, functions, and even their emergent properties, in order to use, conserve, or recover them [5, 6]. In traditional contexts, management practices are based on ancient knowledge transmitted from generation to generation, but innovations are continually constructed influenced by new observations, experimentation, and information from recent sources (information from neighboring villages, schools, communication media, interventions by NGOs, governmental promoters, researchers, among others). Both old and new management practices are organized in dynamic systems of knowledge, beliefs, cultural and spiritual values, and local institutions [7, 8].

For studying domestication, it is particularly interesting to document the morphological and genetic divergences between wild and managed populations directed to maintain or increase the availability of particular phenotypes of managed species. Such aspects provide valuable elements for explaining how processes of domestication currently operate and how these could have operated in the past. The ongoing processes of domestication can be documented in numerous rural communities of the world and are responsible for a continuous mechanism of divergence and generation of a new variation of genetic resources. As a research group, we have focused our attention on domestication processes occurring in Mesoamerica, one of the most active areas of plant management and one of the earliest centers of plant domestication in the World [5, 9, 10]. Numerous studies have documented the consequences of domestication, but relatively few have analyzed what factors motivate people to manage and domesticate plants, animals, and other organisms. In this study, we focus our attention to analyzing the main causes of the process.

Management involves several types of practices, tools, and relations between energy invested and amounts of resources obtained; such aspects reflect different degrees

of management intensity [11, 12]. Authors analyzing this topic coincide that management intensity of plants goes from gathering, let standing, special care, protection, and transplanting, to practices procuring increase of desirable plant abundance by enhancing and deliberately propagating them [5, 6]. Some variables have been proposed as relevant for analyzing the degree of management intensity: (1) the number and complexity of practices carried out, (2) the number of people or social units (i.e., persons, households, or communities) participating in such practices, (3) the involvement and level of complexity of planning strategies, (4) social agreements regulating the actions, (5) the occurrence of human selection favoring particular phenotypes and the intensity in which it operates, (6) the deliberate practices favoring human-mediated gene flow and manipulation of plant reproduction, (7) the amounts of fossil or human energy invested in practices, (8) the complexity of tools used, and (9) the amount of products obtained per area unit [11–13].

In several case studies with cacti, agaves, herbs, and trees, mainly with edible use, we have documented that managed plants under higher management intensity are those more consumed or commercialized and whose future availability becomes compromised due to their relatively low availability in relation to the demand on them [11–17]. In other words, plant management is influenced by the amounts of products required by social units (which is in turn influenced by their cultural and economic value) but also by people's perception of the product quality and their substitutability or not by other resources. In addition, management is influenced by the natural availability of plant products, determined by parameters like distribution and abundance, their resilience capacity after human impact on populations, their vulnerability, and management feasibility [11, 12, 18], as well as the ease of access to resources regulated by land tenure and communitarian agreements. All these relations have allowed proposing that management is a response to the need of facing risks or uncertainty in the current and future availability of resources [12]. In other words, it is a response of people's worries for ensuring availability of resources [12, 19] or preventing their loss [15].

However, some studies have documented that cultural motives such as relations of reciprocity among persons and communities, some spiritual aspects, and efforts to maintain customs and traditions [20, 21] commonly motivate management practices. In addition, practices such as tolerance or let standing of plants in disturbed areas may be associated with ethical principles like the right of plants to live, whereas enhancing abundance of some species may be associated to favor variants of higher quality to embellish the sites where they occur [22–26]. Transplanting and other forms of propagation may

simply be motivated by the need to have particular plants closer because of their beauty, odor, and role in rituals or simply because of curiosity to know how plants grow and reproduce [19, 23]. These scenarios allow supposing that management type and intensity are not only responses to risk, but also practices related to ethic or esthetic values, symbolism, or curiosity, and all factors may be operating simultaneously. Analyzing how people make management decisions on plants with different purposes may allow visualizing more clearly different motives for managing plants and management intensity [12, 27]. Therefore, this study explores management motives for plants with different use types.

We hypothesized that uncertainty in availability of plant resources is a main factor motivating management of plants, especially those directed to satisfy basic needs. We therefore expected that edible plants would have higher management intensity as the higher the risk or uncertainty in their availability, as similarly documented in previous studies [12, 13]. Uncertainty would be influenced by the scarcity of plant resources and human pressures on them; therefore, scarce species with high cultural value would be more intensely managed. Ecological aspects of plants like survival, vigor, or resprouting capacities, which may be affected by use, and others that influence the ease of management like life cycle length, reproductive systems, ease of propagation, and adaptability to human-made environments would influence management types and intensities. Medicinal plants are generally used in smaller amounts than edible plants

(except those that are extracted for commercialization); therefore, we expected that the pattern of management as a response to risk would be less pronounced than in edible plants [12]. Finally, we expected that the management of plants used for rituals and ceremonies, is not necessarily influenced by risk since purposes and amounts of plants used for these purposes follow different rationalities in which reciprocity relations, esthetic and symbolic values could be important.

Summarizing, our study aimed to analyze how management type and intensity are influenced by sociocultural and ecological factors in edible, medicinal, and ceremonial plants among the Ixcatec from Santa María Ixcatlán, Mexico. We analyzed whether or not people’s worries about availability of plants operate similarly in plants with different use type and look for evaluating the weight of different motives for decisions on managing plant resources.

Methods

Study area

Santa María Ixcatlán belongs to the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Central México (Fig. 1). It is located at elevations from 800 to 2600 m, with annual rainfall of 721 mm and average temperature of 17.2 °C. Climate is temperate sub-humid in high zones and semiarid in lowlands [28, 29]. The traditional General Assembly regulates decisions on land, natural resources, and social life [30]. Ixcatlán is inhabited by 171 households [31], almost all of them catholic [26]; 80% of the people

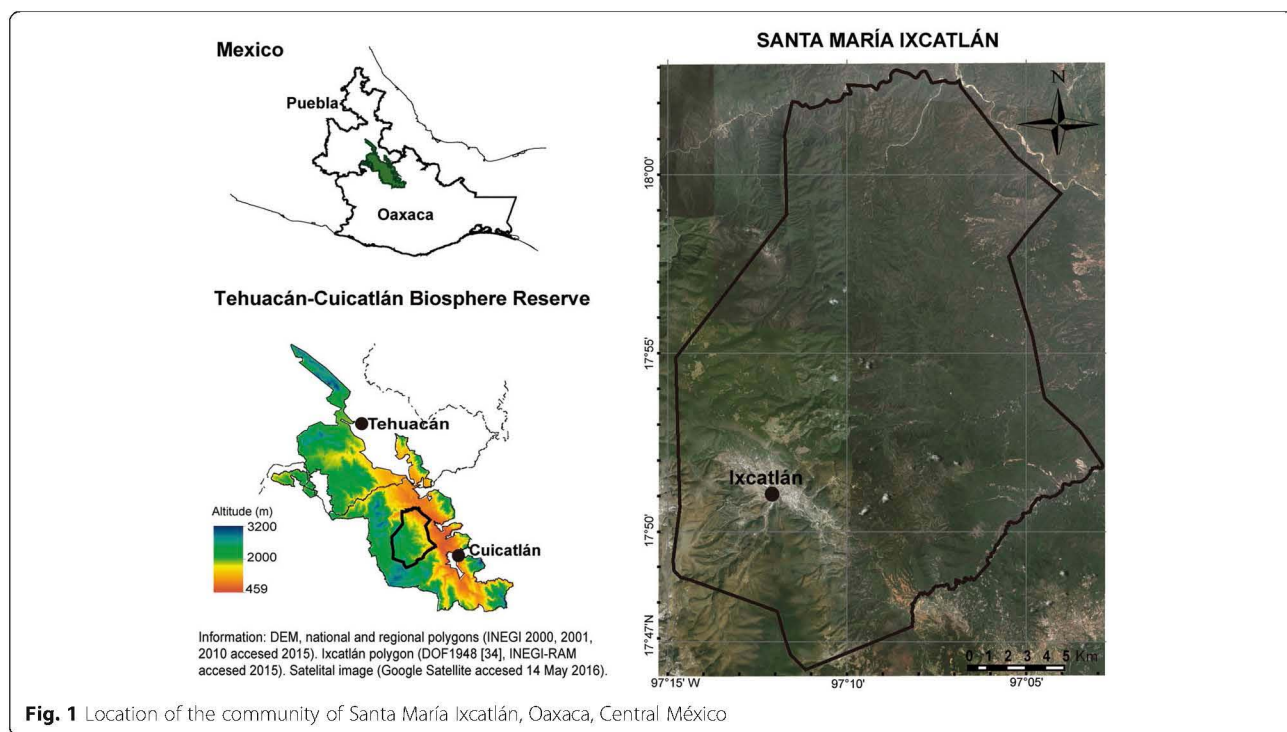


Fig. 1 Location of the community of Santa María Ixcatlán, Oaxaca, Central México

consider themselves to be indigenous, but only 15 persons speak Ixcatec, and this is the only village of the world where the Ixcatec language is spoken [31, 32]. Subsistence of the people is based on the multiple use of natural resources and ecosystems, seasonal agriculture, livestock raising, and forest resource extraction [26]. We previously reported 630 plant species used by local people for satisfying different needs [26], nearly 400 species receiving some type of management in order to increase their abundance [26]. Gathering and management of plants is carried out in 18 types of forests, agroforestry systems, and homegardens over a 41,530-ha territory [26, 31–35].

Inventory of edible, medicinal, and ceremonial plants

Ethnobotanical studies by Rangel-Landa et al. [26] documented names, uses, and management of all plant species through semi-structured interviews with 44 persons (see Table 1) in 73 sessions. The information was systematized into the ethnobotanical database of Mexican plants (BADEPLAM), at the Botanical Garden, UNAM, and voucher specimens were deposited in the herbaria MEXU, EBUM, IEB-Bajío, and IBUG. The nomenclature of plant species followed APG III consulted through the site www.theplantlist.org [36].

In-depth interviews and surveys

In order to analyze how management is influenced by sociocultural and ecological factors, we selected samples of edible, medicinal, and ceremonial plants. The samples included 20 species of native and naturalized plants per use type, representing the management intensity gradient [26].

In-depth interviews were conducted to obtain deeper and detailed information on uses, values, perception about availability, vulnerability, and management practices (Table 2) for the selected species. These interviews were conducted with 25 persons selected at random (17 women and 8 men, see Table 1). In order to estimate the proportion of families that consume the studied plants in the village, we conducted a survey documenting the role of plant resources in people subsistence [26]. The survey included 20 households selected at random.

Free listing

For exploring the use preferences of the plants studied, we included different valuing criteria (utilitarian, symbolic, esthetic, and emotional) through the free listing technique [37, 38]. We interviewed 38 persons (22 men, 16 women, Table 1) [26], asking them to list plants used: (1) in ceremonies and offerings to Saints and dead people, (2) as food, (3) for health care [26], and (4) for satisfying basic needs, those considered indispensable to live. We estimated their cognitive prominence for each

use type through the formula $S = F/(N \text{ mP})$, where F is the frequency of each plant species, N the number of people interviewed, and mP the average position in which a plant was named [39]. The index was calculated with Flame v1.0 [40].

Vegetation sampling

In order to identify the places where the plant species studied are managed, and how abundant they are in forests and agroforestry systems (AFS), we sampled vegetation in 7 agricultural plots, 21 homegardens, and 5 AFS associated to sites of mescal production [26].

Selection of variables for the analyses

Socio-ecological and technological variables were selected based on our previous studies [11, 12], which were organized in three main data matrixes. One matrix was with information on indicators of social, cultural, and economic importance of the species studied. A second matrix had information on biological aspects (life cycle length, types of reproduction, growth patterns, among others) and on people's perception about the availability and vulnerability of each species. The third matrix had information about management practices and management intensity. Information on qualitative variables were categorized assigning numeric values from lower to higher management intensity according to the complexity of strategies and practices, occurrence or not of human selection, and low to high number of persons involved in the management type, among others. We also categorized from lower to higher social, cultural, and economic importance, considering that the higher their importance, the higher the potential risk associated to human pressure. Finally, we categorized from lower to higher vulnerability associated with biological characters considering the impact of human extraction of resources on individual plants and populations (Table 2). We averaged values of different categories, and in variables involving counting or binary records, we calculated the proportions of the states (Table 2). We excluded highly correlated variables, selecting those better representing the importance and management intensity of the plant species analyzed (Table 2).

Data analyses

In order to characterize the use and management of plants with edible, medicinal, and ceremonial uses, we used our previous data about all the species recorded [26] and the in-depth interviews for the selected species. We analyzed these data by cross-checking information and using descriptive statistics. We conducted principal component analysis (PCA) with data about management of all the native and naturalized species in order to classify management intensity among use types. The scores of the first principal component were used as management intensity

Table 1 Consultants' details and the activities in which they collaborated

ID	Sex	Age	Language	Main activities	Participant type	Semistructured interviews	Free lists	Surveys 2012	In-depth interviews	Homegarden	Agricultural field	Mescal factory
1	Male	25	Spanish	Mescal production	Key participant	Yes	Yes					2
2	Male	50	Spanish	Agriculture, mescal production	Key participant	Yes		16			1	
3	Male	72	Spanish, Ixcatec	Agriculture, palm weaver							6	
4	Male	66	Spanish	Agriculture, palm weaver				12				
5	Male	46	Spanish	Agriculture, palm weaver	Key participant	Yes	Yes				2	
6	Female	44	Spanish	Domestic chores, palm weaver		Yes		15		8		
9	Male		Spanish	Agriculture, palm weaver		Yes				5		
10	Male	48	Spanish	Agriculture, commerce	Key participant	Yes	Yes	1				
11	Male	62	Spanish	Agriculture, mescal production	Key participant	Yes				10		
12	Male	35	Spanish	Agriculture, mescal production, palm weaver				13				
14	Male	67	Spanish	Agriculture, palm weaver							3	
16	Male	73	Spanish	Agriculture, mescal production, palm weaver			Yes					
17	Female		Spanish	Student			Yes					
18	Female	60	Spanish	Domestic chores, palm weaver		Yes				13		
19	Female	35	Spanish	Domestic chores, palm weaver				1				
20	Female	62	Spanish	Domestic chores, palm weaver	Key participant	Yes		7	Yes	15		
23	Male	72	Spanish	Agriculture, palm weaver			Yes			3		
24	Male	70	Spanish	Agriculture, palm weaver				14				
25	Male	51	Spanish	Agriculture, mescal production, palm weaver				5				
26	Male	82	Spanish, Ixcatec	Agriculture, palm weaver	Key participant	Yes					4	
27	Male		Spanish	Agriculture, palm weaver				6				
28	Male	68	Spanish	Agriculture, palm weaver				4				
30	Male	59	Spanish	Agriculture, mescal production, palm weaver			Yes					
31	Male	57	Spanish	Shepherd	Key participant	Yes	Yes		Yes			
34	Female	48	Spanish	Domestic chores, palm weaver				5				
35	Male		Spanish	Student			Yes					
36	Female	70	Spanish	Domestic chores, palm weaver		Yes				7		
37	Female	46	Spanish	Commerce, domestic chores			Yes		Yes			
38	Female	18	Spanish	Student		Yes						
39	Female		Spanish	Domestic chores, palm weaver			Yes	20				
41	Female	34	Spanish	Domestic chores, palm weaver			Yes		Yes			

Table 1 Consultants' details and the activities in which they collaborated (*Continued*)

ID	Sex	Age	Language	Main activities	Participant type	Semistructured interviews	Free lists	Surveys 2012	In-depth interviews	Homegarden	Agricultural field	Mescal factory
42	Female	64	Spanish, Ixcatec	Domestic chores, palm weaver	Key participant	Yes	Yes	12		17		
43	Male		Spanish	Agriculture, mescal production, palm weaver		Yes						
46	Male	54	Spanish	Agriculture, palm weaver				15				
47	Female	41	Spanish	Domestic chores, palm weaver					Yes	10		
48	Female		Spanish	Domestic chores, palm weaver		Yes				12		
49	Male		Spanish	Commerce		Yes						
50	Female	41	Spanish	Commerce, domestic chores			Yes					
51	Female	35	Spanish	Domestic chores, palm weaver				6				
52	Male	76	Spanish, Ixcatec	Agriculture, palm weaver	Key participant	Yes	Yes	9		16		
53	Male		Spanish	Agriculture, palm weaver						12		
55	Male	32	Spanish	Agriculture, construction worker, palm weaver			Yes					
57	Female		Spanish	Domestic chores, palm weaver		Yes				9		
58	Female	41	Spanish	Domestic chores, palm weaver	Key participant	Yes	Yes	16				
59	Male	38	Spanish	Agriculture, palm weaver			Yes					
60	Female	83	Spanish	Domestic chores, palm weaver				11				
61	Female	88	Spanish, Ixcatec	Domestic chores, palm weaver				2				
63	Female	59	Spanish	Domestic chores, palm weaver		Yes					7	
64	Male		Spanish	Agriculture, mescal production, palm weaver, shepherd		Yes						
65	Male	73	Spanish	Agriculture, palm weaver		Yes		18	Yes			
66	Female	51	Spanish, Ixcatec	Domestic chores, palm weaver	Key participant	Yes	Yes	2				
67	Male	20	Spanish	Agriculture, palm weaver			Yes					
68	Male	61	Spanish	Agriculture, palm weaver		Yes						
69	Male		Spanish	Student			Yes					
70	Female	71	Spanish, Ixcatec	Domestic chores, palm weaver	Key participant	Yes	Yes	18		4		
72	Male	86	Spanish	Agriculture, palm weaver				11				
73	Female	82	Spanish, Ixcatec	Domestic chores, palm weaver	Key participant	Yes				5		
74	Male	38	Spanish	Agriculture, construction worker, palm weaver			Yes					
76	Female	65	Spanish	Domestic chores, palm weaver		Yes	Yes			3		
77	Male	38	Spanish	Agriculture, palm weaver			Yes					
78	Female	40	Spanish	Domestic chores, palm weaver				10				
79	Male	59	Spanish	Agriculture, mescal production, palm weaver, construction worker			Yes	20	Yes			5

Table 1 Consultants' details and the activities in which they collaborated (*Continued*)

ID	Sex	Age	Language	Main activities	Participant type	Semistructured interviews	Free lists	Surveys 2012	In-depth interviews	Homegarden	Agricultural field	Mescal factory
81	Female		Spanish	domestic chores, palm weaver			Yes					
82	Female	62	Spanish	Domestic chores, palm weaver		Yes				2		
83	Female	33	Spanish, Ixcatec	Domestic chores, palm weaver			Yes		Yes			
84	Male	14	Spanish	Palm weaver, student	Key participant	Yes				6		
85	Male		Spanish	Mescal production, palm weaver		Yes						
87	Female		Spanish	Domestic chores, palm weaver		Yes				9		
88	Male	57	Spanish	Agriculture, palm weaver			Yes					
89	Female	72	Spanish	Domestic chores, palm weaver			Yes					
90	Male	26	Spanish	Agriculture, palm weaver			Yes		Yes			
91	Male	80	Spanish	Agriculture, palm weaver			Yes	19				
93	Female	66	Spanish, Ixcatec	Domestic chores, palm weaver, shepherdess	Key participant	Yes	Yes	17		1		
95	Male	64	Spanish	Agriculture, mescal production, palm weaver	Key participant	Yes	Yes	7				
97	Female	79	Spanish, Ixcatec	Domestic chores, palm weaver	Key participant	Yes		14		11		
98	Male	88	Spanish, Ixcatec	Palm weaver	Key participant	Yes		3		14		
100	Female	84	Spanish, Ixcatec	Domestic chores, palm weaver	Key participant	Yes	Yes	4				
101	Female	94	Spanish, Ixcatec	Domestic chores, palm weaver		Yes						
102	Female	33	Spanish	Domestic chores, palm weaver				13				
103	Male	25	Spanish	Agriculture, shepherd	Key participant	Yes	Yes			15		
104	Female	39	Spanish	Domestic chores, palm weaver		Yes				1		
106	Male	55	Spanish	Agriculture, mescal production, palm weaver			Yes					
107	Male		Spanish	Agriculture				8				
108	Female	92	Spanish, Ixcatec	Domestic chores, palm weaver		Yes						
109	Female	32	Spanish	Domestic chores, palm weaver			Yes		Yes			
110	Female		Spanish	Nurse		Yes						
111	Female	24	Spanish	Domestic chores, nurse assistant		Yes						
113	Female	48	Spanish	Domestic chores, palm weaver		Yes			Yes	6		
114	Female	50	Spanish	Domestic chores, palm weaver					Yes			
115	Male	57	Spanish	Agriculture, palm weaver					Yes			
116	Female	55	Spanish	Domestic chores, palm weaver					Yes	18		

Table 1 Consultants' details and the activities in which they collaborated (*Continued*)

ID	Sex	Age	Language	Main activities	Participant type	Semistructured interviews	Free lists	Surveys 2012	In-depth interviews	Homegarden	Agricultural field	Mescal factory
117	Male	37	Spanish	Agriculture, palm weaver					Yes			
118	Male	31	Spanish	Agriculture, palm weaver					Yes			
119	Female	46	Spanish	Domestic chores, palm weaver					Yes			
120	Female	35	Spanish	Domestic chores, palm weaver					Yes			
121	Male	39	Spanish	Agriculture, construction worker, palm weaver					Yes			
122	Female	71	Spanish	Domestic chores, palm weaver					Yes			
123	Female	74	Spanish	Domestic chores, palm weaver					Yes	20		
124	Female		Spanish	Domestic chores, palm weaver					Yes			
125	Female	81	Spanish	Domestic chores, palm weaver					Yes	21		
126	Female	70	Spanish	Domestic chores, palm weaver					Yes			
127	Female	31	Spanish	Domestic chores, commerce					Yes			
129	Male		Spanish	Agriculture, mescal production								3
130	Male		Spanish	Agriculture, mescal production								4
131	Male		Spanish	Agriculture, mescal production								1

index [12, 15]. We performed Kruskal-Wallis tests in order to identify differences among scores of management intensity of plants with ceremonial, edible, and medicinal uses. With the data of selected species, we performed two PCA per use type, one with the variables of the management type matrix and the other with the sociocultural and ecological variables (Table 2); the scores were used as an index of management intensity and a risk index, respectively. The relationships between risk and management intensity were analyzed through regression analyses.

Partial canonical analyses were performed using canonical correspondence analysis (CCA) per use type, in order to identify which fraction of the variation in plant management is explained by sociocultural and ecological factors and the effect of the interaction between the two types of variables [12, 15, 16, 41]. For each analysis, we used three matrices, a Y matrix containing the response management variables, an X matrix with sociocultural explanatory variables, and a W matrix of the ecological explanatory variables. Through this method, we conducted partial analyses with different combinations of the matrixes of the explanatory variables: (1) CCA for matrix Y, (2) CCA with matrix Y explained by matrix X, (3) CCA with matrix Y explained by matrix W, and (4) CCA with matrix Y explained by the combined effect of the W + X matrices. The total constrained eigenvalue of

each analysis was tallied to evaluate how much the management intensity matrix is explained by the sociocultural and ecological variables.

For each analysis, the sum of all canonical eigenvalues divided by the sum of all canonical eigenvalues of the CA with management data allowed calculating the corresponding fraction of variation explained by the analysis. The significance of the models was estimated by permutation tests. All analyses were conducted through the R software [42]. In the PCA and CCA analyses of medicinal plants, *Agave potatorum* and *Quercus acutifolia* were excluded since these species were outliers.

Results

Ceremonial plants

We recorded 128 ceremonial plant species, 78 of them native or naturalized (Table 3); 22 species are considered by people to be basic for their life (Table 4). We recorded 48 species used for altars at homes for venerating Saints (Fig. 2). The most valuable species are those appreciated for their beauty and odor of their flowers (Table 5). As part of the communitarian celebrations, local people use 33 species as incense-like resin called copal (*Bursera* spp.), in the religious processions (*Litsea glaucescens*), and as ornaments offered to Saints (orchids, *Dasyllirion serratifolium*, *Tillandsia grandis*, *Beaucarnea stricta*) (Fig. 2).

Table 2 Criteria of variables considered for analyzing sociocultural and ecologic factors that influence management intensity

Matrix	Variables	Description	Criterion and values
Sociocultural (matrix X)	Uses number	Total number of registered uses	1 per use
	SI basic plants	Sutrop's cognitive prominence index of plants considered as basic to live in Ixcatlán	0–1; 0 is a value assigned when no consultant mentioned the plant, and 1 is a theoretical value that a plant could have if all consultants mentioned it at first rank [39]
	SI by use type	Sutrop's cognitive prominence index of plants by category (edible, medicinal, ceremonial)	0–1; 0 is a value assigned when no consultant mentioned the plant, and 1 is a theoretical value that a plant could have if all consultants mentioned it at first rank [39]
	Consumption	Proportion of families that have consumed the species for the analyzed use in the last 2 years	0–1
	Use frequency	Frequency of consumption per availability season/year for analyzed use (2)	0 = never been consumed; 1 ≤ 5 times in their life; 2 ≥ 5 times in their life but not regularly; 3 = 1 time every 2 availability seasons; 4 = 1 a 2 times by availability season; 5 = 3 a 10 times by availability season
	Recognized variants	Types or varieties recognized (1)	0 = no varieties are recognized; 1 = varieties are recognized for a plant, but each variety is a different species; 2 = varieties are recognized for a species but are used equally; 3 = varieties are recognized and have specialized use
	Economic interchange	Type of commercial exchange (1)	1 = direct consumption; 2 = bartering; 3 = sold inside the village by collectors of the community or comers who obtain it in other places; 4 = harvested inside the village and are marketed outside (plants or products)
	Reciprocity interchange	Type of exchange of reciprocity (1)	1 = direct consumption; 2 = it is given and received as a gift to/from others; 3 = it is offered in communal celebrations (harvested by sponsors celebration or families who offer the plants to sponsor celebration)
	Sociocultural strategies	Strategies to obtain the plant when scarce or unavailable (1)	0 = nothing; 1 = mobility; look elsewhere; 2 = substitution for other species or products; 3 = store them; 4 = ask someone to give them; 5 = seek to obtain it by barter; 6 = buy them
	Useful parts ^a	Number of useful parts	1 per used part
	Harvest effort ^a	Invested effort in harvest in a journey (1)	1 = opportunist; 2 = journey dedicated to harvest the species
	Ecological (Matrix W)	Tools for harvest ^a	Use of tools, supplies, and vehicles in harvest (1)
Abundance perception		Abundance perception in the territory (2)	1 = very abundant; 2 = abundant; 3 = regular abundance; 4 = scarce; 5 = rare
Vulnerability		Plant vulnerability to factors affecting productivity, quality, and survival (2)	1 = nothing affects and always produces the same; 2 = plague, drought, steady harvest, others
Life cycle		Life cycle type of the species	1 = annual; 2 = perennial
Reproduction		Reproduction type of the species	1 = sexual and asexual; 2 = sexual
Harvested parts		Harvested parts for all use types of the plant in function of survival, resprouting, and reproductive capacity after useful part harvest (1)	1 = living individual; 1 = dry branches; 2 = exudates, thorns; 3 = leaves; 4 = sprout; 5 = mature branches (lignified tissue/flowers); 6 = fruits, seeds; 7 = bark; 8 = all flowers/fruits of the season; 9 = main stalk; 9 = roots; 10 = complete individuals

Table 2 Criteria of variables considered for analyzing sociocultural and ecologic factors that influence management intensity (Continued)

Matrix	Variables	Description	Criterion and values
Management (Response matrix Y)	Nearness to harvest site ^a	Closeness perception of harvest sites to consumption site (2)	1 = far away; 2 = far; 3 = not too far; 4 = near; 5 = at hand
	Temporal availability ^a	Temporal availability of the useful part for the analyzed use (2)	1 = all year; 2 = months; 3 = weeks; 5 = days
	Collective regulations	Type of regulation for the harvest (1)	0 = without restrictions; 1 = there are "costumbres" traditions that indicate the techniques, quantity, and occasions of harvest; 2 = in addition to communal agreements aimed at regulating the access, they are aware that external institutions protect the species; 3 = complaints have been made or penalties imposed
	Management practices	Management practice type (1)	1 = gathering, forage; 2 = gathering with care to avoid damaging the plant; 3 = tolerance; 4 = enhancement; 5 = protection; 6 = transplanting of individuals; 7 = propagation
	Artificial selection	Selection of individuals and propagules (1)	0 = without selection; 1 = selection of individuals or parts that are collected for consumption; 2 = selection of tolerated, protected or enhanced individuals; 3 = selection of individuals from which seeds or cuttings are obtained to propagate
	Management in AFS	Species presence proportion in homegardens, agricultural fields, and mescal factories	0–3
	Practices number ^a	Number of management practices carried out	1 by type of practices
	Maintaining labors ^a	Type of labors carried out to protect, enhance, and cultivate	1 = prepare soil; fix to hosts; exclusion of predators with fences, cages; removal of competitors; pruning, removing dried or diseased leaves; mechanical support; addition of forest soil, sand, ash, residues of organic matter; addition of lime 2 = irrigation 3 = infrastructure and special equipment for maintenance
Management system type ^a	System type where plant is managed with respect to species natural distribution (1)	1 = wild vegetation where plants are distributed naturally; 2 = homegardens, gardens in mescal factories or "palenques," and agricultural fields, where plants are naturally distributed; 3 = homegardens, mescal factories, and agricultural fields, where plants have been carried; 4 = greenhouses and nurseries	

Numbers in variable description indicate the following: (1) addition of the different values registered for the species; (2) average of category values mentioned by consultants

^aVariables not included in principal component analysis and partial canonical analysis

Table 3 Management of native and naturalized species of Santa María Ixcatlán by use type

	Ceremonial	Edible	Medicinal
Only gathered	28	30	81
Tolerated	21	40	79
Enhancement	6	7	9
Protection	37	28	31
Transplanting	26	20	15
Propagation	18	11	12
Total	77	80	178

Brahea spp. leaves blessed are used for weaving shoes for dead people. The copal resin is used in praying, altars, processions, masses, and funerary rites and for protecting against "aires" (negative feelings, dangerous situations that may cause illnesses or accidents).

Commercialization of ceremonial wild plants is uncommon, except the resin of *Bursera* spp., which is used for celebrating the day of the dead. People used to share part of flowers collected in forests or managed in homegardens (mainly *Chiococca alba*, *Lindleya mespiloides*, orchids, and copal resin (*Bursera* spp.)) and give them as presents to people who organize the communitarian feasts. *Dasyllirion serratifolium*, *Beaucarnea stricta*, and *Tillandsia grandis* are involved in practices of reciprocity among most of the local households in communitarian feasts (Table 5).

Table 4 Native and naturalized plants of Santa María Ixcatlán with ceremonial, edible, and medicinal use

Family	Species	Voucher number ^a	Common name	Ceremonial use	Edible use	Medicinal use	Basic plant Sutrop index	Vegetation type ^b	Origin	Management practices	Management site with respect to natural distribution
Amaranthaceae	<i>Alternanthera caracasana</i> Kunth	ERL-21, SRL-93	Maravilla		Yes	0	Bal, Sol	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ	
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	SRL-79, SRL-80, SRL-1122, SRL-1141, ERL-74, ERL-102	Quelite tintonil		Yes	Yes	0.024	Bal, Sol, TS	Ixcatlán	Enhancement, forage, gathering, protection, tolerance, uproot	In situ
Amaranthaceae	<i>Chenopodium berlandieri</i> Moq.	SRL-1139	Quelite de manteca, flor de huizontle		Yes		0.006	Sol	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance	In situ
Amaranthaceae	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	ERL-32, ERL-33, ERL-168, RLF-89, SRL-1136	Epazote		Yes	Yes	0.065	Bal, Sol	Ixcatlán	Gathering, enhancement, protection, propagation, tolerance	In situ
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i> L.	RLF-60, RLF-242, SRL-90, SRL-378, SRL-1175	Gallitos		Yes	0	Bal, BEA, BN, Iz, Me, Palm	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ	
Anacardiaceae	<i>Actinocheta patentifolia</i> (Turcz.) Bullock	RLF-109, RLF-274, SRL-1183, SRL-1368	Tetlate		Yes	0	CaCe, Me, Iz, Palm	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Anacardiaceae	<i>Cyrtocarpa procera</i> Kunth	SRL-1358	Chupandio		Yes	0	CaCe	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Anacardiaceae	<i>Pistacia mexicana</i> Kunth	RLF-326, SRL-1211, SRL-1340, SRL-1523	Socoya		Yes	0	BG, CaCe, Iz, SB, Pal, Sol	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance	In situ	
Anacardiaceae	<i>Rhus chondroloma</i> Standl.	RLF-282, SRL-1222, SRL-1460	Zumaque		Yes	Yes	0.007	BEA, BEC, Me, Pal, SB, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance	In situ
Anacardiaceae	<i>Rhus standleyi</i> F.A. Barkley	RLF-59, RLF-255, SRL-269, SRL-472, SRL-1248, SRL-1470	Encino chaparro, zomaque grueso		Yes	Yes	0.007	BEA, BEC, Iz, Me, Pal, Palm, Sol, TS	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ
Anacardiaceae	<i>Rhus virens</i> Lindl. ex A.Gray	RLF-58, RLF-219, SRL-275, SRL-468, SRL-1218	Zumaque		Yes	Yes	0.007	BEA, BN, Iz, Me, BB, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance	In situ
Aplacae	<i>Eryngium bonplandii</i> F. Delaroché	RLF-6, SRL-132, SRL-384, SRL-1247	Ojo de gallo		Yes	0	BEA, Paz	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Aplacae	<i>Eryngium comosum</i> F. Delaroché	RLF-127	espínuda		Yes	0	Me	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Aplacae	<i>Eryngium pectinatum</i> C. Presl ex DC.	RLF-52, SRL-315			Yes	0	BEA, BEC	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold	SRL-1336			Yes	0	CaCe	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Apocynaceae	<i>Matelea purpusii</i> Woodson	SRL-1123	Tecacholo		Yes	Yes	0	BEA, Pal, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, tolerance, propagation	In situ
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	Photo record	Cacaloscuhil	Yes		0	CaMy, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, propagation	Ex situ, in situ	
Arecaceae	<i>Brahea dulcis</i> (Kunth) Mart.	RLF-155, RLF-191, SRL-462, SRL-463, SRL-1192, SRL-1193	Palma criolla	Yes	Yes	Yes	0.106	BEA, BEC, BG, BN, Iz, Me, Pal, Palm, Sol, TS	Ixcatlán	Enhancement, forage, gathering, protection, tolerance, transplanting of individuals	In situ
Arecaceae	<i>Brahea dulcis</i> x <i>B. calcarea</i> Mart. x Liebm.	SRL-1229	Palma media sierra	Yes		0	BEA	Ixcatlán	Gathering, protection	In situ	

Table 4 Native and naturalized plants of Santa María Ixcatlán with ceremonial, edible, and medicinal use (Continued)

Family	Species	Voucher number ^a	Common name	Ceremonial use	Edible use	Medicinal use	Basic plant Sutrop index	Vegetation type ^b	Origin	Management practices	Management site with respect to natural distribution
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia tetraliflora</i> Pfeiffer	SRL-1130	Orejita de ratón		Yes	0	Sol, TS	Ixcatlán	Gathering, tolerance, uproot	In situ	
Asparagaceae	<i>Agave kerchovii</i> Lem.	Photo record	Maguey rabo de león		Yes	0	Iz, Pal	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ	
Asparagaceae	<i>Agave potatorum</i> Zucc.	RLF-285, SRL-403, SRL-1209	Maguey papalomé		Yes	Yes	0.057	BEA, Iz, Me, Pal, Palm, SB, Sol, TS	Ixcatlán	Enhancement, forage, gathering, protection, propagation, tolerance, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Asparagaceae	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck subsp. <i>tehuacanensis</i> (Karw. ex Salm-Dyck) García-Wend.	Photo record	Maguey cimarrón		Yes	Yes	0	BEA, BN, Pal, Palm, Sol, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, protection, tolerance, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Asparagaceae	<i>Agave scaposa</i> Gentry	Photo record	Maguey potrero		Yes	0.006	BEM, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ	
Asparagaceae	<i>Agave titanota</i> Gentry	SRL-404	Maguey tieso		Yes	0	Iz	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ	
Asparagaceae	<i>Agave triangularis</i> Jacobi	SRL-437	Maguey rabo de león, maguey tieso		Yes	0	Iz	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ	
Asparagaceae	<i>Agave vivipara</i> L.	SRL-235, SRL-1353, SRL-1389	Maguey espadín		Yes	0	CaCe, Iz, Pal, SB, Sol, TS	Ixcatlán	Gathering, protection, propagation	Ex situ, in situ	
Asparagaceae	<i>Beaucarnea stricta</i> Lem.	RLF-149	Sotol	Yes		0.005	Iz	Ixcatlán	Gathering, protection	In situ	
Asparagaceae	<i>Dasyllirion seranillofolium</i> (Karw. ex Schult. & Schult.f.) Zucc.	RLF-156, SRL-420, SRL-1473, SRL-1521	Cucharilla, manita	Yes	Yes	0.010	BG, Me	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ	
Asparagaceae	<i>Echeandia paniculata</i> Rose	SRL-442, SRL-1114	Cebolla de cacalote		Yes	Yes	0	BEA, Iz, Me	Ixcatlán	Gathering	In situ
Asparagaceae	<i>Nolina longifolia</i> (Karw. ex Schult. & Schult.f.) Hemsl.	SRL-228	Sotol	Yes		0	BEA, Me	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Asparagaceae	<i>Yucca periculosa</i> Baker	SRL-1505	Tohuizote		Yes	0	AA	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	RLF-13, RLF-56, RLF-249, SRL-438, SRL-465, SRL-1307	Tronadora		Yes	0	BEA, BN, Iz, Me	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ	
Boraginaceae	<i>Antiphyllum caespitosum</i> L.M. Johnston	RLF-125, SRL-99, SRL-1400, SRL-1466	Semonilla		Yes	0	BN, Me, Palm	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i> L.	SRL-1536	Mostaza		Yes	0	Bal, Sol, TS	Naturalized, from other continents	Gathering, tolerance, uproot	Ex situ	
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	SRL-182, SRL-1324	Lentejilla		Yes	0	Bal, Sol	Naturalized, from other continents	Gathering, tolerance, uproot	Ex situ	
Brassicaceae	<i>Descurainia virgata</i> (E. Fourn.) O.E. Schulz	SRL-35	Mostaza		Yes	0	Bal, Sol	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ	
Brassicaceae	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	RLF-309, SRL-39, SRL-1131	Jaramón		Yes	0	Bal, Sol, TS	Naturalized, from other continents	Forage, gathering, tolerance, uproot	Ex situ	

Table 4 Native and naturalized plants of Santa María Ixcatlán with ceremonial, edible, and medicinal use (Continued)

Family	Species	Voucher number ^a	Common name	Ceremonial use	Edible use	Medicinal use	Basic plant Sutrop index	Vegetation type ^b	Origin	Management practices	Management site with respect to natural distribution
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i> L.	ERL-109, RLF-70, RLF-103, RLF-179, SRL-1320	Lentejilla		Yes	0	Bal, BEA, Sol	Ixcatlán	Forage, gathering, protection, tolerance	In situ	
Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	SRL-199	Berro		Yes	0.002	VR	Naturalized, from other continents	Gathering	In situ	
Bromeliaceae	<i>Catopsis compacta</i> Mez	RLF-335, SRL1253	Soluche de jarrita	Yes		Yes	0	BEA, Iz, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Bromeliaceae	<i>Tillandsia ayrostachys</i> E.Morren ex Baker	SRL-1492		Yes		0	Me	Ixcatlán	Gathering, transplanting of individuals	In situ	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia bourgaei</i> Baker	SRL-1197	Soluche blanco		Yes	0	BEA	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia grandis</i> Schtidl.	SRL-1472	Jarrita	Yes		0	CaCe, Me, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia gymnotrya</i> Baker	SRL-1201, SRL-1435	Soluche blanco, soluche de flor colorada	Yes	Yes	Yes	0	BEM	Ixcatlán	Gathering	In situ
Bromeliaceae	<i>Tillandsia juncea</i> (Ruiz & Pav.) Poir.	RLF-81, SRL-1246, SRL-1254	Soluche	Yes		0	BEA, Sol	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia macdougallii</i> L.B.Sm.	RLF-84, SRL-224, SRL-1242, SRL-1250	Soluche		Yes	0	BEA, Pal, Sol, VR	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	SRL-211	Soluchito			Yes	0	Palm, Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> sp.	SRL-1252	Soluche cimarrón, soluche itxludo	Yes		0	BEA, Pal	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> sp.	SRL-1243	Soluche	Yes	Yes	0	BEA	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	SRL-138, SRL-1245	Apasle	Yes		0	BEA, BEM, Pal, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, propagation, transplanting of individuals	Ex situ, in situ	
Buddlejaceae	<i>Buddleja parviflora</i> Kunth	ERL-197, SRL-371, SRL-1207, SRL-1522	Lengua de vaca, tepozán			Yes	0	BEA, BG, Palm, Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ
Burseraceae	<i>Bursera biflora</i> (Rose) Standl.	RJS-11, RLF-122, SRL-1219	Copal colorado, copal amarillo, copal citlolo	Yes		Yes	0	Iz, Me, SB	Ixcatlán	Gathering, protection, propagation, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	SRL-349	Copaillo	Yes		0	Me	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ	
Burseraceae	<i>Bursera pontiveteris</i> Rzed., Calderón & Medina	SRL-1271	Copaillo blanco	Yes		0	Me	Ixcatlán	Gathering, protection	In situ	
Burseraceae	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.	SRL-1367	Aceitillo			Yes	0	CaCe	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Cactaceae	<i>Ferocactus recurvus</i> (Mill.) Borg	SRL-1419	Bizniaga grande		Yes	0	0	Paz, Sol, TS	Ixcatlán	Gathering, protection, tolerance, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Cactaceae	<i>Ferocactus macrodiscus</i> (Mart.) Britton & Rose	SRL-402	Bizniaga		Yes	0	0	Paz, Sol	Ixcatlán	Forage, gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ

Table 4 Native and naturalized plants of Santa María Ixcatlán with ceremonial, edible, and medicinal use (Continued)

Family	Species	Voucher number ^a	Common name	Ceremonial use	Edible use	Medicinal use	Basic plant Sutrop index	Vegetation type ^b	Origin	Management practices	Management site with respect to natural distribution
Cactaceae	<i>Mammillaria haageana</i> Pfeiff.	SRL-387, SRL-1480	Bizniaga chiquita	Yes	Yes	0	0	BEA, Iz, Me, Palm, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Cactaceae	<i>Mammillaria sphacelata</i> Mart.	Photo record	Bizniaga	Yes	Yes	0	0	BEA, BN, Me, Pal, Sol, TS	Ixcatlán	Gathering, protection, tolerance, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Cactaceae	<i>Opuntia depressa</i> Rose	SRL-238	Nopal de coyote			Yes	0	BEA, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance	In situ
Cactaceae	<i>Opuntia lasiocantha</i> Pfeiff.	SRL-477	Nopal pachón		Yes	0.042	0	Sol, TS	Ixcatlán	Gathering, protection, propagation, tolerance, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Cactaceae	<i>Opuntia</i> sp.	Photo record	Nopal de coyote, nopal tuna roja		Yes	0	0	Palm, Sol	Ixcatlán	Gathering, forage, propagation, tolerance, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Cannabaceae	<i>Celtis caudata</i> Planch.	ERL-79, ERL-155, ERL-194, ERL-222, SRL-1475	Malintze, morallilo		Yes	0	0	Me, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, tolerance	In situ
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium murale</i> L.	RLF-184, SRL-194, SRL-1121, SRL-1140, SRL-1321	Quelite de guajolote		Yes	Yes	0	Bal, Sol	Naturalized, from other continents	Forage, gathering, tolerance, uproot	Ex situ
Commelinaceae	<i>Tradescantia crassifolia</i> Cav.	SRL-149				Yes	0	Me	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae	<i>Ageratina espinosarum</i> (A.Gray) R.M.King & H.Rob.	RLF-36, SRL-114, SRL-291, SRL-325, SRL-363, SRL-1279				Yes	0	BEA, BEC, BG, BN, Iz, Me, Pal, Palm, Sol, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ
Compositae	<i>Ageratina maireiana</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	SRL-186, SRL-390	Hierba de ángel			Yes	0.014	BEA, Pal, Sol	Ixcatlán	Forage, gathering, protection, tolerance, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Compositae	<i>Ageratina</i> sp.	RLF-116, SRL-74	Hierba de ángel			Yes	0	Me, Sol	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Compositae	<i>Ageratina</i> sp.	SRL-208	Oreganillo		Yes	0	0	Pal, Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ
Compositae	<i>Ambrosia pilostachya</i> DC.	RLF-9			Yes	0	0	BEA, BN, Me, Paz	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae	<i>Baccharis salicina</i> Torr. & A.Gray	SRL-1151	Chamizo		Yes	0	0	BEA	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H.Rob. & Brettell	SRL-190, SRL-1531, ERL-27, ERL-83, ERL-190, ERL-218	Somiate		Yes	0.003	0	BG, Pal, Palm, Sol	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, transplanting of individuals	In situ
Compositae	<i>Bidens pilosa</i> L.	SRL-4, SRL-1285	Oaxaqueña		Yes	0	0	BG, Pal, Sol, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ
Compositae	<i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A.Gray	RLF-11, RLF-203, RLF-206, SRL-293, SRL-361, SRL-1276, ERL-101	Oreganillo, orejeta de ratón		Yes	0	0	BEA, BN, Iz, Me, Pal, Palm, Sol, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance	In situ
Compositae	<i>Chrysactinia mexicana</i> A.Gray	RLF-154, SRL-1163	Hierba de San Nicolás		Yes	0	0	Palm	Ixcatlán	Gathering, protection	In situ
Compositae	<i>Cirsium mexicanum</i> DC.	SRL-435	Lechuga cimarrón		Yes	0	0	BG, Pal	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Compositae	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	ERL-4, ERL-166, ERL-167, SRL-45, SRL-47	Jazmín	Yes		0	0	Sol	Naturalized-from other parts of Mexico	Gathering, enhancement, protection, propagation, tolerance	Ex situ

Table 4 Native and naturalized plants of Santa María Ixcatlán with ceremonial, edible, and medicinal use (Continued)

Family	Species	Voucher number ^a	Common name	Ceremonial use	Edible use	Medicinal use	Basic plant Sutrop index	Vegetation type ^a	Origin	Management practices	Management site with respect to natural distribution
Compositae	<i>Dahlia apiculata</i> (Sheff) P.D.Sorensen	RLF-259, SRL-91, SRL-1199, ERL-133, ERL-148	Dalia coriente, ticurrichi	Yes			0	BEA, BEM, Pal, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, propagation, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Compositae	<i>Dahlia coccinea</i> Cav.	RLF-96, RLF-260, SRL-423, SRL-1160, SRL-1186	Dalia	Yes			0	BEA, BEM, BG, Me, Pal, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, propagation, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Compositae	<i>Gnaphalium</i> sp.	SRL-297				Yes	0	Paz	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae	<i>Grindelia inuloides</i> Willd.	RLF-14, SRL-66, SRL-107, SRL-278, SRL-295, SRL-365, SRL-1547	Árnica			Yes	0.029	BEA, BN, Pal, Palm, Paz, Sol	Ixcatlán	Enhancement, gathering, protection, propagation, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Compositae	<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.	RLF-72, RLF-121, SRL-75, SRL-290, SRL-1117, SRL-1287, ERL-25	Cerilla, popote			Yes	0.002	Bal, BEA, BN, Iz, Me, Pal, Palm, Sol, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ
Compositae	<i>Helium mexicanum</i> Kunth	RLF-25, SRL-1116, SRL-1134	Chiche de perro			Yes	0	BEA, Palm	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae	<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.	RLF-300, SRL-2	Oaxaqueña			Yes	0	Iz, Sol	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae	<i>Neurolepa lobata</i> (L.) R.Br. ex Cass.	SRL-198	Naranjillo	Yes		Yes	0	VR	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae	<i>Parthenium bipinnatifidum</i> (Ortega) Rollins	ERL-9, RLF-87, RLF-178, SRL-94, SRL-82, SRL-445, SRL-1325	Hierba cenizo			Yes	0	Sol	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ
Compositae	<i>Parthenium tomentosum</i> DC.	SRL-1213, SRL-1375	Palo prieto			Yes	0	CaCe, SB	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae	<i>Perymenium</i> sp.	RLF-251	Cahual			Yes	0	Iz	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Compositae	<i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) Less.	RLS-8, SRL-407, SRL-1526	Chipule			Yes	0	Bal, BG, Iz, Paz	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae	<i>Piqueria trinervis</i> Cav.	RLF-8				Yes	0	BEA	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Compositae	<i>Paraphyllum linaria</i> (Cav.) DC.	RLF-18, SRL-158, SRL-357, SRL-1150, ERL-141	Pepitza			Yes	0	BEA, BN, Me, Palm, Paz, Sol, TS	Ixcatlán	Gathering, protection, propagation, tolerance, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Compositae	<i>Paraphyllum ruderale</i> subsp. <i>macrocephalum</i> (DC.) R.L.Johnson	RLF-318, SRL-1539	Papaloquite			Yes	0.004	Me, Sol	Ixcatlán	Enhancement, gathering, protection, propagation, tolerance, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Compositae	<i>Pycnallium paucicapitatum</i> (B.L.Rob. & Greenm.) H.Rob. & Brettell	RLF-193, SRL-1159	Hierba de camote de venado			Yes	0	BEA, Iz	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Compositae	<i>Roldana ehrenbergiana</i> (Klatt) H.Rob. & Brettell	SRL-1152	Hierba de perro			Yes	0	BEA	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	RLF-42, SRL-12, SRL-1179	Ojo de gallo			Yes	0	Me, Palm, Sol, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ
Compositae	<i>Senecio praecox</i> (Cav.) DC.	ERL-191, SRL-1487	Consuelia, pata de león			Yes	0	Me, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ

Table 4 Native and naturalized plants of Santa María Ixcatlán with ceremonial, edible, and medicinal use (Continued)

Family	Species	Voucher number ^a	Common name	Ceremonial use	Edible use	Medicinal use	Basic plant Sutrop index	Vegetation type ^a	Origin	Management practices	Management site with respect to natural distribution
Compositae	<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) L.	ERL-10, SRL-1126	Chicoria			Yes	0	Sol	Naturalized, from other continents	Gathering, tolerance, uproot	Ex situ
Compositae	<i>Stevia lucida</i> Lag.	SRL-332, SRL-339	Chamalacate	Yes			0	BN, Iz, Me, Palm, TS	Ixcatlán	Gathering, forage, tolerance, uproot	In situ
Compositae	<i>Stevia</i> sp.	RLF-170, RLF-183, SRL-32, SRL-97, SRL-1281	Cahual delgado			Yes	0	BN, Pal, Sol, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance	In situ
Compositae	<i>Stevia</i> sp.	RLF-276	Cahual prieto			Yes	0	BEA, Pal	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae	<i>Stevia</i> sp.	SRL-1262		Yes		Yes	0	Me	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae	<i>Stevia</i> sp.	SRL-1295				Yes	0	Pal	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Compositae	<i>Stevia caracasana</i> DC.	RLF-211, SRL-1289, SRL-1293, SRL-1402		Yes			0	Iz, Pal, Palm	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ
Compositae	<i>Tagetes erecta</i> L.	ERL-12, ERL-62, ERL-117, ERL-118, ERL-134, ERL-149, ERL-151, ERL-152, ERL-159, SRL-7, SRL-408, SRL-1142	Cempasuchi	Yes			0.003	Sol, TS	Naturalized, from other parts of Mexico	Enhancement, protection, propagation, tolerance, transplanting of individuals	Ex situ
Compositae	<i>Tagetes lucida</i> Cav.	RLF-3, SRL-377, SRL-1232, SRL-1426	Pericón	Yes	Yes	Yes	0.003	BEA, Paz	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae	<i>Tagetes lunulata</i> Ortega	ERL-137	Cempasuchi chiquito	Yes			0	Sol	Ixcatlán	Gathering, enhancement, forage, protection, tolerance	In situ
Compositae	<i>Taraxacum campyloides</i> G.E.Haglund	ERL-106, SRL-89	Achicoria			Yes	0	Sol	Naturalized, from other continents	Gathering, tolerance, uproot	Ex situ
Compositae	<i>Tridax coronopifolia</i> (Kunth) Hemsl.	SRL-104				Yes	0	BN	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	RLF-227, SRL-164, SRL-1277, SRL-1302	Chimalacate	Yes	Yes	Yes	0	BEA, BEC, BG, Iz, Me, Pal, Sol, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ
Compositae	<i>Viguiera grammatoglossa</i> DC.	RLF-233, RLF-298, SRL-347, SRL-1286	Cahual prieto			Yes	0	BG, Iz, Me, Pal, Palm, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ
Compositae	<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.	RLF-12, RLF-234, SRL-367, SRL-1173, SRL-1261, SRL-1317	Gallito	Yes		Yes	0	BEA, BN, Iz, Me, Palm, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ
Compositae		SRL-1214	Jazmincillo, cahual blanco	Yes			0	SB	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae		SRL-1372				Yes	0	CaCe	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae		ERL-121, SRL-1275	Cahual prieto			Yes	0	Pal, Sol, VR	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ
Compositae		SRL-1478	Hierba de ángel, oaxaqueña			Yes	0	BEA	Ixcatlán	Gathering	In situ
Compositae		SRL-1339	Cempasuchi de molito de campo			Yes	0	CaCe	Ixcatlán	Gathering	In situ
Convolvulaceae	<i>Dichondra argentea</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	RLF-71, SRL-134, SRL-167	Oreja de ratón			Yes	0	BEA, BEC, BN, Me, Palm	Ixcatlán	Gathering	In situ
Convolvulaceae	<i>Ipomoea aff. populina</i> House	SRL-1306	Jicama		Yes		0	Me	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ

Table 4 Native and naturalized plants of Santa María Ixcatlán with ceremonial, edible, and medicinal use (Continued)

Family	Species	Voucher number ^a	Common name	Ceremonial use	Edible use	Medicinal use	Basic plant Sutrop index	Vegetation type ^b	Origin	Management practices	Management site with respect to natural distribution
Convolvulaceae	<i>Ipomoea canzattii</i> Greenm.	SRL-1491, SRL-1510	Jicama de cerro		Yes	0	CaMy, Me	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	ERL-14, RLF-44, RLF-45, SRL-145, SRL-448	Quiembra platos			Yes	0	BEA, Me, Paz, Sol, TS	Gathering, tolerance, uproot	In situ	
Crassulaceae	<i>Echeveria gigantea</i> Rose & Purpus	SRL-1313	Siempre viva grande, lengua de vaca, oreja de toro			Yes	0	MR, Sol	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ	
Crassulaceae	<i>Echeveria nodulosa</i> (Baker) Otto	SRL-356, SRL-1187, SRL-1255, SRL-1436	Siempre viva chiquita			Yes	0	BEA, Me, Iz, Palm, Sol	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ	
Crassulaceae	<i>Sedum dendroideum</i> Moc. & Sessé ex DC.	SRL-77, SRL-195, ERL-97, ERL-174	Siempre viva	Yes		Yes	0	NE, Sol	Gathering, protection, propagation, transplanting of individuals	Ex situ, in situ	
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pedatifolia</i> L.H.Bailey	ERL-120, RLF-268, SRL-1135	Calabacita amarga			Yes	0	Bal, Pal, Sol	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ	
Cucurbitaceae	<i>Cyclanthera dissecta</i> (Torr. & A.Gray) Arn.	SRL-151	Chayotito			Yes	0	Me, TS	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ	
Cucurbitaceae	<i>Schizocarpum filiforme</i> Schrad.	SRL-1260	Chayotito			Yes	0	Sol, TS	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ	
Cucurbitaceae	<i>Sicyos laciniatus</i> L.	ERL-100, RLF-90, SRL-14	Chayotillo, pegajosa			Yes	0	Sol, TS	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ	
Cupressaceae	<i>Juniperus flaccida</i> Schtdl.	ERL-187, RLF-126, RLF-134, SRL-123, SRL-412, SRL-1119	Nebro	Yes		Yes	0.053	BEA, BEC, BG, BN, Iz, Me, Pal, Palm, Sol, TS	Forage, gathering, protection, tolerance, transplanting of individuals	In situ	
Cupressaceae	<i>Taxodium huegelii</i> C.Lawson	SRL-210, SRL-434, SRL-1294	Sabino	Yes			0.004	BG, Pal, Palm, Sol	Gathering, protection, propagation, tolerance, transplanting of individuals	Ex situ, in situ	
Cyperaceae	<i>Carex</i> sp.	RLF-133	Pasto			Yes	0	Me	Forage, gathering	In situ	
Cyperaceae	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. & Schult.	RLF-138	Pasto de arroyo			Yes	0	VR	Gathering	In situ	
Ebenaceae	<i>Diospyros oaxacana</i> Standl.	SRL-1446	Zapotito		Yes		0	VR	Forage, gathering	In situ	
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	ERL-172, RLF-124, RLF-279, SRL-1477	Madrñoño, ollita	Yes		Yes	0.018	BEA, BEC, BEM, BN, Me, TS	Gathering, tolerance	In situ	
Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus tehuacanensis</i> Breckon	Photo record	Mala mujer			Yes	0	Iz, Palm	Gathering	In situ	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dioeca</i> Kunth	ERL-107, RLF-7, SRL-359	Celedonia			Yes	0	BEA, Sol	Gathering, tolerance, uproot	In situ	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia macropus</i> (Klotzsch & Garcke) Boiss.	SRL-1120	Hierba de chicle		Yes	Yes	0	Palm	Gathering	In situ	
Euphorbiaceae	<i>Jatropha neopauciflora</i> Pax	SRL-1357	Sangre de grado, acetillo			Yes	0	CaCe	Forage, gathering	In situ	
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	ERL-116, ERL-144, ERL-145, ERL-243, SRL-23, SRL-1129	Gría			Yes	0	Bal, Sol	Naturalized, from other continents	Enhancement, gathering, protection, tolerance, transplanting of individuals, uproot	In situ

Table 4 Native and naturalized plants of Santa María Ixcatlán with ceremonial, edible, and medicinal use (Continued)

Family	Species	Voucher number ^a	Common name	Ceremonial use	Edible use	Medicinal use	Basic plant Sutrop index	Vegetation type ^b	Origin	Management practices	Management site with respect to natural distribution
Fagaceae	<i>Quercus acutifolia</i> Née	SRL-1226, SRL-1516	Encino colorado	Yes		Yes	0.072	BEM	Ixcatlán	Forage, gathering, protection, transplanting of individuals, propagation	Ex situ, in situ
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i> Née	RLF-78, SRL-1233, SRL-1408, SRL-1425, SRL-1431	Encino prieto, encino blanco	Yes		Yes	0.056	BEA, BEM, BN, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance	In situ
Fagaceae	<i>Quercus conspersa</i> Benth.	SRL-1156	Encino colorado	Yes		Yes	0.072	BEM	Ixcatlán	Forage, gathering, protection	In situ
Fagaceae	<i>Quercus laeta</i> Liebm.	RLF-68, SRL-143, SRL-253, SRL-385, SRL-1230	Encino prieto, encino amarillo	Yes			0.140	BEA, BEC, Pal, Sol	Ixcatlán	Forage, gathering, protection, propagation, tolerance	Ex situ, in situ
Fagaceae	<i>Quercus liebrmannii</i> Oerst. ex Trel.	SRL-1107, SRL-1514	Encino amarillo	Yes			0.140	BEA, Me, Palm, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, protection, propagation, tolerance, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Fagaceae	<i>Quercus obtusata</i> Bonpl.	SRL-1423	Encino prieto	Yes			0.056	BEM	Ixcatlán	Forage, gathering, protection	In situ
Fagaceae	<i>Quercus polymorpha</i> Schtdl. & Cham.	SRL-1503	Encino prieto	Yes			0	BG, Pal	Ixcatlán	Forage, gathering, protection	In situ
Fagaceae	<i>Quercus urbanii</i> Trel.	RLF-161, SRL-252, SRL-475, SRL-1228	Encino cucharilla	Yes			0.074	BEA, BEC, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, protection, tolerance	In situ
Iridaceae	<i>Tigridia pavonia</i> (L.F) DC.	RLF-201		Yes			0	Iz	Ixcatlán	Gathering	In situ
Krameriaceae	<i>Krameria oytoides</i> Cav.	RLF-97, SRL-251, SRL-1265, SRL-1376	Chayotillo de burro, borreguito			Yes	0	Me, Palm	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Lamiaceae	<i>Clinopodium mexicanum</i> (Benth.) Govaerts	RLF-131, RLF-262, SRL-1190, SRL-1280, SRL-1403	Chipito		Yes	Yes	0	BEA, Me, Pal, Sol, VR	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Lamiaceae	<i>Hypsis</i> sp.	SRL-209				Yes	0	Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R.Br.	SRL-1315		Yes				Sol	Naturalized, from other continents	Gathering, enhancement, protection, propagation, tolerance	Ex situ
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i> L.	ERL-80, RLF-64, SRL-29, SRL-1146	Marrubio			Yes	0	Bal, Pal, Sol	Naturalized, from other continents	Gathering, tolerance, uproot	In situ
Lamiaceae	<i>Salvia candicans</i> M.Martens & Galeotti	SRL-155, SRL-1456				Yes	0	Me	Ixcatlán	Gathering	In situ
Lamiaceae	<i>Salvia oaxacana</i> Fernald	RLF-232, SRL-1161, SRL-1188	Mirto cimaron			Yes	0	BEA	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Lamiaceae	<i>Salvia purpurea</i> Cav.	RLF-1, RLF-194, SRL-116, SRL-273, SRL-1195, SRL-1202, SRL-1397, SRL-1420	Terciopelo	Yes		Yes	0	BEA, BEC, BN, Iz	Ixcatlán	Gathering	In situ
Lamiaceae	<i>Salvia sessel</i> Benth.	RLF-33, RLF-195, SRL-1162	Oaxaqueña			Yes	0	BEA, BEM	Ixcatlán	Gathering	In situ
Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.	Photo record	Mirto			Yes	0	Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ
Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.	SRL-140	Marrubio macho			Yes	0	BEA	Ixcatlán	Gathering	In situ
Lamiaceae	<i>Salvia thymoides</i> Benth.	RLF-245, SRL-1469	Oreganillo cenizo			Yes	0	Iz, Me	Ixcatlán	Gathering	In situ

Table 4 Native and naturalized plants of Santa María Ixcatlán with ceremonial, edible, and medicinal use (Continued)

Family	Species	Voucher number ^a	Common name	Ceremonial use	Edible use	Medicinal use	Basic plant Sutrop index	Vegetation type ^b	Origin	Management practices	Management site with respect to natural distribution
Lamiaceae	<i>Salvia tilifolia</i> Vahl	ERL-28-ERL-112, RLF-162, SRL-3	Chia		Yes	0	Bal, Sol, TS	Ixcatlán	Gathering, tolerance, uproot	In situ	
Lamiaceae	<i>Salvia circhinata</i> Cav.	RLF-215, SRL-1291				Yes	Iz, Palm	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	SRL-1157, SRL-1515	Laurel	Yes	Yes	0.010	BEA	Ixcatlán	Gathering, propagation	In situ	
Leguminosae	<i>Calliandra</i> sp.	SRL-276	Guaje de gamito		Yes	0	BEA, BEC, BG, BN, Me	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ	
Leguminosae	<i>Crotalaria pumila</i> Ortega	SRL-103, SRL-364				Yes	BN, Palm	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ	
Leguminosae	<i>Dalea carthagensis</i> (Jacq.) J.F.Macbr.	RLF-115, RLF-168, RLF-222, SRL-154, SRL-417, SRL-1185, SRL-1299	Hierba de Obo			Yes	BG, Iz, Me, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ	
Leguminosae	<i>Dalea</i> sp.	SRL-348			Yes	0	Me	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Leguminosae	<i>Dalea tomentosa</i> (Cav.) Willd.	RLF-214, SRL-214				Yes	BN, Iz, Palm	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ	
Leguminosae	<i>Desmanthus</i> sp.	RLF-225	Tepeguaje cimarrón		Yes	0	Iz	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ	
Leguminosae	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	SRL-368	Guajito de gabito		Yes	0	Palm	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Leguminosae	<i>Leucaena</i> sp.	SRL-1158	Guaje de gamito		Yes	0	BEA	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Leguminosae	<i>Lupinus leptophyllus</i> Cham. & Schtdl.	SRL-1410		Yes		0	BEA	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Leguminosae	<i>Phaseolus</i> sp.	SRL-1206	Ejote de venado		Yes	0	BEA	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ	
Leguminosae	<i>Piscidia grandifolia</i> (Donn.Sm.) L.M.Johnst.	SRL-1210				Yes	0	SB	Ixcatlán	Gathering	In situ
Leguminosae	<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M.C.Johnst.	SRL-1388	Mezquite		Yes	Yes	0	Pal, SB, Sol	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance	In situ
Leguminosae	<i>Senna guatemalensis</i> (Donn.Sm.) H.S.Irwin & Barneby	RLF-246, RLF-295		Yes		Yes	0	Iz	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Leguminosae	<i>Trifolium</i> sp.	SRL-375				Yes	0	BEA	Naturalized, unknown origin	Forage, gathering	Ex situ
Leguminosae	<i>Zornia reticulata</i> Sm.	SRL-300				Yes	0	Paz	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Leguminosae		SRL-1212	Tepeguaje			Yes	0	SB	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Leguminosae		SRL-1217				Yes	0	SB	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Linaceae	<i>Linum</i> sp.	RLF-175				Yes	0	Palm, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i> Willd.	RLF-54, RLF-94, SRL-428	Pegajosa			Yes	0	Bal, BEA, BG	Ixcatlán	Gathering, tolerance, uproot	In situ
Lythraceae	<i>Cuphea</i> sp.	RLF-100, RLF-143, RLF-172, SRL-20, SRL-350, SRL-1178		Yes		Yes	0	Me, Sol, Palm, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ
Lythraceae	<i>Cuphea</i> sp.	SRL-25		Yes		0	0	BN, Palm, Sol	Ixcatlán	Gathering	In situ
Lythraceae	<i>Cuphea</i> sp.	SRL-105, SRL-296		Yes		0	0	BEA, BN, Paz	Ixcatlán	Gathering	In situ

Table 4 Native and naturalized plants of Santa María Ixcatlán with ceremonial, edible, and medicinal use (Continued)

Family	Species	Voucher number ^a	Common name	Ceremonial use	Edible use	Medicinal use	Basic plant Sutrop index	Vegetation type ^b	Origin	Management practices	Management site with respect to natural distribution
Malpighiaceae	<i>Bunchosia</i> sp.	SRL-451	Huevo de gato		Yes	0	Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ	
Malpighiaceae	<i>Galphimia multicaulis</i> A.Juss.	RLF-65, RLF-293, SRL-1177	Flor de chivo	Yes		0	BEA, BEC, Iz, Me, Palm	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ	
Malpighiaceae	<i>Gaudichaudia galeottiana</i> (Nied.) Chodat	RLF-241				Yes	0	Iz	Ixcatlán	Gathering	In situ
Malpighiaceae	<i>Malpighia galeottiana</i> A.Juss.	SRL-362, SRL-471, SRL-1272	Nanche		Yes	0	Me, Palm, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance	In situ	
Malvaceae	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schtdl.	RLF-67, RLF-277, SRL-6, SRL-446, SRL-1125	Quelite de malva, violeta		Yes	Yes	0	Bal, BEA, Pal, Sol, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ
Malvaceae	<i>Malva parviflora</i> L.	ERL-30, ERL-90, SRL-205, SRL-1124, SRL-1143	Malva			Yes	0	Bal, Sol, TS	Naturalized, from other continents	Enhancement, forage, gathering, tolerance, uproot	In situ
Martyniaceae	<i>Proboscidea louisianica</i> (Mill.) Thell.	SRL-1318	Cuerno de toro		Yes	0	0	Bal, Palm, Sol, TS	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ
Meteoriaceae	<i>Meteorium depeii</i> (Hornsch. ex Müll. Hal.) Mitt.	SRL-1432	Musgo	Yes		0	0	BEA, BM, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Moraceae	<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Mart. ex Miq.	SRL-76, SRL-1171	Amate		Yes	0.006	Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ	
Moraceae	<i>Morus celtidifolia</i> Kunth	ERL-55, ERL-78, ERL-55, ERL-78, ERL-124, ERL-128, ERL-129, ERL-214, ERL-220, ERL-221, SRL-55, SRL-1517	Moral, moreta		Yes	0.051	AA, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, tolerance	In situ	
Nyctaginaceae	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	ERL-29, ERL-99, SRL-11, SRL-421, SRL-1145	Hierba cuchí, maravilla			Yes	0.003	Bal, BG, Sol	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ
Onagraceae	<i>Gaura coccinea</i> Nutt. ex Pursh	SRL-17, SRL-411	Gradiolita			Yes	0	Bal, Sol	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ
Onagraceae	<i>Oenothera pubescens</i> Willd. ex Spreng.	RLF-76, RLF-113, SRL-22, SRL-40, SRL-150, SRL-213	Campanita grande			Yes	0	Bal, BEA, Me, Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance, uproot	In situ
Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> L'Her. ex Aiton	SRL-1127, SRL-1322	Sanguinaria			Yes	0	Bal, Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance, uproot	In situ
Orchidaceae	<i>Barkeria lindleyana</i> subsp. <i>vanneriana</i> (Rchb.f.) Thien	SRL-1509	Monjita de Peña	Yes		0	CaMy	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ	
Orchidaceae	<i>Dichromanthus cinnabarinus</i> (Lex.) Garay	RLF-223, RLF-289, SRL-1155, SRL-1172	Cola de león	Yes		Yes	0	BEA, Iz, Palm	Ixcatlán	Gathering	In situ
Orchidaceae	<i>Encyclia hanburyi</i> (Lindl.) Schltr.	SRL-1519	Monjita morada de campo	Yes		0	0	Me, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Orchidaceae	<i>Epidendrum radiolebens</i> (Ames, F.T.Hubb. & C.Schweinf.) Hägarter	RJS-3	Monjita colorada	Yes		0.002	0	BEA, BEM, Pal, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Orchidaceae	<i>Euchile karwinskii</i> (Mart.) Christenson	RJS-1	Monjita amarilla	Yes		Yes	0.002	BEA, Pal, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, propagation, transplanting of individuals	Ex situ, in situ

Table 4 Native and naturalized plants of Santa María Ixcatlán with ceremonial, edible, and medicinal use (Continued)

Family	Species	Voucher number ^a	Common name	Ceremonial use	Edible use	Medicinal use	Basic plant Sutrop index	Vegetation type ^b	Origin	Management practices	Management site with respect to natural distribution
Orchidaceae	<i>Laelia albida</i> Bateman ex Lindl.	ERL-126	Morjita blanca	Yes			0.002	Pal, Sol, TS	Ixcatlán	Gathering, protection, propagation, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Orchidaceae	<i>Laelia anceps</i> Lindl.	SRL-1541	Morjita morada	Yes			0.002	AA, Pal, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, propagation, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Orchidaceae	<i>Rhynchostele maculata</i> (Lex.) Soto Arenas & Salazar	ERL-173, SRL-1476	Morjita pinta	Yes			0.002	BEA, BEM, Pal, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Orchidaceae	<i>Spiranthes</i> sp.	RLF-208	Morjita de Peña	Yes			0	Iz	Ixcatlán	Gathering	In situ
Orobanchaceae	<i>Castilleja tenuifolia</i> M.Martens & Galeotti	SRL-117, SRL-223, SRL-329, SRL-1438, SRL-1485	Romero cimarrón	Yes		Yes	0	BEA, BN, Me, Palm	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Orobanchaceae	<i>Conopholis alpina</i> Liebm.	SRL-218, SRL-1481	Flor de elote			Yes	0	BEA, Pal	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Orobanchaceae	<i>Lamourouza dasyantha</i> (Cham. & Schtdl.) W.R.Ernst	SRL-1379, SRL-1429	Lisón	Yes			0	BEA, BEC, BEM, Me	Ixcatlán	Gathering	In situ
Orobanchaceae	<i>Lamourouza viscosa</i> Kunth	RLF-209, SRL-372, SRL-1292	Moco de pavo, flor de miel	Yes			0	Iz, Pal, Palm	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ
Oxalidaceae	<i>Oxalis aff. latifolia</i> Kunth	ERL-75, RLF-142, SRL-148	Coyule		Yes		0	Iz, Me, Sol, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, protection, tolerance	In situ
Oxalidaceae	<i>Oxalis aff. nelsonii</i> (Small) R.Knuth	SRL-1273	Coyule		Yes		0	Iz, Sol	Ixcatlán	Forage, gathering, protection, propagation	Ex situ, in situ
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	RLF-139	Coyule delgado		Yes		0	BEA, BEC, BN, Me	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> L.	ERL-244, RLF-180, SRL-455	Chicalote	Yes		Yes	0	Bal, Pal, Sol, TS	Ixcatlán	Gathering, tolerance, uproot	In situ
Passifloraceae	<i>Passiflora bryonioides</i> Kunth	SRL-1148	Granadilla		Yes		0	Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, tolerance	In situ
Passifloraceae	<i>Passiflora suberosa</i> L.	SRL-444, SRL-1164, SRL-1165				Yes	0	Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ
Passifloraceae	<i>Turnera diffusa</i> Willd. ex Schult.	SRL-1220, SRL-1356, SRL-1467	Tamorreal		Yes	Yes	0	CaCe, SB, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Phytolaccaceae	<i>Phytolaccaicosandra</i> L.	RLF-236				Yes	0	Iz	Ixcatlán	Gathering	In situ
Piperaceae	<i>Peperomia quadrifida</i> (L.) Kunth	ERL-146, SRL-1404, 1430	Verdolaga		Yes		0.014	BEM	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Plantaginaceae	<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst.	SRL-301, SRL-1132	Verdolaga de agua		Yes	Yes	0	Paz, VR	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Plantaginaceae	<i>Penstemon barbatus</i> (Cav.) Roth	RLF-23, RLF-49, SRL-133, SRL-464, SRL-1314	Bandera	Yes		Yes	0	BEA, Palm	Ixcatlán	Gathering	In situ
Plantaginaceae	<i>Russelia obtusata</i> S.F.Blake	RLF-263, SRL-234, SRL-342, SRL-424, SRL-1494	Bandera			Yes	0	BEA, BG, BN, Me	Ixcatlán	Gathering	In situ
Plantaginaceae		SRL-1198	Bandera			Yes	0	BEA	Ixcatlán	Gathering	In situ

Table 4 Native and naturalized plants of Santa María Ixcatlán with ceremonial, edible, and medicinal use (Continued)

Family	Species	Voucher number ^a	Common name	Ceremonial use	Edible use	Medicinal use	Basic plant Sutrop index	Vegetation type ^b	Origin	Management practices	Management site with respect to natural distribution
Poaceae	<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Hitchc.	RLF-137, SRL-260, SRL-413	Pasto			Yes	0.038	BEA, BG, Me, Paz	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Poaceae	<i>Setaria grisebachii</i> E.Fourn.	RLF-231, RLF-358	Pasto de semilla			Yes	0.038	Iz, Palm, Paz	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Poaceae		SRL-311	Pasto de semilla			Yes	0.038	Paz	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Polemoniaceae	<i>Loeselia caerulea</i> (Cav.) G.Don	RLF-265, SRL-96, SRL-353, SRL-1267, SRL-1282, SRL-1364, SRL-1401, SRL-1458				Yes	0	BEA, BN, CaCe, Me, Pal, Palm	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Polygalaceae	<i>Polygala scoparia</i> Kunth	RLF-224, RLF-287			Yes		0	BN, Iz	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Photo record	Verdolaga de suelo		Yes		0	Bal, Sol, TS	Ixcatlán	Enhancement, gathering, tolerance, transplanting of individuals, uproot	In situ
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L.	ERL-108, ERL-228, RLF-200, SRL-87, SRL-100, SRL-1133	Jabonera, hierba de pollo		Yes	Yes	0	Bal, BN, Iz, Palm, Sol, TS	Naturalized, from other continents	Gathering, tolerance	Ex situ
Pteridaceae	<i>Adiantum pairetii</i> Wikstr.	SRL-202, SRL-427			Yes		0	BG, VR	Ixcatlán	Gathering	In situ
Ranunculaceae	<i>Delphinium bicomutum</i> Hemsl.	SRL-1200	Conejito	Yes			0	BEA	Ixcatlán	Gathering	In situ
Ranunculaceae	<i>Thalictrum gibbosum</i> Lecoy.	RLF-212, RLF-302	Chichicaste			Yes	0	Iz	Ixcatlán	Gathering	In situ
Rhamnaceae	<i>Condalia mexicana</i> Schtdl.	RLF-86, SRL-457, SRL-1147	Espino capulín		Yes		0	Pal, Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ
Rosaceae	<i>Crataegus mexicana</i> Moc. & Sess. ex DC	SRL-1424	Tejocote		Yes		0.002	Paz, TS	Ixcatlán	Gathering, propagation, tolerance	In situ
Rosaceae	<i>Lindleya mespiloides</i> Kunth	SRL-1223, SRL-1493	Hierba de pajarito, campanita grande	Yes		Yes	0	Me, SB	Ixcatlán	Gathering	In situ
Rosaceae	<i>Malacomeles denticulata</i> (Kunth) G.N.Jones	RLF-10, RLF-243, SRL-261, SRL-338, SRL-474, SRL-1257, SRL-1258	Tlasiñe		Yes	Yes	0	BEA, BEC, BN, Iz, Me, Palm, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance	In situ
Rubiaceae	<i>Bouvardia longiflora</i> (Cav.) Kunth	Photo record	Huele de noche	Yes			0	Me	Ixcatlán	Gathering	In situ
Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schtdl.	RLF-41, RLF-166, SRL-262, SRL-334, SRL-1417	Ventorilla, flor de triste	Yes		Yes	0	BEA, BEC, Me, Palm, Paz, TS	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	SRL-336, SRL-470, SRL-1111, SRL-1331, SRL-1441	Campanita	Yes			0.002	CaCe, Me, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Rubiaceae	<i>Crusea</i> sp.	RLF-136, SRL-1180		Yes			0	Me, Palm	Ixcatlán	Gathering	In situ
Rubiaceae	<i>Galium</i> sp.	RLF-82, RLF-280, SRL-344				Yes	0	BEA, Me, Pal, Palm	Ixcatlán	Gathering	In situ
Rubiaceae	<i>Randia capitata</i> DC.	RLF-281, SRL-1208	Limoncito de coyote			Yes	0	BEA, Pal, VR	Ixcatlán	Gathering	In situ
Rutaceae	<i>Ptelea trifoliata</i> L.	ERL-196, RLF-27, RLF-308, SRL-274, SRL-466, SRL-467	Hierba de zorrillo			Yes	0.002	BEA, BEC, BG, BN, Iz, Me, Palm, Sol, TS	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ

Table 4 Native and naturalized plants of Santa María Ixcatlán with ceremonial, edible, and medicinal use (Continued)

Family	Species	Voucher number ^a	Common name	Ceremonial use	Edible use	Medicinal use	Basic plant Sutrop index	Vegetation type ^b	Origin	Management practices	Management site with respect to natural distribution
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp.	SRL-1348			Yes	0	CaCe	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Santalaceae	<i>Phoradendron</i> sp.	RLF-228, SRL-1268	Injerto		Yes	0	Iz, Me	Ixcatlán	Gathering, uproot	In situ	
Selaginellaceae	<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook. & Grev.) Spring	SRL-374, SRL-1497			Yes	0	BEA, Me	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	ERL-165, ERL-204	Chilar de monte		Yes	0.006	SB, Sol	Ixcatlán	Gathering	Ex situ, in situ	
Solanaceae	<i>Capsicum</i> sp.	RLF-135			Yes	0	Me	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Solanaceae	<i>Solanum procumbens</i> (Cav.) J.L.Gentry	SRL-180, SRL-1297	Hierba mora	Yes	Yes	0	Palm, Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ	
Solanaceae	<i>Lycianthes ciliolata</i> (M.Martens & Galeotti) Bitter	SRL-1149	Ojo de toro		Yes	Yes	0	BEA, BG, Pal, Palm, Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	ERL-37, RLF-105, SRL-171, SRL-1274	Gigante		Yes	0	Bal, Pal, Sol, TS	Naturalized, from other parts of American Continent	Gathering, tolerance	Ex situ	
Solanaceae	<i>Physalis philadelphica</i> Lam.	ERL-36, ERL-63, ERL-64, ERL-113, RLF-312, SRL-26, SRL-1138, SRL-1298	Miltomate, tomate, tomate de milpa	Yes	Yes	0	Sol, TS	Ixcatlán	Gathering, enhancement, protection, propagation, tolerance, transplanting of individuals	In situ	
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	SRL-1234	Ticungo		Yes	0	Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ	
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i> D.Don.	ERL-91	Tepozán		Yes	0	Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ	
Solanaceae	<i>Solanum lanceolatum</i> Cav.	ERL-195	Tepozán		Yes	0	BEA, BEC, BG, Palm, Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ	
Solanaceae	<i>Solanum lesteri</i> Hawkes & Hjert.	RLF-151	Hierba del tomate pinto		Yes	0	Paz	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Solanaceae	<i>Solanum rostratum</i> Dunal	SRL-380	Chicalote de burro		Yes	0	BEA	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Solanaceae	<i>Solanum rudepannum</i> Dunal	RLF-22, RLF-95, RLF-120, RLF-275, SRL-128, SRL-302	Tepozán		Yes	Yes	0	Sol, BEA, BEC, Me, Pal, Paz	Ixcatlán	Gathering	In situ
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i> sp.	SRL-161, RLF-303		Yes		0	BEA, Iz, Pal	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum majus</i> L.	ERL-18, ERL-89, RLF-182, SRL-60, SRL-196	Mastuerzo	Yes	Yes	0	Sol	Naturalized, from other parts of American Continent	Gathering, enhancement, protection, propagation, tolerance	Ex situ	
Urticaceae	<i>Parietaria pensylvanica</i> Muhl. ex Willd.	ERL-73, RLF-88, RLF-266, SRL-18	Paletaria		Yes	0	BEA, Pal, Sol, VR	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ	
Urticaceae	<i>Urena caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	SRL-1543	Chichicaste		Yes	0	Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance	In situ	
Verbenaceae	<i>Glandularia elegans</i> (Kunth) Umber	RLF-5, SRL-110, SRL-279, SRL-1326, SRL-1479			Yes	0	Bal, BEA, BN, Sol	Ixcatlán	Gathering	In situ	
Verbenaceae	<i>Lantana aphyllifolia</i> Desf.	RLF-61, RLF-62, SRL-109, SRL-152, SRL-369, SRL-1296	Hierba buena de monte		Yes	0	BEA, BN, Me, Pal, Palm	Ixcatlán	Forage, gathering, tolerance, uproot	In situ	

Table 4 Native and naturalized plants of Santa María Ixcatlán with ceremonial, edible, and medicinal use (Continued)

Family	Species	Voucher number ^a	Common name	Ceremonial use	Edible use	Medicinal use	Basic plant Sutrop index	Vegetation type ^b	Origin	Management practices	Management site with respect to natural distribution
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	RLF-197, SRL-115, SRL-459, SRL-1112, SRL-1154, SRL-1169, SRL-1365	Tiundica, siete negritos		Yes	Yes	0	BEA, BEC, BN, CaCe, Iz, Me, Palm, Sol	Ixcatlán	Forage, gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Verbenaceae	<i>Lantana velutina</i> M.Martens & Galeotti	ERL-185, RLF-31, RLF-204, SRL-272, SRL-1115, SRL-1168	Tiundica blanca, cinco negritos		Yes	Yes	0	BEA, BEC, BN, Iz, Me, Pal, Palm, Sol	Ixcatlán	Gathering, tolerance, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i> Kunth		Oreganillo, salvarreal de castilla		Yes	Yes	0	CaCe, Me, Pal	Ixcatlán	Forage, gathering	In situ
Verbenaceae	<i>Lippia oaxacana</i> B.L.Rob. & Greenm.	SRL-71, SRL-1378, SRL-1454, SRL-1549	Salvarreal		Yes	Yes	0.014	Me, Sol	Ixcatlán	Gathering, protection, transplanting of individuals	Ex situ, in situ
Vitaceae	<i>Cissus</i> sp.	RLF-101, RLF-173, SRL-1373, SRL-1535	Tripa de diablo			Yes	0	CaCe, Sol, TS	Ixcatlán	Gathering, tolerance, uproot	In situ
			Octavillo	Yes		0	BEM	Ixcatlán	Gathering	In situ	

^aKey to collector: ERL = Erandi Rivera Lozano; RIS = José Rosario Jiménez Salazar; SRL = Selene Rangel Landa; RLF = Ricardo Lemus Fernández

^bKey to vegetation type: AA = ancient settlements; Bal = urban secondary vegetation; BEA = *Quercus lebrmanni* and *Q. laeta* forest; BEC = *Quercus urbanii* forest; BEM = *Quercus* spp. forest; BG = gallery forest (*Taxodium huegelii*); BN = *Juniperus flaccida* forest; CaCe = *Cephalocereus columba-trajani* shrubland; CaMy = *Pseudomyroceres fulviceps* shrubland; Iz = izotal (shrubland dominated by rosettes); Me = Mexican; Pal = mescal factories; Palm = palm shrubland of *Brabea dulcis*; Paz = grassland; SB = tropical dry forest; Sol = homegardens; TS = agricultural fields; VR = riparian vegetation



Fig. 2 Ceremonial, edible, and medicinal plants of Santa María Ixcatlán community. **a** Offering “adornment” of *Brahea dulcis* leaves, *Euchiile karwinskii* flowers, *Litsea glaucescens* branches, and wasp honeycombs to San Ramón in Palm Sunday celebration. **b** *Beaucarnea stricta* arch to welcome the Saints in “posadas” celebrations. **c** *Tillandsia grandis* and *Dasyliirion serratifolium* arch to welcome the Saints in “posadas” celebrations. **d** *Bursera biflora* resin. **e** *Porophyllum ruderale* subsp. *macrocephalum* cultivated in a homegarden. **f** *Dysphania ambrosioides* transplanted in a bucket to protect it from animals and to facilitate its care. **g** Tender branches of *Amaranthus hybridus* collected during agricultural labor; **h** Boiled floral buds of *Dasyliirion serratifolium*. **i** *Grindelia inuloides* plant cultivated in a homegarden. **j** Red *Ricinus communis* variety managed in a homegarden. **k** White *Ricinus communis* variety. **l** Bunch of *Tagetes lucida* dry plants

Ornamenting of altars is mostly attended with plants cultivated in homegardens. Due to the scarcity of copal and other plants used in ceremonies, people practice gathering them in different sites throughout their territory (Tables 5 and 6). In addition, we recorded storing of copal resin for use throughout the year (Table 5).

Several species considered scarce in the wild are, however, enough for satisfying the needs of the community; this is particularly the case of *Tillandsia grandis* (Table 5). The availability of useful plants depends on seasonality, annual rainfall, and incidence of pests (Tables 5 and 6).

Gathering was the only practice for 28 ornamental species (Table 3); species used for ornamenting the altars are

gathered by women in areas close to the village, but plants used in communitarian celebrations, as well as the resin of *Bursera* spp., are carried out by men (Table 5). Journeys for gathering these products may take several hours or days and are considered dangerous activities, particularly those to obtain *Beaucarnea stricta*, *T. grandis*, and *Burmammia biflora* (Table 6). For the extraction of these plants, several techniques are common to prevent damage, such as leaving stems and main branches of the most valuable species (orchids, *B. biflora*, *B. stricta*, *C. alba*, and *L. glaucescens*). These techniques favor survival and resprouting of plants (Table 6). In total, 22 species that germinate and

Table 5 Sociocultural parameters estimated for species considered in in-depth studies

ID	Species	Us	SIB	SIU	Con	UF	Var	EI	RI	SCS	UP ^a	HEF ^b	HTo ^a
Ceremonial													
Bbif	<i>Bursera biflora</i> (Rose) Standl.	7	0	0.028	1	5	1	1, 3	1, 2, 3	1, 2, 3, 6	4	3	9
Blon	<i>Bouvardia longiflora</i> (Cav.) Kunth	1	0	0.006	0.01	3	0	1	1	0	2	1	1
Bstr	<i>Beaucarnea stricta</i> Lem.	2	0.005	0	1	4	0	1	1, 2, 3	1	1	2	4
Calb	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	3	0.002	0.066	0.99	4	0	1	1, 2	0	2	1	0
Dser	<i>Dasyllirion serratifolium</i> (Karw. ex Schult. & Schult.f.) Zucc.	5	0.010	0	1	4	2	1	1, 2, 3	1	2	3	7
Dspp	<i>Dahlia apiculata</i> (Sherff) P.D.Sorensen; <i>Dahlia coccinea</i> Cav.	2	0	0	0.12	4	1	1	1	0	2	1	1
Ekar	<i>Euchile karwinskii</i> (Mart.) Christenson	3	0.002	0.033	0.99	3.5	0	1	1, 3	0	2	3	5
Erad	<i>Epidendrum radioferens</i> (Ames, F.T.Hubb. & C.Schweinf.) Hágsater	2	0.002	0	0.85	3	0	1	1, 3	0	3	1	1
Lalb	<i>Laelia albida</i> Bateman ex Lindl.	2	0.002	0.052	0.77	4	0	1	1, 3	0	2	1	2
Ldas	<i>Lamourouxia dasyantha</i> (Cham. & Schldtl.) W.R.Ernst	2	0	0.039	0.17	3	2	1	1, 2	0, 2	2	1	3
Lgla	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	3	0.010	0	1	6	0	1	1, 2, 3	3, 4	1	3	3
Lmes	<i>Lindleya mespiloides</i> Kunth	2	0	0.015	0.05	4	0	1	1, 2	0, 2	2	1	1
Mdep	<i>Meteorium deppei</i> (Hornsch. ex Müll. Hal.) Mitt.	2	0	0	1	4	1	1	3	0, 2	1	2	6
Octa	"Octavillo"	2	0	0.025	0.01	2	0	1	1, 2	0, 1, 2	1	2	3
Prub	<i>Plumeria rubra</i> L.	2	0	0.007	0.05	2	2	1, 3	1	0	2	3	3
Rmac	<i>Rhynchosstele maculate</i> (Lex.) Soto Arenas & Salazar	2	0.002	0.005	0.92	2	0	1	1, 3	1	2	3	5
Spur	<i>Salvia purpurea</i> Cav.	3	0	0.016	0.05	3.3	2	1	1	0	2	1	1
Tgra	<i>Tillandsia grandis</i> Schldtl.	2	0	0.009	1	5	0	1	3	1	1	2	9
Tluc	<i>Tagetes lucida</i> Cav.	4	0.003	0.007	0.5	1	0	1	1, 2	0, 3	2	1	1
Tusn	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	5	0	0	1	3	0	1	1	0, 2	1	1	1
Edible													
Acris	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schldtl.	4	0	0.012	0.05	2	0	1	1	0	3	2	1
Ahyb	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	3	0.024	0.252	0.95	4.5	3	1, 3	1, 2	4	1	3	1
Aker	<i>Agave kerchovei</i> Lem.	4	0	0.015	0.2	3	0	1	1	0, 1	3	3	4
Apot	<i>Agave potatorum</i> Zucc.	8	0.057	0.072	0.25	3.5	2	1, 2, 3, 4	1, 2, 3	1, 4, 6	5	3	7
Bdul	<i>Brahea dulcis</i> (Kunth) Mart.	11	0.106	0.002	1	2	0	1, 2, 3, 4	1, 3	1, 3, 6	5	3	7
Cber	<i>Chenopodium berlandieri</i> Moq.	2	0.006	0.022	0.15	3	3	1	1, 2	0	1	3	1
Crme	<i>Crataegus mexicana</i> Moc. & Sess, ex DC	1	0.002	0.011	0.35	4	3	1, 2, 3	1, 2	0, 1, 2, 3, 6	1	2	1
Damb	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	3	0.065	0.024	1	6	3	1, 3	1, 2	3, 4, 6	2	2	1
Dser	<i>Dasyllirion serratifolium</i> (Karw. ex Schult. & Schult.f.) Zucc.	5	0.010	0.110	0.95	4	2	1	1, 2, 3	0, 1	2	3	7
Lgla	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	3	0.010	0.026	0.14	3.5	0	1	1, 2, 3	3, 4	1	3	3
Lspp	<i>Lantana camara</i> L.; <i>L. velutina</i> M.Martens & Galeotti	5	0	0	0.05	4.5	1	1	1	0	2	1	1
Mspp	<i>Mammillaria haageana</i> Pfeiff.; <i>Mammillaria sphaelata</i> Mart.	3	0	0	0.05	3.3	1	1	1, 2	0	2	1	1
Noff	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	1	0.002	0.013	0.15	2.5	0	1	1	0	1	1	1
Olas	<i>Opuntia lasiacantha</i> Pfeiff.	6	0.042	0.043	1	6	3	1, 3	1, 2	1, 2, 4, 6	5	3	5
Ospp	<i>Oxalis</i> aff. <i>latifolia</i> Kunth; <i>Oxalis</i> aff. <i>nelsonii</i> (Small) R.Knuth	2	0	0.007	0.45	3	1	1, 3	1, 2	0	1	3	1
Plin	<i>Porophyllum linaria</i> (Cav.) DC.	2	0	0.078	0.95	6	0	1, 3	1, 2	4, 6	3	1	1
Pole	<i>Portulaca oleracea</i> L.	3	0	0.010	0.05	4	0	1	1	0	1	3	1
Pphi	<i>Physalis philadelphica</i> Lam.	2	0	0.015	1	6	3	1, 2, 3	1, 3	2, 3, 5, 6	1	3	1
Pqua	<i>Peperomia quadrifolia</i> (L.) Kunth	2	0.014	0.070	0.95	4	3	1	1, 2	0	1	3	1
Prud	<i>Porophyllum ruderale</i> subsp. <i>macrocephalum</i> (DC.) R.R.Johnson	1	0.004	0.161	0.9	5	0	1, 3	1, 2	0	1	1	1

Table 5 Sociocultural parameters estimated for species considered in in-depth studies (*Continued*)

ID	Species	Us	SIB	SIU	Con	UF	Var	El	RI	SCS	UP ^a	HEF ^a	HTo ^a
Medicinal													
Amai	<i>Ageratina maireriana</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	3	0.014	0.150	0.85	2	2	1	1, 2	1, 3, 4	3	3	1
Apsi	<i>Ambrosia psilostachya</i> DC.	1	0	0.032	0.85	2.5	0	1	1, 2	1, 2, 3, 4	1	3	1
Bsal	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H.Rob. & Brettell	6	0.003	0.029	0.85	3	0	1	1, 2	4	3	2	3
Clme	<i>Clinopodium mexicanum</i> (Benth.) Govaerts	2	0	0.136	0.85	4	0	1	1, 2	1, 3, 4	2	3	1
Cmex	<i>Chrysactinia mexicana</i> A.Gray	1	0	0.017	0.85	3.5	0	1	1, 2	1, 3, 4	3	3	1
Dcar	<i>Dalea carthagenensis</i> (Jacq.) J.F.Macbr.	2	0	0.010	0.85	2.5	0	1	1	0	1	3	1
Gglu	<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.	3	0.002	0.031	0.85	0.5	0	1	1	0	1	2	0
Ginu	<i>Grindelia inuloides</i> Willd.	1	0.029	0.094	0.85	2.5	0	1	1, 2	1, 2, 3, 4	1	3	1
Loax	<i>Lippia oaxacana</i> B.L.Rob. & Greenm.	2	0.014	0.264	0.85	3.5	0	1	1, 2	1, 3, 4	1	3	1
Mpar	<i>Malva parviflora</i> L.	3	0	0.032	0.85	3.5	0	1	1, 2	0	3	2	1
Mpur	<i>Matelea purpusii</i> Woodson	2	0	0.015	0.85	3.5	0	1	1, 2	0	2	3	1
Mvul	<i>Marrubium vulgare</i> L.	1	0	0.056	0.85	3	0	1	1, 2	0	1	2	1
Ppen	<i>Parietaria pensylvanica</i> Muhl. ex Willd.	1	0	0.016	0.85	1	0	1	1, 2	0, 2	1	2	1
Pros	<i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) Less.	1	0	0.012	0.85	1	0	1	1	0	3	1	1
Rcom	<i>Ricinus communis</i> L.	4	0	0.016	0.85	3	3	1	1, 2	0	2	2	1
Spra	<i>Senecio praecox</i> (Cav.) DC.	3	0	0.009	0.85	1	0	1	1, 2	3, 4	2	3	1
Tdif	<i>Turnera diffusa</i> Willd. ex Schult.	2	0	0.037	0.85	2	0	1	1, 2	3	1	1	1
Tluc	<i>Tagetes lucida</i> Cav.	4	0.003	0.052	0.85	4.5	0	1	1, 2	0, 3	2	1	1
Apot	<i>Agave potatorum</i> Zucc. ^a	8	0.057	0.039	0.85	2	2	1, 2, 3, 4	1, 2, 3	1, 4, 6	5	3	7
Qacu	<i>Quercus acutifolia</i> Née ^a	7	0.072	0.010	0.85	1	1	1, 3	1, 3	0, 2	4	2	11

ID identification tag assigned to the species analyzed, Us uses number, SIB Sutrop index for plants considered basic to life, SIU Sutrop index by use type, Con consumption, UF use frequency, Var recognized variants, El economic interchange, RI reciprocity interchange, SCS sociocultural strategies, UP useful parts, HEF harvest effort, HTo tools used for harvest

^aExcluded variables and species in the performance of principal component analyses (PCA) and canonical correspondence analyses

become spontaneously established in AFS are tolerated and their abundance enhanced, by leaving plants producing seeds or deliberately dispersing seeds in sites propitious for their growth (Tables 3 and 7). About 38 species receive special care such as irrigation, addition of organic matter, control of pests, and removal of competitors (Tables 3 and 7). Transplanting of juvenile plants of 26 species and propagation of 19 species is conducted with the purpose of having them closer to homes (mainly homegardens) in order to enjoy their beauty, having available their flowers, satisfying their curiosity to know how plants grow, and experimenting horticultural practices (Tables 3 and 6). We recorded experiments of in situ vegetative propagation of *B. biflora* and transplanting of several species of orchids and Bromeliaceae species (Tables 6 and 7). We in addition documented reasons why local people do not practice management. They consider unviable planting plants that are abundant or have special requirements and low probability of survival or those for whom they do not have information about plants' requirements to survive and grow (Table 6) or when people have limitations of space for maintaining plants.

Selective harvesting of plants based on use quality of their parts and absence of signs of herbivory are criteria for gathering most species documented. Although local people recognize at least five species with intraspecific varieties (identified according to flower color and forms), their use and management are indistinct (Tables 5 and 7). Except for *Tagetes erecta*, in which people select seeds for cultivation, and *Cosmos bipinnatus*, a species commonly producing violaceous ligula, people select the scarcer variety with white ligula.

Local regulations forbid extraction of plants for commercialization out of the village and establish restrictions in using some plants in communitarian celebrations (Table 7).

Edible plants

We recorded 138 plant species used as food, 80 of them being wild and naturalized species and 20 considered as "basic" (Tables 3 and 4). The most valuable species are *Amaranthus hybridus*, *Porophyllum* spp., *Opuntia lasiocantha*, *Dysphania ambrosioides*, *Dasyliirion serratifolium*, *Peperomia quadrifolia*, and *Physalis philadelphica*, which are consumed by more than 90% of households from 1 to

Table 6 Meaningful consultant's commentaries about the use, abundance, and their motives to manage plants

Use	ID	Species	Management motives and observations about use and availability
Ceremonial	Bbif	<i>Bursera biflora</i> (Rose) Standl.	Trees are abundant, but copal could become scarce. Care should be taken to not damage the tree, to tree continue producing the copal. Only the one produced naturally, by the worm [butterfly larvae] in hot terrain is good for burning. Not [transplant or cultivation] because the tree would not survive or produce copal here in the village. I have a little tree that I take out of the forest for the luxury of my house and I hope that someday it will produce copal, although maybe it would not be enough or good. I plant a stick, there in the mountain where I go to collect the "copal", I did to see if it [roots].
Ceremonial	Blon	<i>Bouvardia longiflora</i> (Cav.) Kunth	Now it is almost no longer used, there are other flowers [flowers of introduced species].
Ceremonial	Bstr	<i>Beaucarnea stricta</i> Lem.	The gathering is dangerous, the plant is in very difficult places to walk. Care must be taken to not injure the tree, the [apical meristem], so that the plant continues to produce, sometimes the tree is damaged, but that should not be done.
Ceremonial	Calb	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	Before it was used [to offer it] in the church, but now no longer because they criticize, only is placed on the altars of the houses. I really like its flowers, its scent, I put it on my altar. Once I brought a little tree to the house but it do not survive. Out of curiosity I try to [cultivate], but it does not [germinate].
Ceremonial	Dser	<i>Dasyliion serratifolium</i> (Karw. ex Schult. & Schult.f.) Zucc.	It should leave part of the trunk, if there is good rain it can sprout. It has not occurred to us to bring the plant to the village, "it is natural" [it occurs naturally in the field], we always have found it to make the adornments.
Ceremonial	Dspp	<i>Dahlia apiculata</i> (Sherff) P.D.Sorensen; <i>Dahlia coccinea</i> Cav.	I like to have them in the house, for luxury [ornamental use] and put the flowers on the altar.
Ceremonial	Ekar	<i>Euchile karwinskii</i> (Mart.) Christenson	It must remain [pseudobulbs] to have it for another time, they are the ornament of the trees [in the forest]. After the flower dries, the (pseudobulb) is placed in some tree in the house, and so it is going to have for luxury [ornamental use] and have flowers to adornment the altar. When I am gathering firewood and I cut a branch that have "monjitas" [orchids], sometimes I transplant it in other branch and sometimes I bring it to the house.
Ceremonial	Erad	<i>Epidendrum radioferens</i> (Ames, F.T.Hubb. & C.Schweinf.) Hágsater	It must remain [pseudobulbs] to have it for another time. They are the ornament of the trees [in the forest]. After the flower dries, is placed in some tree in the house, and so it is going to have for luxury [ornamental use] and have flowers to adornment the altar, however it is difficult, it is a delicate plant.
Ceremonial	Lalb	<i>Laelia albida</i> Bateman ex Lindl.	I take care it [cultivation] to have flowers for the altar in Todos Santos [celebration] and for the luxury of my home.
Ceremonial	Ldas	<i>Lamourouxia dasyantha</i> (Cham. & Schltld.) W.R.Ernst	There is much when rain is good, but when it is not given, I use whatever available flower.
Ceremonial	Lgla	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	There is a lot in the forest, there is always when it is needed and the tree will regrow if you do not hurt it. I have not had the curiosity [transplanting] and the need because there is [enough], and there is also little terrain to have it maybe it will dry. Out of curiosity, I put some seeds but they did not germinate.
Ceremonial	Lmes	<i>Lindleya mespiloides</i> Kunth	There is a lot in the forest, but sometimes there are no flowers due to the drought.
Ceremonial	Mdep	<i>Meteorium deppei</i> (Hornsch. ex Müll. Hal.) Mitt.	After the celebration, I put it in my yard for luxury, but it dried.
Ceremonial	Octa	"Octavillo"	I have always found when I am going to collect, but sometimes, in order to not go up to the mountain, I better buy others [other plants in regional markets]. I think it would not survive [transplanting, cultivation], is a delicate plant and its environment is very different, more template.

Table 6 Meaningful consultant's commentaries about the use, abundance, and their motives to manage plants (*Continued*)

Use	ID	Species	Management motives and observations about use and availability
Ceremonial	Prub	<i>Plumeria rubra</i> L.	I have not tried [propagation], I have not had the curiosity, I like it a lot but I do not try to have it, but there are people that have it. I plant a stick to have the tree here in the house, but it rotted, maybe I try again later.
Ceremonial	Rmac	<i>Rhynchosele maculate</i> (Lex.) Soto Arenas & Salazar	It must remain [pseudobulbs] to have it for another time. They are the ornament of the trees [in the forest]. After the flower dries, the [pseudobulb] is placed in some tree in the house, and so it is going to have for luxury [ornamental use] and have flowers to adornment the altar. It is difficult take care of it because it is delicate, but it is a pride to have it.
Ceremonial	Spur	<i>Salvia purpurea</i> Cav.	Used more before. There is much when rain is good, but when it is not given, I use whatever available flower, now there are other flowers [introduced that are grown or bought in local stores]. Once I take one from the mountain, to have the flowers for my altar and luxury of the house, but it dried and I have not tried again.
Ceremonial	Tgra	<i>Tillandsia grandis</i> Schltld.	There has always been when it is needed. Once I brought some small plants [transplanting] but dried, is very delicate, needs its natural environment.
Ceremonial	Tluc	<i>Tagetes lucida</i> Cav.	There is much when rain is good, but when it is not given, I use whatever available flower.
Ceremonial	Tusn	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	I have this plant, I bring it from the mountain and from the adornment of holidays, it is for decoration of my trees and also to feed the cattle when there is nothing, to clean the frets, for what is could needed here I got it near, in my house.
Edible	Acris	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schltld.	Before the people collected it, they gathered. Now it is scarce and people say that who eats it does not have money to buy food.
Edible	Ahyb	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	It is very tasty, it is important to eat it, but it is left to the time and the rain, there has been no need to cultivate it, it is only left on the edge of the cropland to produce seed. There are different colors but if it is "tierno" [shoots] taste does not change, but others prefer the green. When there are a lot and is "sazón" [mature] it could damage the other plants so it is plucked.
Edible	Aker	<i>Agave kerchovei</i> Lem.	People say that when someone eats "cacayas" [floral buttons] it's because they do not have money for food, but we like it. Only is gathered, it is close, it is not necessary to propagate it.
Edible	Apot	<i>Agave potatorum</i> Zucc.	This "cacaya" was eaten a lot, was eaten boiled with sauce when there was nothing else or when corn was scarce it was mixed with the nixtamal [boiled corn] to raise it to make the tortillas. When we cooked maguety with coyule [Oxalis spp.] we gave to friends and relatives and other part is for sell it. Now people have it in their fields for mescal, but it was getting scarce, now they are sowing it [mescal producers and external institutions]. Its leaf and thorns vary in shape and color, its size is different, ones gives more mescal, although we like it to be large we cut everything. When we collect seed for [cultivate] it, we go to sites where we know the maguety is big and produce more mescal, others only get the first [capsules with seeds] available.
Edible	Bdul	<i>Brahea dulcis</i> (Kunth) Mart.	When a field is opened [for agriculture], the palm is left, it is our sustenance, the hat. I do not wave the hat but my neighbors do it, is the sustenance of the town, it is the motive because I left it in my terrain [tolerance].
Edible	Cber	<i>Chenopodium berlandieri</i> Moq.	Abundance: Before there was more because they no longer work the land as the older. On the edge of the land some are left (tolerated) to produce seeds and there are for the next year.

Table 6 Meaningful consultant's commentaries about the use, abundance, and their motives to manage plants (*Continued*)

Use	ID	Species	Management motives and observations about use and availability
Edible	Crme	<i>Crataegus mexicana</i> Moc. & Sess, ex DC	Before there were more, now no one cares for them, the animals eat [cattle]. There are with large and small fruit, with sweet and sour taste. I tried to [propagates] but it does not [germinate].
Edible	Damb	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Sometimes my neighbor and my aunt ask me for some of it and as I have, I give them a little. I saw a little plant that I liked for its large and green leaves and brought it to my house, I take care of it and now I have all the time. There are green, purple and "criollo" (from the store), the last does not have smell, nor taste.
Edible	Dser	<i>Dasyliroon serratifolium</i> (Karw. ex Schult. & Schult.f.) Zucc.	Although the plant is abundant, the "manita" [Floral buttons] becomes scarce because of the drought, when that happens we were left with the desire to eat it that year. It has not occurred to me to take the "manita" plant to the village, "it is natural". There are green "manitas" that are sweet and purples that are bitter, but at the whim we eat the same two.
Edible	Lgla	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	For food it requires little, a few twigs. I have not had the curiosity, the need [propagation], I only go to the field and collect it. Out of curiosity, I put some seeds but they did not germinate.
Edible	Lspp	<i>Lantana camara</i> L.; <i>L. velutina</i> M.Martens & Galeotti	They eat it when they go to the field, but they are not sweet, they are simple.
Edible	Msp	<i>Mammillaria haageana</i> Pfeiff.; <i>Mammillaria sphaelata</i> Mart.	I brought one to my house for luxury, not to eat the "chilitos" [fruits], I like the way it looks.
Edible	Noff	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	It is no longer consumed because there is no one who collects it. When harvested, the root must be left to it could sprout.
Edible	Olas	<i>Opuntia lasiacantha</i> Pfeiff.	As I have many plants I always have, I give it to my family when they ask me and sometimes other people come to ask me, sometimes I give them and others I sell it depending on how much it is. I brought a "penquita" [cladode] and now all those who fall and take root I care of them because it is the "nopal" that I like, those that come from outside are not good. There are some more spiny than others and they give "tunas" [fruits] of different color.
Edible	Osp	<i>Oxalis</i> aff. <i>latifolia</i> Kunth; <i>Oxalis</i> aff. <i>nelsonii</i> (Small) R.Knuth	I brought this [<i>Oxalis</i> plant] out of curiosity, for luxury of the house [ornamental], when we want make the "conserva" [Traditional dish prepared with <i>Agave potatorum</i> stems and <i>Oxalis</i> leaves] we go to the mountain where it grow big.
Edible	Plin	<i>Porophyllum linaria</i> (Cav.) DC.	Its left on the edge of the cropland to produce seed. Some people have had the curiosity to cultivate it, they have it all the time, sometimes they give me a little. I only like the plants that I have inside of the "corralito" [space inside the yard delimited by a fence] or that are in crop lands, it is abundant in roads and the yard but is nasty by the animals.
Edible	Pole	<i>Portulaca oleracea</i> L.	I leave some plants to flower and give seed to have in abundance next year, although when it is a lot it is plucked.
Edible	Pphi	<i>Physalis philadelphica</i> Lam.	Last year was good [good production], it reach to give 6 kilos to my brothers who live outside It is abundant, but it is because we take care of it. I leave some [fruits] so that the next year can continue, in homegardens is watered, fertilized, so that they can produce [fruits]. There is "milomate" of the maize crop land, "dulce" (sweet) from the wheat cropland and one big that we get in the store, the last one is not so good and to have [manage and cultivate] we choose the miltomate and the sweet, of which it is pretty [big].

Table 6 Meaningful consultant's commentaries about the use, abundance, and their motives to manage plants (*Continued*)

Use	ID	Species	Management motives and observations about use and availability
Edible	Pqua	<i>Peperomia quadrifolia</i> (L.) Kunth	Now that we are old and we can not go to the mountain, we just eat it when my son-in-law shares us. There is, but it is retired, in rains it is more [juicy]. The one from Gandudo is more tastier. Somebody brought to have here, but it dries, here is not their environment.
Edible	Prud	<i>Porophyllum ruderale</i> subsp. <i>macrocephalum</i> (DC.) R.R.Johnson	I have not had the curiosity to sow it, but there are some people who have it in their homes, they take care of it and have to eat all the year. When it is collected only the tender twigs should be cut so that it continues to sprout.
Medicinal	Amai	<i>Ageratina maireriana</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	Only the twigs are cut, the rest is left and thus sprouts. Only the twigs are cut, if everything is harvested, it runs out. When there is one in the house or the agricultural field, is [tolerated].
Medicinal	Apsi	<i>Ambrosia psilostachya</i> DC.	In the harvest, the twigs are cut and the stem is left so it can sprout. We do not bring it to the house because we do not know if it will survive, we do not know what it need to produce. We store it because there is no in dry season.
Medicinal	Bsal	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H.Rob. & Brettell	Before, many people had it in their homes, now they do not like it so much. It is easy to have it, does not need care as fertilizer or irrigation. I have it, because when it is needed, I only go to the yard, besides it's luxury [ornamental] for my house.
Medicinal	Clme	<i>Clinopodium mexicanum</i> (Benth.) Govaerts	It is not necessary to cut all the plant, only the twigs, leaving the stem can sprout and continues [be available]. I always have dry, it is more to drink, because it is almost not used as medicine. For medicine, it is collected when it's needed, is not necessary to bring it [to the houses]. Here [mescal factory] it is natural [natural distribution], we only take care of it when is harvested and that the animals (cattle) do not foraged it.
Medicinal	Cmex	<i>Chrysactinia mexicana</i> A.Gray	I have not tried to bring it to the house, but if I would do it, it could be, to do not have to go by it, although I do not know if it could survive. I always have some of this plant, I let it dry and I keep it for when it is needed, when I go to the field and there are, I gather it, so I always have. When I need it and I do not have it stored, I ask someone to give me a little.
Medicinal	Dcar	<i>Dalea carthagenensis</i> (Jacq.) J.F.Macbr.	This is no longer used so much, but when I need it I'm going to gather it to the edge of town or somebody brings it to me
Medicinal	Gglu	<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.	There is much everywhere, you only have to gather it when do you need it.
Medicinal	Ginu	<i>Grindelia inuloides</i> Willd.	There are those who have it (managed in the houses or dry), when it is needed, we asks them for it or we are going to look for it to field. I think it is not difficult, but maybe the soil did not help to survival of the one that I tries to propagate.
Medicinal	Loax	<i>Lippia oaxacana</i> B.L.Rob. & Greenm.	Only the twigs are cut so that it can sprout. When drying this plant does not lose its quality, it is very strong. We store it so we can have it when we need it. I worry that there is not [available when its needed], but I do not bring seedlings to the house because if I bring them and they dry, I will only run out them. I brought a little plant but it dried.
Medicinal	Mpar	<i>Malva parviflora</i> L.	I leave some plants on the edge to have it, but when there is a lot, it must be rooted out.
Medicinal	Mpur	<i>Matelea purpusii</i> Woodson	I brought it to my house because I'm [need it], so I always have it here.

Table 6 Meaningful consultant's commentaries about the use, abundance, and their motives to manage plants (*Continued*)

Use	ID	Species	Management motives and observations about use and availability
Medicinal	Mvul	<i>Marrubium vulgare</i> L.	Is very resistant, while more you cut, more there are. I leave some plants on the edge to have it, but when there is a lot, it must be rooted out.
Medicinal	Ppen	<i>Parietaria pensylvanica</i> Muhl. ex Willd.	There are at the edge of the village, in my house I leave them in case that someday I would need it.
Medicinal	Pros	<i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) Less.	Before it was used when it was at hand, there are others that are used for [the same].
Medicinal	Rcom	<i>Ricinus communis</i> L.	I have of the two [green and red] each one has its use, they are also luxury [ornamental]. I brought the first from the road, I transplant the [seedlings] and take care of them, there are those who have taken the seed of those that they need to sow it. When they are abundant, they have to be rooted out.
Medicinal	Spra	<i>Senecio praecox</i> (Cav.) DC.	Now little is used, before it was stored, now only a few use it. I brought a little plant, out of curiosity, now it is luxury of my house [ornamental] and by the time I need it I have it at hand.
Medicinal	Tdif	<i>Turnera diffusa</i> Willd. ex Schult.	When drying this plant does not lose its quality, it is very strong. When I need it and I do not have it stored, I ask someone to give me a little.
Medicinal	Tluc	<i>Tagetes lucida</i> Cav.	I always have dry for when it is needed, this plant does not lose its quality when is drying, it is very strong. If part of the stem is left it can sprout, it must be left to continue [be abundant].
Medicinal	Apot ^a	<i>Agave potatorum</i> Zucc.	Now few cooked the "conserva" [maguey stem cooked with <i>Oxalis</i> spp. leaves], but when they do it, they share it with their friends or they also sell it. The cacayas are eaten [flowers] when we meet one while walking in the field, to make mescal we have to go especially to cut the maguey and sometimes we have to buy it to other communities. Now there is scarce before there was here on the shore, now we have to walk to find, about three hours or more to [prepare] the mescal. Now [governmental] programs bring the maguey, we plant them in the fields and some [mescal producers] are already producing the plant, but it still lacks [time] to have it again.
Medicinal	Qacu ^a	<i>Quercus acutifolia</i> Née	When needed [for medicinal use] we look for it, just a few branches with tender leaves. It is also widely used by firewood. For wood, trees should not cut only the branches. I have two little trees, I brought acorns to feed my animals, but I leave some because I like these plants, but it is difficult they are delicate they hardly [germinate or survive], it takes a lot of patience and a lot of cares.

^aExcluded variables and species in the performance of principal component analyses (PCA) and canonical correspondence analyses

10 times per season (Fig. 2, Table 5). About 40 species are occasionally consumed where they are gathered and rarely carried to homes. These are the cases of *Chrysactinia mexicana* and *Cyrtocarpa procera*. Other 30 species are consumed occasionally, but it is considered that most of them were highly consumed in the past; these are the cases of *Chenopodium* spp., *Anoda cristata*, *Nasturtium officinale*, *Agave kerchovei*, and *A. potatorum*. Consumption of these plants has decreased due to higher presence of cultivated and processed food (Table 6). Other species are consumed occasionally by few households, as is the case of *L. glaucescens* which is used as a condiment or *Tagetes lucida*, *Lippia* sp., and *Turnera diffusa*, which in the past were commonly used as infusions and now were substituted by coffee.

Commercialization of managed weedy plants is allowed, and the most common is the green tomato *P. philadelphica*. Others occasionally commercialized are *O. lasiacantha* and cooked *A. potatorum* (Table 5). *P. philadelphica*, *C. mexicana*, *Porophyllum* spp., and *D. ambrosioides* are interchanged in local stores (Table 5). Local people share with relatives and friends part of the plants gathered or harvested (Tables 5 and 6). These are the cases of *D. serratifolium*, *P. quadrifolia*, *C. mexicana*, *P. philadelphica*, *D. ambrosioides*, *Opuntia* spp., *Porophyllum* spp., *A. potatorum*, and *A. hybridus*.

Most edible plant species are considered abundant (Table 7), but such abundance is associated with care during extraction or the management in crop fields and

Table 7 Ecological and management parameters estimated for species considered in in-depth studies

ID	Management parameters					Nea ^a	TAv ^a	Management parameters					MAFS	MLa ^a	MST ^a
	APe	VEA	LCi	Rep	HPa			CRe	MPr	Sel					
Ceremonial															
Bbif	4	2	2	2	1, 1, 2, 9	1	2	1	2, 6	0	0.05	1	1, 3		
Blon	2	2	2	2	5	3	2	0	1	1	0	0	1		
Bstr	3.3	3	2	2	3	3.3	1	1, 2	2	1	0	0	1		
Calb	1.5	3.5	2	2	1, 5	3.5	2	1	2	1	0	0	1		
Dser	2	2	2	2	8, 9	4	1	1, 2	1, 2	1	0	0	1		
Dspp	2.5	2	2	1	5, 9	3.5	2	1	2, 7	1	0.17	4	1, 3		
Ekar	3.5	2	2	1	1, 8, 9	1	3	1	1, 2, 5, 6	1	0.63	1	1, 3		
Erad	3.5	1	2	1	1, 8, 9	1.5	3	1	1, 2, 5, 6	1	0.32	1	1, 3		
Lalb	5	2	2	1	1, 8, 9	1	3	1	1, 2, 5, 7	1	1.29	1	1, 3		
Ldas	1.5	3	2	2	5	3	3	0	1	1	0	0	1		
Lgla	2	2	2	2	5	3.5	1	1, 2, 3	2	0	0	0	1		
Lmes	2	3	2	2	5	4	3	0	1	1	0	0	1		
Mdep	1	1	2	1	10	1	1	0	1	0	0	0	1		
Octa	3	4	2	2	5	3	1	1	2	1	0	0	1		
Prub	4	0	2	2	5	1	2	0	1, 7	1	0.10	3	1, 3		
Rmac	3.5	2	2	1	1, 8, 9	1	3	1	1, 2, 5, 6	1	0.30	1	1, 3		
Spur	3.5	2	1	2	5	3	3	1	1, 2	1	0	0	1		
Tgra	4	4	2	2	10	2	1	1	1	1	0	0	1		
Tluc	2.7	2	2	2	9	4	2	0	1	0	0	0	1		
Tusn	1	0	2	1	5, 10	4	1	0	1, 6	0	1.33	1	1, 3		
Edible															
Acris	2	1.5	1	2	4, 10	4	2.5	0	1, 3	1	0.39		2		
Ahyb	2	3	1	2	4, 10	4	2.5	1	1, 2, 3, 4, 5	1, 2	1.33		2		
Aker	1	1.5	2	1	1, 1, 8	4	2	0	1, 3, 6	1	0.07		1, 2		
Apot	2	2	2	2	1, 1, 3, 8, 10	2.8	1	1, 2	1, 3, 4, 5, 6, 7	1	1.16		1, 2, 3, 4		
Bdul	1	2	2	1	1, 3, 8, 9, 9	4	2	1, 2	1, 2, 3, 5, 4, 6	1	2.01		1, 2, 3		
Cber	3	3	1	2	4, 10	4.5	2.5	0	1, 3, 4	1	0.53		2		
Crme	4	4	2	2	6	2	2	1	2	2	0.07		1, 2		
Damb	2	4	1	2	3, 4	5	1.5	1	2, 3, 4, 5, 6, 7	1, 2, 3	0.62		2		
Dser	4	2	2	2	8, 9	3	2	1, 2	1, 2	1	0		1		
Lgla	2	2	2	2	5	3.5	1	1, 2, 3	2	0	0		1		
Lspp	1	2	2	2	4, 6	3.5	2	0	1, 3, 6	0	0.84		1, 2, 3		
Msp	1.5	2	2	1	1, 6	4	3	0	1, 3, 6	0	0.68		1, 2, 3		
Noff	3.5	1	2	2	4, 10	4	2	0	1	1	0		1		
Olas	3	3	2	1	4, 6	5	2	0	1, 3, 4, 5, 6, 7	1, 2, 3	0.70		1, 2, 3		
Osp	2	2	2	1	3	4	2	0	1, 3, 6	1	1.59		1, 2, 3		
Plin	1	2	1	2	10	4.3	2	0	1, 3, 4, 5, 6, 7	1	0.53		1, 2, 3		
Pole	2.3	0.7	1	2	4, 10	3.6	2	0	1, 3, 4, 6	1	0.30		2		
Pphi	2.5	4	1	2	6	4.5	2	0	2, 3, 4, 5, 6, 7	1, 2, 3	1.97		2		
Pqua	3.5	1.5	2	1	9	1.5	1.5	0	1	1	0		1		
Prud	2	2	2	2	4	4	2	1	2, 3, 4, 5, 7	1	0.24		1, 3		

Table 7 Ecological and management parameters estimated for species considered in in-depth studies (Continued)

ID	Management parameters					Nea ^a	TAv ^a	Management parameters					
	APe	VEA	LCi	Rep	HPa			CRe	MPr	Sel	MAFS	MLa ^a	MST ^a
Medicinal													
Amai	3.5	1.5	2	2	5	3.5	2	1	1, 2, 3, 5, 6	1	0.37		1, 2, 3
Apsi	3	2	2	1	5	3	2	1	1, 2, 3	1	0.07		1, 2
Bsal	1	1	2	2	1, 1, 3, 5	5	1	0	1, 3, 5, 6	0	1.04		2
Clme	2.5	1.5	2	1	5	4	2	1	2, 5	1	0.60		1, 2
Cmex	4	2	2	2	5, 10	3	2	1	1, 2	1	0		1
Dcar	3	2	2	2	4	4	2	0	1, 3	1	0.07		1, 2
Gglu	2	1	2	2	5	4	2	0	1, 3	0	1.94		1, 2
Ginu	2	2	2	2	5, 10	4	2	1	2, 4, 5, 6	0	0.30		1, 2, 3
Loax	2.5	2.5	2	2	4, 5	3	2	1	1, 2	1	0		1
Mpar	1	2	1	2	10	5	2	0	1, 3, 4	1	0.72		2
Mpur	2	2	2	2	6, 9	4	2	0	1, 7	1	0.19		1, 2, 3
Mvul	1	2	2	2	4	5	1	0	1, 3	1	0.77		2
Ppen	1	1	2	2	10	5	2	0	3, 5	0	0.25		1, 2
Pros	1	1	2	2	3	4	2	0	1	1	0.67		1, 2
Rcom	1	1	2	2	0, 3	5	1	1	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2	0.43		2
Spra	4	0	2	2	2	3	1	0	1, 3, 5, 6	0	0.10		1, 3
Tdif	2	0	2	2	5	2	2	0	1, 2	0	0		1
Tluc	2.7	2	2	2	9	4	2	0	1, 2	0	0		1
Apot	2	2	2	2	1, 1, 3, 8, 10	2.8	1	1, 2	1, 3, 4, 5, 6, 7	1	1.16		1, 2, 3, 4
Qacu	2	0	2	2	1, 5, 6, 7, 9	4	2	1, 2, 3	2, 5, 6, 7	1	0.03		1, 3

ID identification tag assigned to the species analyzed (check Table 3 to identify the species), APe abundance perception, VEA vulnerability to environmental factors, LCi life cycle, Rep reproduction, HPa harvested part, Nea nearness to harvest site, TAv temporal availability, CRe collective regulations, MPr management practices type, Sel artificial selection, MAFS management in AFS, PrN practice number, MLa maintaining labors, MST management system type
^aExcluded variables and species in the performance of principal component analyses (PCA) and canonical correspondence analyses

homegardens as it was documented for *P. philadelphica* (Table 6). Most species are considered vulnerable to environmental factors and pests (Table 7), and some of the most appreciated resources are perceived to be scarce. This is the case of *D. serratifolium*, which due to the scarcity of its inflorescences people stopped consuming them (Table 6).

Gathering of edible plants is generally carried out while practicing other activities—by men when plants are gathered from the forest and by women and children when plants are harvested from agricultural fields and homegardens. Gathering is the only practice for 30 species, which are immediately consumed (Table 3). Practices of care during gathering of useful parts aim to procuring plant survival, and these are carried out only in gathered plants and those under management (Tables 6 and 7). In order to ensure further availability, the abundance of seven species is enhanced by letting individual plants produce seeds and deliberately dispersing their seeds in appropriate places (Tables 3 and 7). At least 40 species are let standing in AFS, with the purpose of ensuring their availability (Tables 3, 6, and 7). For ensuring productivity and quality of products for

consumption, 28 species receive irrigation, addition of organic matter, and exclusion from domestic animals (Tables 3 and 7). Nearly 20 species of weedy plants (among them *P. philadelphica* and *D. ambrosioides*) are transplanted into homegardens where people consider the plants to have better conditions for growing (Table 3). Other species occurring in the wild are transplanted to homegardens with the purpose of having them closer and to consume them for longer time (*Porophyllum* spp.) or for ornamental purposes (*Mammillaria* spp. and *Lantana* spp.) (Fig. 2, Tables 3 and 7). We recorded the deliberate propagation of 11 species through seeds and vegetative parts (Tables 3 and 6), as food (*Porophyllum* spp., *D. ambrosioides*, *P. philadelphica*, *Opuntia* spp.), for ornamental purposes, and for satisfying curiosity (*Oxalis* aff. *nelsoni*). Other species have started to be propagated, as is the case of *A. potatorum*, and others have had failed attempts (*L. glaucescens*, *C. mexicana*).

From seven species whose varieties are distinguished by morphology, flavor, and odor, we identified human selection in five of them; the preferred variants are tolerated, protected, or enhanced. For *D. ambrosioides*,

O. lasiacantha, and *P. philadelphica*, we documented human selection favoring plants providing seeds or cladodes for cultivation (Tables 6 and 7).

Local customs and regulations forbid gathering wild edible plants for commercializing them out of the village, with the only exception of *Brahea dulcis* and *A. potatorum*, which are edible, but parts commercialized are destined for other uses. In the Communitarian Assemblies, we recorded discussions among local people and the Biosphere Reserve authorities for regulating and planning the use of *A. potatorum*, *B. dulcis*, and *D. serratifolium*. In the case of *L. glaucescens*, the Assembly decided to allow external people to extract it, but the permit stopped.

Medicinal plants

We recorded 219 medicinal plant species, 178 of them being native and naturalized, and 22 considered “basic plants” (Tables 3 and 4). Currently, 85% of households use medicinal plants, generally complementing their healing treatment with massages, cupping therapy, and treatments by the national system of health through the local health center and private physicians. Women heads of families mainly make the decision on the appropriate treatment, while for traditional treatments, it is common to consult the relatives with more experience or one of the four traditional physicians in the village. The native plant species are mainly used for attending accidents (hurts, cuttings, twists, fractures, bites of poisonous animals), respiratory and stomach infections, pains, child tantrums, angers, “susto” (frightens), illnesses caused by “aires,” monitoring of pregnancy, and recovering of childbirth. Medicinal plants may be ingested and placed in affected body zones, steam baths, and “limpias” (ceremonies for cleaning the body and spirit).

Almost all medicinal plants are collected when they are needed, but for some of them (*Lippia oaxacana*, *T. lucida*, *T. diffusa*, *Chrysactinia mexicana*, *Ambrosia psilostachya*), people used to store dry materials or ask somebody else to get the needed plant (Fig. 2, Table 5).

No commercialization of medicinal plants was recorded; most medicinal plants are shared. Some plants are interchanged for plants with other uses, for instance, *Quercus acutifolia*, used and commercialized as fuelwood, and *A. potatorum* used in mescal production (Table 5). Except *C. mexicana* and *Pittocaulon praecox*, all medicinal plants are considered abundant, but dryness and frosts are factors affecting their availability (Table 7).

Gathering of wild medicinal plants is conducted by men and women; men gather plants occurring far away and women those occurring in homegardens. Gathering is the most common practice for all medicinal plants, and the only practice for 81 species (Tables 3 and 4). Practices for preventing damage of gathered plants are

common on the most valuable plants (*Ambrosia psilostachya*, *Clinopodium mexicanum*, *C. mexicana*, *L. oaxacana*, *T. diffusa*, *T. lucida*, *Ageratina mairretiana*, *Grindelia inuloides*) (Table 7, Fig. 2). In AFS, 79 medicinal plants are let standing during vegetation clearing, as well as the 65 species distributed in homegardens (Table 3). Among them, *Ricinus communis*, *Marrubium vulgare*, and *Malva parviflora* are submitted to practices for controlling their abundance through weeding, similarly to 37 other species (Table 1). We recorded 31 species receiving care such as removal of competitors, addition of organic matter, and irrigation (Table 3). Abundance of nine species is enhanced by leaving plants to produce seeds or by spreading the seeds in appropriate sites for their germination and growth (Tables 6 and 7). We also documented the transplanting of 25 species, 8 of them from forests to homegardens (*G. inuloides*, *P. praecox*, and *A. mairretiana*) for their medicinal and ornamental uses (Tables 3 and 7). In addition, we recorded the propagation by seeds of 12 species, 2 of them mainly motivated to have them available when needed (*G. inuloides* and *Matelea purpusii*) (Fig. 2, Tables 3, 6, and 7). We documented failed attempts of transplanting and propagating six species, among them *A. mairretiana*, *A. psilostachya*, *G. inuloides*, and *L. oaxacana* (Table 6). Reasons for not transplanting individual plants from forests to homegardens were the following: lack of information about plant requirements and the supposition or experience that in changing habitat, plants do not survive and that using appropriate techniques of extraction or storing strategies are enough for ensuring their availability (Table 6). We recorded the recognition of varieties of three species, but people make differential use and management only of *R. communis* (Fig. 2, Table 7).

Management intensity and risk

Management intensity of edible, ceremonial, and medicinal plants studied is explained mainly by practices and communitarian regulations in the first component and by their presence in AFS in the second component (Fig. 3). Management intensity among use types was significantly different (KW $X^2 = 9.9$, $df = 2$, $p = 0.007$). Edible plants had the highest management intensity, most of them managed in AFS involving human selection, while most species used for ceremonial and medicinal purposes are gathered from forests and protected through communitarian regulations (Fig. 3).

In plants with ceremonial use, the regression analysis indicates no relation among management intensity and risk indexes ($R^2 = 0.003$, $p = 0.819$) (Fig. 4, Table 8). Partial CCA explains 95% of the variation of management, significantly explained by the intersection of sociocultural and ecological factors (14%) (Fig. 5a, Table 9). In plants

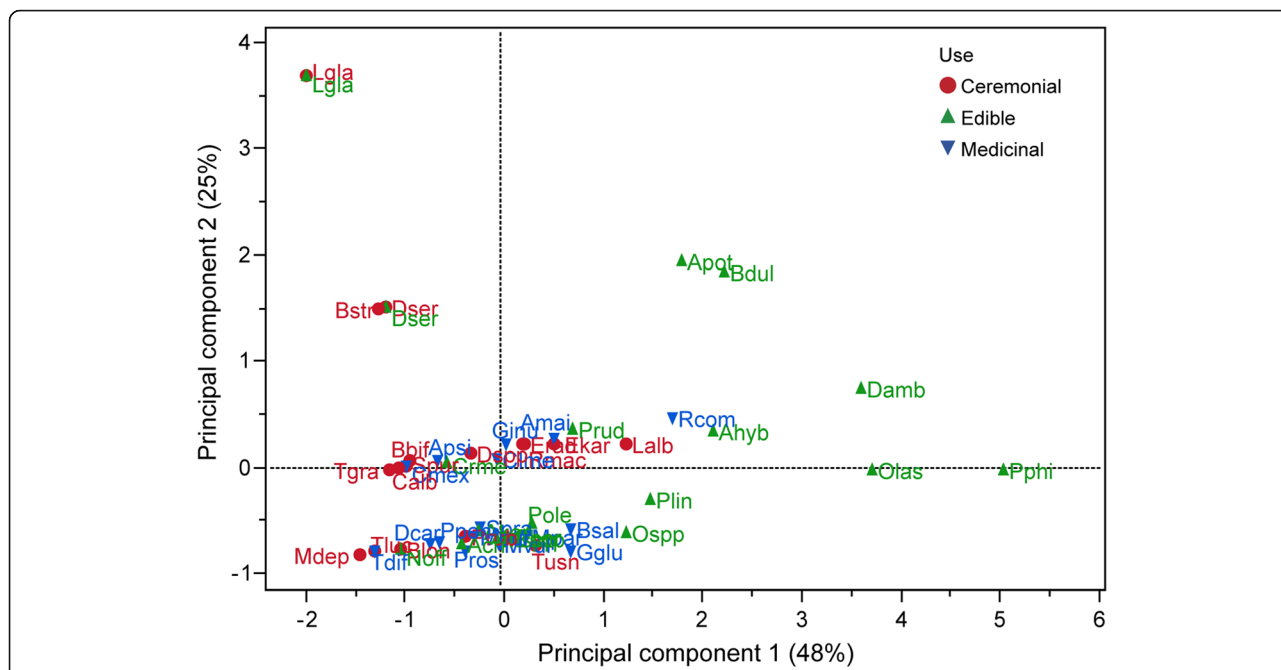


Fig. 3 Management of ceremonial, edible, and medicinal plants according to principal component analysis (PCA). Edible plants tended to be managed most intensely, since ceremonial and medicinal plants are less intensely managed. Variation in spatial arrangement is mainly explained in the first principal component by management practices and collective regulations = (eigenvalues 0.631, -0.133 respectively) and by collective regulations and management in AFS in the second principal component (eigenvalues 0.986, -0.007 respectively)

with intermediate management intensity (Table 8), management regulated by collective rules occurs in plants basic for life and exclusively with sexual reproduction. These are the cases of *L. glaucescens*, *D. serratifolium*, *B. stricta*, and *T. grandis* (Fig. 5b, Table 9). Plants intensively managed (Table 8) in AFS are those providing several parts or the whole plant as resources, having asexual reproduction, and being abundant, like *Tillandsia usneoides*, or that are scarce, like *Laelia albida*, *Euchile*

karwinskii, *Epidendrum radioferens*, and *Rhynchosstele maculata* (Fig. 5b, Table 9).

In edible plants, the regression analysis indicates that there is a highly significant relation among management intensity and risk indexes ($R^2 = 0.48$, $p = 0.0007$) (Fig. 4, Table 8). Partial CCA explained 92% of the variation of management, significantly explained by sociocultural factors (60%) and the intersection of sociocultural and ecological factors (14%) (Fig. 5c, Table 9). Plants with the

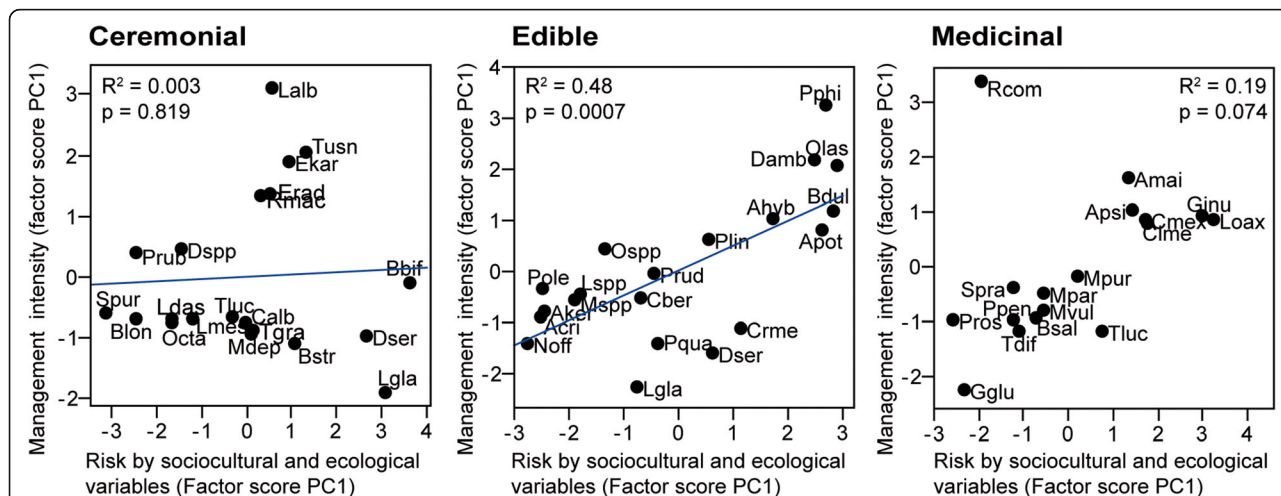


Fig. 4 Relation between management intensity and risk. Regression analysis of the management intensity index as a function of the risk index due to sociocultural and ecological factors. Indexes were calculated as the scores of the first principal components performed by use type

Table 8 Management intensity and risk indexes of ceremonial, edible, and medicinal plants

Ceremonial			Edible			Medicinal		
ID	Management intensity index	Risk index	ID	Management intensity index	Risk index	ID	Management intensity index	Risk index
Bbif	0.12	0.62	Acri	0.13	0.27	Amai	0.29	0.47
Blon	0.05	0.28	Ahyb	0.47	0.54	Apsi	0.15	0.37
Bstr	0.19	0.47	Aker	0.14	0.27	Bsal	0.27	0.38
Calb	0.10	0.43	Apot	0.55	0.62	Clme	0.22	0.38
Dser	0.19	0.53	Bdul	0.61	0.57	Cmex	0.11	0.46
Dspp	0.19	0.32	Cber	0.18	0.41	Dcar	0.09	0.33
Ekar	0.29	0.42	Crme	0.15	0.57	Gglu	0.28	0.28
Erad	0.25	0.38	Damb	0.62	0.59	Ginu	0.24	0.43
Lalb	0.38	0.43	Dser	0.19	0.56	Loax	0.11	0.46
Ldas	0.05	0.39	Lgla	0.27	0.40	Mpar	0.21	0.33
Lgla	0.27	0.49	Lspp	0.20	0.35	Mpur	0.14	0.39
Lmes	0.05	0.35	Mspp	0.18	0.31	Mvul	0.17	0.33
Mdep	0.01	0.37	Noff	0.05	0.31	Ppen	0.11	0.31
Octa	0.10	0.36	Olas	0.58	0.61	Pros	0.13	0.25
Prub	0.13	0.34	Ospp	0.33	0.35	Rcom	0.41	0.41
Rmac	0.25	0.39	Plin	0.35	0.45	Spra	0.15	0.35
Spur	0.11	0.34	Pole	0.21	0.28	Tdif	0.03	0.33
Tgra	0.09	0.49	Pphi	0.75	0.62	Tluc	0.03	0.43
Tusn	0.23	0.36	Pqua	0.05	0.45			
Tluc	0.03	0.37	Prud	0.31	0.42			

Indexes were calculated based on the score of the first principal component of PCA performed by use type and variable kind, management variables for the management intensity index, and sociocultural and ecological variables for the risk index
 ID identification tag assigned to the species analyzed; check Table 3 to identify the species

lowest management intensity (Table 8) are those protected through collective regulations, like *D. serratifolium* and *L. glaucescens*, which are shared among relatives and used in communitarian ceremonies, as well as in those gathered and perceived to be scarce, like *N. officinale*, *P. quadrifolia*, and *C. mexicana* (Fig. 5d, Table 9). Plants with the highest management intensity like *P. philadelphica*, *O. lasiacantha*, *A. hybridus*, and *D. ambrosioides* (Table 8) are those with different varieties, under human selection through several types of practices, considered to be abundant, shared among members of the community, and obtained through different strategies, among them interchange and commercialization (Fig. 5d, Table 9).

In medicinal plants, the regression analysis indicates no significant relation among management intensity and risk ($R^2 = 0.19$, $p = 0.074$) (Fig. 4, Table 8). Partial CCA explains 79% of the variation of management, mainly by sociocultural factors (46%) (Fig. 5e, Table 9). Plants with low risk like *Pinaropappus roseus* and *Gymnosperma glutinosum* are directly consumed by people who gather them and, along with *Marrubium vulgare*, occur in most of the homegardens and crop fields sampled. These plants are only gathered and let standing (Fig. 5e, Table 9). Management through collective regulations

determining care during gathering was documented on *C. mexicana*, *L. oaxacana*, and *A. psilostachya*, with relatively high management intensity and risk (Table 8) associated to their value in reciprocity, use frequency, strategies for obtaining them, and the perception of vulnerability to environmental factors (Fig. 5e, Table 9).

Discussion

Management intensity

As we hypothesized, the gradient of management intensity is higher in edible plants, which are managed through different types of practices in AFS, more frequently, and involving human selection. Contrarily, plants used for ceremonies and as medicine are mostly tolerated or simply gathered. These general trends are similar to other reports for edible plants studied in the region which are managed with more complex practices than other useful plant species [6, 22, 43–45].

Collective regulations importantly influence the management intensity, but differently to that proposed for a general model of management intensity [46], the highest complexity of such regulations was observed in plants that are only gathered in areas of common access, such as the most valuable medicinal and ceremonial plants.

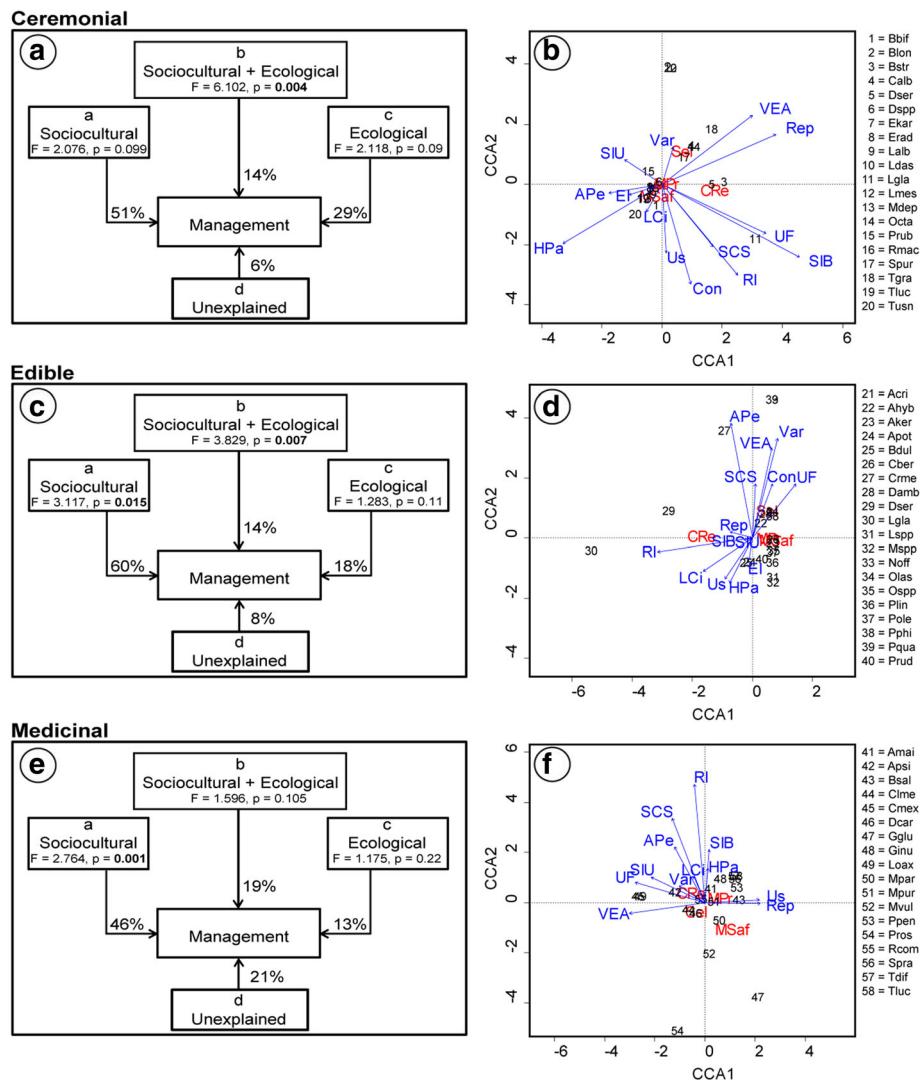


Fig. 5 a-f Relative influence of risk due to sociocultural and ecological factors in plant management. Schemes show the relative influence of sociocultural and ecological factors and their interactions on management of ceremonial, edible, and medicinal plants based on partitioned canonical correspondence analyses (CCA) performed by type use. Ordination planes of CCA performed by type use show how species (numbers) and management variables (red words) are influenced by sociocultural and ecological variables (blue arrows)

For the contrary, edible species are mainly managed in AFS, where managers have higher control of access to plant resources. These differences reflect the trade-offs in managing natural resources of common use, as it has been discussed previously for edible plants of the region and for several resources of common use [13, 47]. In the case studied, this pattern is illustrated by the fact that collective regulations appear to be effective for plants culturally valuable but not for plant resources with high economic value. The inefficacy of collective regulations for plants like *A. potatorum* appears to be due to the lack of rules coherent with the weakening of local institutions for ordering the use of a resource of increasing demand [28]. The failure of regulations for achieving a

balance between cost and benefit of its management has enhanced private management in sites for exclusive use. But also, external actors have promoted the reforestation in areas of common use [16, 26], actions that should be accompanied by strengthening the effectiveness of local institutions.

The selective management characterizes the high management intensity in plants under the three types of use, according to flavors, colors, and sizes of plants or plant parts, which indicates ongoing processes of domestication, which may have advanced expressions like in *P. philadelphica* or, rather incipient, like in *O. lasiocantha* and *R. communis* [5, 15, 48]. The indistinct use of species with varieties recognized such as *Chenopodium*

Table 9 Significance of explanatory variables on management associated with the canonical correspondence analyses (CCA) for ceremonial, edible, and medicinal plants

Risk variable	Ceremonial				Edible				Medicinal			
	Df	χ^2	F	<i>p</i>	Df	χ^2	F	<i>p</i>	Df	χ^2	F	<i>p</i>
Sociocultural and ecological variables												
Uses number (Us)	1	0.017	3.24	0.103	1	0.014	1.98	0.105	1	0.016	1.46	0.175
SI basic plants (SIB)	1	0.190	35.41	<i>0.002</i>	1	0.008	1.09	0.219	1	0.021	1.84	0.11
SI by use type (SIU)	1	0.003	0.47	0.695	1	0.003	0.45	0.497	1	0.026	2.33	0.09
Consumption (Con)	1	0.029	5.35	<i>0.024</i>	1	0.013	1.80	0.125				
Use frequency (UF)	1	0.040	7.48	<i>0.012</i>	1	0.013	1.83	0.180	1	0.024	2.15	0.078
Economic interchange (EI)	1	0.010	1.85	0.22	1	0.006	0.79	0.389				
Reciprocity interchange (RI)	1	0.006	1.08	0.454	1	0.173	24.47	<i>0.002</i>	1	0.052	4.68	<i>0.007</i>
Recognized variants (Var)	1	0.008	1.41	0.345	1	0.048	6.79	<i>0.003</i>	1	0.014	1.24	0.269
Sociocultural strategies (SCS)	1	0.014	2.62	0.13	1	0.028	4.00	<i>0.034</i>	1	0.025	2.22	0.084
Abundance perception(Ape)	1	0.026	4.88	<i>0.045</i>	1	0.027	3.76	<i>0.035</i>	1	0.011	1.01	0.398
Harvested parts (HPa)	1	0.048	8.89	<i>0.008</i>	1	0.008	1.20	0.326	1	0.004	0.40	0.735
Life cycle (LCi)	1	0.002	0.37	0.734	1	0.005	0.74	0.465	1	0.001	0.06	0.981
Reproduction (Rep)	1	0.052	9.65	<i>0.002</i>	1	0.026	3.73	0.066	1	0.019	1.70	0.183
Vulnerability (VEA)	1	0.015	2.72	0.111	1	0.007	0.97	0.416	1	0.001	0.06	0.967
Residual	5	0.027			5	0.035			5	0.056		
Sociocultural variables												
Uses number (Us)	1	0.017	1.028	0.352	1	0.014	1.29	0.114	1	0.016	1.77	0.106
SI basic plants (SIB)	1	0.190	11.232	<i>0.005</i>	1	0.008	0.71	0.321	1	0.021	2.24	0.084
SI by use type (SIU)	1	0.003	0.148	0.925	1	0.003	0.29	0.680	1	0.026	2.83	0.051
Consumption (Con)	1	0.029	1.698	0.212	1	0.013	1.17	0.215				
Use frequency (UF)	1	0.040	2.374	0.131	1	0.013	1.19	0.217	1	0.024	2.61	<i>0.037</i>
Economic interchange (EI)	1	0.010	0.587	0.587	1	0.006	0.51	0.529				
Reciprocity interchange (RI)	1	0.006	0.343	0.808	1	0.173	15.89	<i>0.001</i>	1	0.052	5.68	<i>0.001</i>
Recognized variants (Var)	1	0.008	0.447	0.687	1	0.048	4.41	<i>0.029</i>	1	0.014	1.51	0.189
Sociocultural strategies (SCS)	1	0.014	0.832	0.487	1	0.028	2.60	0.099	1	0.025	2.70	<i>0.048</i>
Abundance perception(Ape)	10	0.170			10	0.109			10	0.092		
Ecological variables												
Abundance perception(Ape)	1	0.034	1.73	0.169	1	0.047	2.29	<i>0.047</i>	1	0.018	1.21	0.214
Harvested parts (HPa)	1	0.089	4.51	<i>0.023</i>	1	0.011	0.55	0.443	1	0.010	0.64	0.509
Life cycle (LCi)	1	0.001	0.05	0.983	1	0.024	1.18	0.196	1	0.002	0.14	0.953
Reproduction (Rep)	1	0.033	1.68	0.221	1	0.045	2.19	0.075	1	0.017	1.12	0.274
Vulnerability (VEA)	1	0.052	2.63	0.107	1	0.004	0.20	0.815	1	0.042	2.77	<i>0.03</i>
Residual	14	0.277			14	0.284			12	0.181		

Number of permutations = 999; *p* values in italics are significant at 0.05

berlandieri suggests that there exists a process of decreasing of consumption and interest in human selection, differently to what is happening with *A. potatorum*, whose propagation starts with gathering seeds from several sites where agaves are recognized to have differential productivity. Such contrasting situations indicate the dynamic aspect of the processes of domestication, in which changes in values, the introduction of new food or

products, and changes in markets, among other factors, have direct effects on management of plant resources.

Sociocultural and ecological factors and management intensity

As expected, management intensity in edible plants is associated with their high risk to disappear, compared to the pattern found in medicinal and ceremonial plants.

However, in the analysis about how sociocultural and ecological factors influence on variation of management, we found a high variety of interactions. The economic value, which has been considered one of the most important factors motivating plant management [12, 13], was not significant in any of the systems studied. This result can be due to the low proportion of plant species that are interchanged through barter and commercialization, as well as the isolation of the community, a factor recognized to be significant for introducing non-timber forest products in markets [49]. Nevertheless, among the more intensely managed species, we recorded some whose management represents expenses (*P. philadelphica*) or their commercialization represents main incomes for households (*B. dulcis* and *A. potatorum*), which indicates a relation between management intensity and the economic role of plants in subsistence [46].

Consumption was only significant in ceremonial plants, explaining the gradient of management intensity according to the feasibility of propagation, which may be difficult in plants highly used (*Tillandsia grandis* and *Chiococca alba*), compared with species lowly used but having vegetative propagation that makes easy their management (*Plumeria rubra*, *Dahlia* sp.).

The perception of abundance and its interaction with cultural value and management feasibility was a meaningful factor for explaining gradients of management intensity of ceremonial and edible plants. For instance, *Peperomia quadrifolia*, a highly valued species as food, is only gathered following the principle of leaving part of the plant in order that it continues propagating, since it is scarce, but it has very specific habitat requirements. *Tillandsia usneoides* is intensely managed in homegardens, although it is abundant in forests, since it is easily propagated; *P. philadelphica*, a basic species, is considered abundant because of the effect of intense management. The examples suggest that the balance between the invested effort in management and benefits obtained according to needs is an important factor for making decisions [50].

The interchange of plant species related to reciprocity was significant for explaining variation of management of edible and medicinal plants. In both use types, the interchanged plants are the most valuable species. In the case of edible plants, our analysis explained the variation in the extremes of the gradient of management intensity; plants of difficult access are managed by collective regulations, and those intensely managed are in AFS. Among the medicinal plants, our analysis identified those species managed following collective regulations and stored, but in the case of emergency, people practice interchange. Importance of this factor coincides with other reports analyzing management of AFS, where it has been found that the social relations of local people are a main factor

influencing biodiversity in these systems since plant species are introduced to the systems and because numerous species are maintained to be shared [44, 51, 52]. The study of these relations is covering importance for understanding management of AFS. We suggest that these may be considered for understanding management of species, since these are expressions of affect, respect, and solidarity, through which people construct social nets of mutual support that are part of the cultural identity and strategies for facing risks in their subsistence [28, 53–55].

In edible and medicinal plants, the interest for obtaining resources through sociocultural strategies influences the management intensity. Strategies like mobility for increasing the harvesting area and gathering for storing, among other practices, may determine some degree of risk on plants, which are placed through collective regulations and management practices.

The cognitive prominence by use type may be an indicator of resource quality, but this was no significant factor in our analysis. The perception about the quality of resources arose as a factor related to the place where plants grow. This aspect enhances plant management in AFS [51, 53, 56], which was documented with *P. philadelphica* and *O. lasiacantha*. In wild plants, this perception influences the communitarian regulations, as was recorded for *Bursera biflora*, whose resin is naturally produced and is preferred over that produced after cutting the stem [57].

Management motives

Interactions between cultural importance, perception of scarcity, and feasibility of management suggest that several factors contribute to motivate management techniques, which was confirmed through the in-depth interviews qualitatively analyzed (Table 6). The worries expressed by people about the future availability of plants with ceremonial, edible, and medicinal uses suggest that uncertainty is a main motive determining management. Such worries can be explained because of the fact that in the analysis of cognitive prominence of plants considered as basic, people mentioned plants with the three uses, which means that they are considered indispensable elements of subsistence. This fact coincides with the general hypothesis of control of uncertainty as a main motive of management for ensuring resource availability [12]. However, the differences documented in types of management strategies and their intensity among use types may be due to the differential operation of other motives, as we hypothesized in this study.

Making easier the access to plants was an important motivation for transplanting or cultivating wild and weedy plants for the three use types analyzed. For edible and medicinal plants managed in homegardens, the main management motive is to have them close

to home [22, 45, 58, 59]. And this is why people transplant and propagate plants that are naturally abundant into other ecosystems (e.g., *Porophyllum* spp.), protect with different labors the maintenance of *D. ambrosioides*, or tolerate weedy and ruderal plants like *Malva parviflora* and *Barkleyanthus salicifolius*. In ceremonial plants, the need to have flowers easily accessible is also an important motive for transplanting and propagating plants (for instance orchids and *Dahlia* spp.), but this motive is associated with the purpose of embellishing an area (60% of the ceremonial plant species are considered ornamental), a quality highly valued by the Ixcatec [6, 23, 24, 26, 52, 53, 60].

The symbolic value associated with plants and animals has been proposed relevant for making management decisions [8, 61, 62]. It is particularly important in plants used for ceremonies, like *B. biflora* [21], *L. glaucescens*, *Euchile karwinskii*, and other orchids, and may influence the perception of importance of being careful during their gathering and as a motive for propagation.

Our study suggests that ethical principles are important for regulating use and management in order to prevent damage to plants (Table 6), recognizing them as living beings with “the right to exist.” This is expressed in numerous tolerated plants with low cultural and economic value or even those without use [26]. Such criteria interact with others particularly in weedy and ruderal plants, with edible and/or medicinal uses such as *A. hybridus*, *M. parvifolia*, *R. communis*, and *M. vulgare* in which the perception of their potential as invasive plants determines a balance of efforts for maintaining and removing them [23, 26]. Other motives identified in the maintenance of homegardens [59, 63, 64], such as experimental curiosity, were mentioned by people in order to develop continual innovation in management techniques.

This study aspires to contribute to understand the multifactorial influence of social and ecological aspects on decisions for managing plant resources [26, 65] with different purposes. It is clear from this and other studies that management of edible resources are mainly influenced by factors associated with availability of food or means for obtaining it, whereas medicinal plants, which are consumed less frequently, involve quality rather than quantity, and ritual plants involve symbolic aspects. The three groups of plants involve management, but the intensity required in each case varies. However, some plant resources are particularly valuable because of their multi-functionality [65]; these are species that in this study are called “basic” by local people and are outstandingly important resources receiving the greatest management intensity.

Ixcatlán is the only site in the world where the Ixcatec language is spoken, and only 15 persons speak this language. Our ethnobiological studies look for contributing to efforts of a linguistic group working in favor of

conserving and recovering this language. Information recovered in this study includes audio and image systems that have helped to produce educative materials useful for teachers in schools for teaching the Ixcatec language. In addition, the information about resource use, and particularly about management techniques, are helpful for planning actions for ordination, conservation, and recovering forest areas and resources, as well as agroforestry systems, which are part of the biocultural heritage of the Ixcatec for the Ixcatec people, people of the Biosphere Reserve Tehuacán-Cuicatlán, and the Mexican people.

Conclusions

For managing edible, medicinal, and ceremonial plants, the Ixcatec have developed a broad variety of practices and regulations. Management strategies are motivated as responses to uncertainty in their availability and other motivations like embellishing an area, satisfying customs, emotions, and curiosity operating simultaneously in the decisions. Such a variety of factors is associated to a well-being premise combining both material and spiritual needs, as well as maintaining social relations and traditions that are part of the Ixcatec cultural identity [27, 50].

The highest management intensity in economic valuable species, mainly edible plants, indicates that uncertainty is significant in indispensable plants for satisfying subsistence needs. However, species of medicinal and ceremonial uses and some edible plants are managed through diverse management practices without response to abundance perception. These facts make necessary to analyze more deeply how needs, worries, external pressures, and management responses are articulated with subsistence strategies of households and communities in these processes, as well as the role of systems of ethical values and traditional regulation institutions.

Our study confirms the importance of sociocultural factors associated with use and interchange of resources, and ecological processes influencing the vulnerability and feasibility of managing them [12, 16, 17]. The multiple criteria may be useful to analyze conditions guiding early management motives that modeled the biocultural heritage of peoples of the Tehuacán Valley.

Abbreviations

AFS: Agroforestry systems; CCA: Canonical correspondence analyses; PCA: Principal component analyses; TEK: Traditional ecological knowledge; UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México

Acknowledgements

We deeply thank the people of Santa María Ixcatlán and the authorities for their generosity and friendship. We also thank Erandi Rivera, Emanuel Emiliano González, and Ricardo Lemus for their collaboration in fieldwork and María Eugenia Salazar and Erandi Rivera for sharing panels a, j, y, and k in Fig. 2. We thank the anonymous referees for their comments and suggestions that helped to improve this manuscript.

Funding

The authors thank the Posgrado en Ciencias Biológicas at the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) and the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, Mexico) for supporting PhD studies and a grant for the first author. We also thank for the financial support for fieldwork the Red Temática: Productos Forestales No Maderables supported by CONACYT, CONACYT (Project CB-2013-01-221,800), the PAPIIT, UNAM (Research project IN209214), Fundación Alfredo Harp Helú Oaxaca, and Fundación UNAM (project IE-282.311.190).

Availability of data and materials

Data that support the analysis and additional data are provided in Tables 1, 5, and 7.

Authors' contributions

SRL is the main author, involved in the study design, field work, and analysis of the data; wrote the first draft; and concluded the final version of this paper. AC is main coordinator-supervisor of the research project, participated in data analyses, and reviewed several drafts of the manuscript. EGF and RL contributed to designing and following the progress of the research and reviewed the final drafts of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Authors' information

SRL is a postgraduate student at the Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), UNAM. AC and EGF are full-time researchers at IIES, UNAM. RL is a full-time researcher at UBIPRO-FES Iztacala, UNAM.

Ethics approval and consent to participate

Permits for conducting our investigation were obtained from local authorities (municipal and land tenure), the Communitarian Assembly, and federal agencies (SEMARNAT and Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve-CONANP), to realize the investigation. Prior oral informed consent was obtained from all participants to realize the interview, survey, free lists, and visit and gather plants in their homegardens or agricultural fields. Reports of activities and preliminary investigation outcomes have been done via oral and written reports to the authorities and public presentations to the community of Ixcatlán.

Consent for publication

Not applicable.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Author details

¹Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8711, 58190 Morelia, Michoacán, Mexico.

²UBIPRO, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Av. de los Barrios #1, Los Reyes Iztacala, Mexico, Mexico.

Received: 31 July 2017 Accepted: 5 October 2017

Published online: 30 October 2017

References

- Toledo VM, Ortiz-Espejel B, Cortés L, Moguel P, de Ordoñez MJ. The multiple use of tropical forests by indigenous peoples in Mexico: a case of adaptive management. *Conserv Ecol*. 2003;7:9.
- Boege E. El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. México, D. F.: Instituto Nacional de Antropología e Historia & Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas; 2008.
- Maffi L. Linguistic, cultural, and biological diversity. *Annu Rev Anthropol*. 2005;34:599–617.
- Casas A, Lira R, Torres I, Delgado A, Moreno-Calles AI, Rangel-Landa S, et al. Ethnobotany for sustainable ecosystem management: a regional perspective in the Tehuacán Valley. In: Lira R, Casas A, Blancas J, editors. *Ethnobotany of Mexico: interactions of people and plants in Mesoamerica*. New York: Springer; 2016. p. 179–206.
- Casas A, Otero-Arnaiz A, Pérez-Negrón E, Valiente-Banuet A. In situ management and domestication of plants in Mesoamerica. *Ann Bot*. 2007;100:1101–15.
- Blancas J, Casas A, Rangel-Landa S, Moreno-Calles A, Torres I, Pérez-Negrón E, et al. Plant management in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Econ Bot*. Springer New York. 2010;64:287–302.
- Berkes F, Colding J, Folke C. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecol Appl*. 2000;10:1251–62.
- Toledo VM. Ethnoecology: a conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature. In: Steep JR, editor. *Ethnobiol. Cult. Divers. USA: International Society of Ethnobiology*; 2002. p. 511–22.
- Bye RA. The role of humans in the diversification of plants in Mexico. In: Ramamoorthy T, Bye RA, Lot A, Fa J, editors. *Biol. Divers. Mex. Orig. Distrib*. New York: Oxford University Press; 1993. p. 707–31.
- Casas A, Parra F. La domesticación como proceso evolutivo. In: Casas A, Torres-Guevara J, Parra F, editors. *Domest. en el Cont. Am. Vol. 1. Manejo Biodivers. y Evol. dirigida por las Cult. del Nuevo Mundo*. Lima: UNALM & UNAM; 2016. p. 133–58.
- González-Insuasti MS, Caballero J. Managing plant resources: how intensive can it be? *Hum Ecol*. 2007;35:303–14.
- Blancas J, Casas A, Pérez-Salicipud D, Caballero J, Vega E. Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in Nahuatl communities of the Tehuacán Valley, Mexico. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2013;9:39.
- González-Insuasti MS, Martorell C, Caballero J. Factors that influence the intensity of non-agricultural management of plant resources. *Agrofor Syst*. 2008;74:1–15.
- González-Insuasti MS, Casas A, Méndez-Ramírez I, Martorell C, Caballero J. Intra-cultural differences in the importance of plant resources and their impact on management intensification in the Tehuacán Valley, Mexico. *Hum Ecol*. 2011;39:191–202.
- Arellanes Y, Casas A, Arellanes A, Vega E, Blancas J, Vallejo M, et al. Influence of traditional markets on plant management in the Tehuacán Valley. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2013;9:38.
- Delgado-Lemus A, Torres I, Blancas J, Casas A. Vulnerability and risk management of Agave species in the Tehuacán Valley, México. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2014;10:53.
- Torres I, Blancas J, León A, Casas A. TEK, local perceptions of risk, and diversity of management practices of Agave inaequidens in Michoacán, Mexico. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2015;11:1–20.
- Casas A, Valiente-Banuet A, Viveros JL, Caballero J, Cortés L, Dávila P, et al. Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Econ Bot*. 2001;55:129–66.
- Casas A, Parra F, Blancas J, Rangel-Landa S, Vallejo-Ramos M, Figueredo CJ, et al. Origen de la domesticación y la agricultura: cómo y por qué. In: Casas A, Torres-Guevara J, Parra F, editors. *Domest. en el Cont. Am. Vol. 1. Manejo Biodivers. y Evol. dirigida por las Cult. del Nuevo Mundo*. Lima: UNALM & UNAM; 2016. p. 189–224.
- Ayma AI. Beneficios y maleficios de los árboles para los campesinos y su rol en el arreglo de sistemas agroforestales tradicionales en el Norte de Independencia, Bolivia. *Acta Nov*. 2011;5:225–46.
- Berkes F. *Sacred ecology*. Second. New York: Routledge; 2008.
- Blanckaert I, Swennen R, Paredes-Flores M, Rosas López R, Lira R. Floristic composition, plant uses and management practices in homegardens of San Rafael Coxcatlán, Valley of Tehuacán-Cuicatlán, Mexico. *J Arid Environ*. 2004;57:179–202.
- Moreno-Calles A, Casas A, Blancas J, Torres I, Masera O, Caballero J, et al. Agroforestry systems and biodiversity conservation in arid zones: the case of the Tehuacán Valley, Central México. *Agrofor Syst*. 2010;80:315–31.
- Vallejo M, Casas A, Blancas J, Moreno-Calles AI, Solís L, Rangel-Landa S, et al. Agroforestry systems in the highlands of the Tehuacán Valley, Mexico: indigenous cultures and biodiversity conservation. *Agrofor Syst*. 2014;88:125–40.
- Vallejo M, Casas A, Pérez-Negrón E, Moreno-Calles AI, Hernández-Ordoñez O, Tellez O, et al. Agroforestry systems of the lowland alluvial valleys of the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve: an evaluation of their biocultural capacity. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2015;11:8.
- Rangel-Landa S, Casas A, Rivera-Lozoya E, Torres-García I, Vallejo-Ramos M. Ixcatec ethnoecology: plant management and biocultural heritage in Oaxaca, Mexico. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2016;12:30.
- Casas A, Parra F, Torres-García I, Rangel-Landa S, Zarazúa M, Torres-Guevara J. Estudios y patrones continentales de domesticación y manejo de recursos

- genéticos: Perspectivas. In: Casas A, Torres-Guevara J, Parra F, editors. *Domest. en el Cont. Am. Vol. 2. Investig. para el manejo sustentable Recur. genéticos en el Nuevo Mundo*. Morelia: UNAM & UNALM; 2017. p. 537–69.
28. CONABIO. Climas, Portal de Geoinformación, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. 2012. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Accessed Apr 2017. Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad.
 29. Servicio Meteorológico Nacional. Normales climatológicas 1951–2010: Estación 00020129 Santa María Ixcatlán, Oaxaca. CONAGUA. 2010. <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=oax>. Accessed Apr 2017.
 30. Nava C, Romero M. Ixcatecos, pueblos indígenas del México contemporáneo. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas: México, D.F.; 2007.
 31. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Tabulados predefinidos, Oaxaca. In: Encuesta Intercensal; 2015. <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/?init=1>. Accessed Apr 2017.
 32. Simons GF, Fennig CD, editors. *Ethnologue: languages of the world*, twentieth edition. Dallas: SIL International; 2017. Online version: <http://www.ethnologue.com>. Accessed Apr 2017
 33. Valiente-Banuet A, Solís L, Dávila P, Arizmendi M del C, Silva C, Ortega-Ramírez J, et al. Guía de la vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Universidad Autónoma de Tamaulipas & Fundación para la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán; 2009.
 34. Diario Oficial de la Federación. Resolución sobre conflicto por límites de bienes comunales al poblado de Santa María Ixcatlán, municipio del mismo nombre, Estado de Oaxaca. 1948. <http://www.dof.gob.mx/>. Accessed 25 May 2015. México.
 35. Hironymous MO. Santa María Ixcatlán, Oaxaca: from colonial cacicazgo to modern municipio. Ph.D. thesis. University of Texas at Austin; 2007.
 36. Royal Botanic Gardens, Kew, Missouri Botanical Garden. The plant list. A working list of all plant species. <http://www.theplantlist.org/>. Accessed Apr 2017.
 37. Nolan JM. Pursuing the fruits of knowledge: cognitive ethnobotany in Missouri's Little Dixie. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2001;21:29–51.
 38. Nolan JM, Robbins MC. Emotional meaning and the cognitive organization of ethnozoological domains. *J Linguist Anthropol*. 2001;11:240–9.
 39. Sutrop U. List task and a cognitive salience index. *Field Methods*. 2001;13:263–76.
 40. Pennec F, Wencelius J, Garine E, Raimond C, Bohbot HFLAME. v1.0: free-list analysis under Microsoft Excel. Paris: CNRS; 2012.
 41. Borcard D, Legendre P, Drapeau P. Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology*. 1992;73:1045–55.
 42. R Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R foundation for statistical computing. 2016.
 43. Lira R, Casas A, Rosas-López R, Paredes-Flores M, Pérez-Negrón E, Rangel-Landa S, et al. Traditional knowledge and useful plant richness in the Tehuacán–Cuicatlán Valley, Mexico. *Econ Bot*. 2009;63:271–87.
 44. Moreno-Calles AI, Casas A, García-Frapolli E, Torres-García I. Traditional agroforestry systems of multi-crop “milpa” and “chichipera” cactus forest in the arid Tehuacán Valley, Mexico: their management and role in people's subsistence. *Agrofor Syst*. 2012;84:207–26.
 45. Larios C, Casas A, Vallejo M, Moreno-Calles AI, Blancas J. Plant management and biodiversity conservation in Náhuatl homegardens of the Tehuacán Valley, Mexico. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2013;9:74.
 46. Blancas J, Casas A, Moreno-Calles AI, Caballero J. Cultural motives of plant management and domestication. In: Lira R, Casas A, Blancas J, editors. *Ethnobotany of Mexico: interactions of people and plants in Mesoamerica*. New York: Springer; 2016. p. 233–55.
 47. Ostrom E. *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press; 1990.
 48. Casas A, Blancas J, Otero-Araiz A, Cruse-Sanders J, Lira R, Avendaño A, et al. Evolutionary ethnobotanical studies of incipient domestication of plants in Mesoamerica. In: Lira R, Casas A, Blancas J, editors. *Ethnobotany of Mexico: interactions of people and plants in Mesoamerica*. New York: Springer; 2016. p. 257–85.
 49. Belcher B, Ruiz-Pérez M, Achdiawan R. Global patterns and trends in the use and management of commercial NTFPs: implications for livelihoods and conservation. *World Dev*. 2005;33:1435–52.
 50. Alcorn JB. Factors influencing botanical resource perception among the Huastec: suggestions for future ethnobotanical inquiry. *J Ethnobiol*. 1981;1:221–30.
 51. Ban N, Coomes OT. Home gardens in Amazonian Peru: diversity and exchange of planting material. *Geogr Rev*. 2004;94:348–67.
 52. Aguilar-Støen M, Moe SR, Camargo-Ricalde SL. Home gardens sustain crop diversity and improve farm resilience in Candelaria Loxicha, Oaxaca, Mexico. *Hum Ecol*. 2009;37:55–77.
 53. Calvet-Mir L, Gómez-Baggethun E, Reyes-García V. Beyond food production: ecosystem services provided by home gardens. A case study in Vall Fosca, Catalan Pyrenees, northeastern Spain. *Ecol Econ*. 2012;74:153–60.
 54. Lope-Alzina DG. Una red comunal de acceso a alimentos: el huerto familiar como principal proveedor de productos para intercambio en una comunidad Maya-Yucateca. *Gaia Sci*. 2014;8:199–215.
 55. Halstead P, O'Shea J, editors. *Bad year economics: cultural responses to risk and uncertainty*. Cambridge: Cambridge University Press; 1989.
 56. Reyes-García V, Aceituno L, Vila S, Calvet-Mir L, Garnatje T, Jesch A, et al. Home gardens in three mountain regions of the Iberian Peninsula: description, motivation for gardening, and gross financial benefits. *J Sustain Agric*. 2012;36:249–70.
 57. Purata SE. Uso y manejo de los copales aromáticos: aceites y resinas. México: CONABIO, RAISES; 2008.
 58. Tello-Villavicencio. Las plantas aromáticas en los Andes peruanos. In: Casas A, Torres-Guevara J, Parra F, editors. *Domest. en el Cont. Am. Vol. 2. Investig. para el manejo sustentable Recur. genéticos en el Nuevo Mundo*. Morelia: UNAM & UNALM; 2017. p. 345–74.
 59. Lope-Alzina DG, Howard PL. The structure, composition, and functions of homegardens: a focus on the Yucatan Peninsula. *Etnoecológica*. 2012;9:17–41.
 60. Cook SF. Santa María Ixcatlán: habitat, population, subsistence. In: Sauer CO, Woodrow B, Cook SF, Rowe JH, editors. *Ibero-Amer*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press; 1958.
 61. Atran S, Medin DL, Ross NO. The cultural mind: environmental decision making and cultural modeling within and across populations. *Psychol Rev*. 2005;112:744–76.
 62. Salazar-Rojas VM, Herera-Cabrera BE, Flores-Palacios A, Ocampo-Fletes I. Traditional use and conservation of the “calaverita”; *Laelia anceps* subsp. *dawsonii* f. *chilapensis* Soto-Arenas at Chilapa Guerrero. *Lankesteriana Int J Orchid*. 2007;7:368–70.
 63. Clayton S. Domesticated nature: motivations for gardening and perceptions of environmental impact. *J Environ Psychol*. 2007;27:215–24.
 64. Bhatti M, Church A, Claremont A, Stenner P. “I love being in the garden”: enchanting encounters in everyday life. *Soc Cult Geogr*. 2009;10:61–76.
 65. Soukand R, Hrynevich Y, Vasilyeva I, Prakořewa J, Vnukovich Y, Paciupa J, Hlushko A, Knureva Y, Litvinava Y, Vyskvarka S, Silivonchik H, Paulava A, Kõiva M, Kalle R. Multi-functionality of the few: current and past uses of wild plants for food and healing in Liubań region, Belarus. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2017;13:10.

Submit your next manuscript to BioMed Central and we will help you at every step:

- We accept pre-submission inquiries
- Our selector tool helps you to find the most relevant journal
- We provide round the clock customer support
- Convenient online submission
- Thorough peer review
- Inclusion in PubMed and all major indexing services
- Maximum visibility for your research

Submit your manuscript at
www.biomedcentral.com/submit



CAPÍTULO III

Rangel-Landa, S., E. Rivera-Lozoya y A. Casas. 2014. Uso y manejo de las palmas *Brahea* spp. (Arecaceae) por el pueblo ixcateco de Santa María Ixcatlán Oaxaca, México. *Gaia Scientia*, 2014(2): 62–78.



Uso y manejo de las palmas *Brahea* spp. (Arecaceae) por el pueblo ixcateco de Santa María Ixcatlán Oaxaca, México

Selene Rangel-Landa, Erandi Rivera-Lozoya y Alejandro Casas*

¹Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, campus Morelia. Antigua Carretera a Pátzcuaro 8711 Col. Ex-Hacienda de San José de la Huerta, C.P. 58190 Morelia, Michoacán, México.

*Autor para correspondencia: acasas@cieco.unam.mx

Resumen

El uso de especies de palma del género *Brahea* es muy antiguo y la cultura de su aprovechamiento es vigente y retribuye importantes beneficios económicos para la subsistencia de numerosas comunidades rurales en México. El Valle de Tehuacán-Cuicatlán existen docenas de localidades donde la extracción de hojas de *B. dulcis* para el tejido de sombreros, constituye una de las principales actividades económicas con un papel especial en la vida diaria y la cultura. En el presente trabajo se documenta el conocimiento que tienen los habitantes de Santa María Ixcatlán sobre las especies de *Brahea*. Esta es la única localidad donde se encuentran el grupo originario de los ixcatecos. Se evalúa el papel del aprovechamiento de las hojas de palma en la subsistencia de esta comunidad y el impacto del aprovechamiento en la diversidad de las comunidades vegetales. La perspectiva de aprovechamiento sustentable de este recurso tiene un componente económico y social asociado a la gestión de mercados justos pues en la actualidad los artesanos son super-explotados en la red de comercialización. Tiene también un componente ecológico pues las estrategias para aumentar la disponibilidad de materia prima a través de promover la expansión de palmares tiene un costo en pérdida de diversidad biológica forestal. Estrategias de control de las áreas de palmar y restauración de áreas transformadas deben combinarse para garantizar su aprovechamiento sustentable.

Palabras clave: *Brahea dulcis*, *Brahea nitida*, etnobotánica, ixcatecos, palma criolla, Valle de Tehuacán-Cuicatlán

Resumo

Uso e manejo das palmeiras *Brahea* spp. (Arecaceae) pelo povo Ixcateco de Santa Maria Ixcatlán Oaxaca, México. O uso de espécies de palmeiras do gênero *Brahea* é muito antigo e a cultura de seu uso está em vigor apresentando benefícios econômicos significativos para a subsistência de muitas comunidades rurais no México. No Vale de Tehuacán-Cuicatlán há dezenas de locais onde a extração de *B. dulcis* para tecer chapéus, constituindo uma das principais atividades econômicas com um papel especial na vida cotidiana e da cultura. Neste trabalho se documentou o conhecimento entre os cidadãos de Santa Maria Ixcatlán sobre espécies de *Brahea*. Este é o único lugar onde se encontra o grupo original de Ixcatecos. Se avaliou o papel do uso de folhas de palmeira na sobrevivência desta comunidade e do impacto da exploração madeireira sobre a diversidade das comunidades vegetais. A perspectiva de uso sustentável deste recurso tem um componente econômico e social associado à gestão de mercados, justo hoje que como artesãos são superexplorados na rede de comercialização. Também tem um componente ecológico pois a estratégia para aumentar a disponibilidade de matérias-primas promovendo a expansão das palmeiras tem um custo na perda de diversidade biológica da floresta. Estratégias de controle das áreas de palmeiras e a restauração de áreas

transformadas devem ser combinados para garantir seu uso sustentável.

Palavras chave: *Brahea dulcis*, *Brahea nitida*, etnobotânica, ixcatecos, palmeira criolla, Valle de Tehuacán-Cuicatlán

Abstract

Use and management of the palms *Brahea* spp. (Arecaceae) by Ixcateco town of Santa Maria Ixcatlán Oaxaca, Mexico. Use of palm species of the genus *Brahea* is ancient, since prehistoric times, and human culture of their utilization is ongoing until present. Today, people of numerous rural communities of Mexico obtain significant economic benefits from palm extraction and handicrafting. In the Tehuacán-Cuicatlán Valley dozens of communities extract leaves of *B. dulcis* for weaving hats, and this is one of the main sources of monetary incomes, reason why it is a special activity practiced by children and adult people in their daily life and is representative of their culture. Our study documents the traditional knowledge of *Brahea* palms by people of Santa María Ixcatlán, Oaxaca, Mexico. This is the only village where the Ixcattec people currently live. We evaluated the role of leaf palms use in their subsistence as well as the impact of this activity on the biotic communities where the

palms grow. The perspective of sustainable use and management of these plant resources has an economic and social dimension associated to the gestión of fair processes of commercialization since at present people receive miserable payment for their handcrafts and intermediaries are the main benefited by their work. The ecological dimension of sustainable management face the challenge of maintaining and increasing plant diversity in areas where growth of the palms is promoted. The 'palmares' are extent areas where

Brahea palms grow actively, favoured by people but displacing a number of other plant species. Planning and controlling of areas dedicated to palmar, as well as recovering forests in others are part of the strategies for constructing sustainable management of these and other important resources.

Palabras clave: *Brahea dulcis*, *Brahea nitida*, etnobotánica, ixcatecos, palma criolla, Valle de Tehuacán-Cuicatlán

Introducción

La palma *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. se encuentra distribuida en áreas con suelos calizos, principalmente asociada a bosque tropical seco, matorral xerófilo y bosques de encino, desde el norte de Veracruz en México, hasta zonas semi-secas de Centroamérica, incluyendo áreas de Belice, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua (Quero 1994; Henderson et al. 1995). Diversos estudios etnobotánicos y ecológicos en México han documentado el uso múltiple de esta especie, principalmente en pueblos de cultura mixteca, náhuatl y tlapaneca de las regiones Centro y Montaña del estado de Guerrero (Casas et al. 1994, 2008; Ilsley et al. 2001; Blancas 2001).

En esas regiones se ha descrito una alta diversidad de usos, por ejemplo, Blancas (2001) enlista un total de 31 usos distintos. Sin embargo, el principal uso, el más extendido en la región y el que permite ingresos monetarios significativos para los pobladores, es la elaboración de sombreros en "greña" (sin acabado, con las fibras desplegadas en el borde), así como cinta (fibras de hoja de palma trenzadas) que se utiliza como materia prima para elaborar otro tipo de sombreros y bolsas.

Estos materiales artesanales son adquiridos por acaparadores, quienes pagan un bajo precio por el producto (en promedio \$0.35 dólares de Estados Unidos), el cual es posteriormente trasladado a plantas industriales donde son acabados (los sombreros reciben un tratamiento de recorte de la 'greña', secado, blanqueado, cosido y prensado; las cintas, son cosidas y el objeto resultante es prensado). Después de su procesamiento industrial los sombreros elevan su precio sustancialmente, hasta en más de 1000% (Casas et al. 1994), de manera que los acaparadores e industriales obtienen la mayor ganancia del proceso, mientras que

los artesanos, quienes más trabajo invierten reciben un pago bajo muy injusto.

También se ha documentado el elevado aprovechamiento con fines artesanales de esta palma por pueblos otomíes o ñañú del estado de Hidalgo (Pavón et al. 2006; Coronel y Pulido 2011), región en donde los productos artesanales se han diversificado, pero el sistema de acaparamiento de materiales no acabados y baratos es similar al descrito para el estado de Guerrero. Además, se han registrado procesos de aprovechamiento y sobre-explotación de mano de obra similares en la región del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Casas et al. 2001; Echeverría 2003; Torres 2004; Lira et al. 2009; Blancas et al. 2010), donde además de la especie *B. dulcis* se aprovecha la especie *B. nitida* André. Se ha documentado su uso como alimento (las flores y los frutos), medicinal, ornamental y ceremonial (principalmente en la elaboración de adornos), para la construcción de casas (los tallos y las hojas desarrolladas), la elaboración de colchones de fibra o "cuaxtles". También y de manera principal, se lleva a cabo el tejido de diversos productos artesanales tales como sombreros, canastas y recipientes, petates o tapetes tradicionales y una gran variedad de figuras, todo esto último con base en las hojas jóvenes, aún no abiertas, que reciben el nombre de "cogollo".

La elaboración de artesanías se lleva a cabo principalmente por pueblos indígenas campesinos, quienes aprenden a tejer la palma desde los cuatro años de edad (Casas et al. 1994). Es común observar en las regiones referidas el tejido de palma asociado a las diversas actividades cotidianas (pastoreo, caminatas al campo para traer leña, momentos de descanso y esparcimiento, reuniones). Un niño puede tejer un sombrero y un adulto hasta tres

sombreros por día, recibiendo por su producto menos de 1 dólar (Casas et al. 1994; Rangel-Landa y Lemus 2002). Se trata de un sistema de sobre-explotación de mano de obra que, sin embargo, encuentra un reclutamiento voluntario de tejedores de palma, para quienes el bajo ingreso monetario les permite adquirir productos en el mercado que de otra forma es prácticamente imposible, pues sus actividades sostienen una economía predominantemente basada en la autosubsistencia (Casas et al. 1994; Rangel-Landa y Lemus 2002).

Dependiendo de qué tan exitosa fue la producción agrícola y otras actividades productivas en una temporada laboral, así como también dependiendo de la abundancia de las palmas, la extracción de sus hojas, la elaboración de artesanías puede jugar un papel mayor o menormente relevante en la economía familiar campesina en un año determinado. La gente que vive en comunidades en cuyo territorio las palmas son abundantes teje artesanías y vende hojas a otras comunidades en donde las palmas son escasas o ausentes (Rangel-Landa y Lemus 2002).

En el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, nuestro grupo de investigación ha identificado docenas de comunidades que se dedican a la extracción de hojas y/o al tejido de artesanías. Particularmente estudiamos con detalle los casos de las comunidades de Ixcatlán (Rangel-Landa y Lemus 2002; Casas et al. 2008), Nodón (Echeverría 2003), y San Luis Atolotitlán (Torres 2004). Los sombreros de palma son los principales productos artesanales tejidos por hombres, mujeres y niños, para quienes las palmas tienen un lugar especial en su vida cotidiana y en su cultura. Tanto la recolección de palma como el tejido de artesanías se llevan a cabo durante todo el año y los periodos de mayor intensidad en estas actividades se relacionan con la baja en las actividades agrícolas y con requerimientos especiales que ameritan obtener recursos monetarios (Casas et al. 2008). La comercialización de palma y artesanías (principalmente sombreros), junto con el empleo temporal fuera de las comunidades, la ganadería principalmente caprina y la elaboración de

mezcal (bebida alcohólica destilada) a partir del agave silvestre *Agave potatorum* Zucc. son fuentes principales de ingresos monetarios que permiten a las familias satisfacer sus necesidades alimentarias.

En el presente estudio analizamos la importancia cultural y económica de las palmas del género *Brahea* para el pueblo ixcateco de Santa María Ixcatlán, evaluamos el impacto socio-ecológico de este sistema de aprovechamiento y discutimos los aspectos ecológicos y económicos que deben contemplarse para desarrollar estrategias de aprovechamiento sustentable de tan importantes recursos.

Metodología

Área de estudio

Santa María Ixcatlán es un poblado que conforma un municipio entero. Se localiza en el sur del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Figura 1), en el estado de Oaxaca y forma parte del área natural protegida Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. El núcleo del poblado se ubica a 1840 m de altitud, pero el territorio de la comunidad, que comprende 41,503 ha, presenta un terreno montañoso con rango altitudinal entre 1170 y 2500 m. No obstante su gran extensión, la mayor parte de las actividades económicas de Ixcatlán se realizan en un área cuyo radio es de aproximadamente 5 km alrededor del poblado (Figura 2).

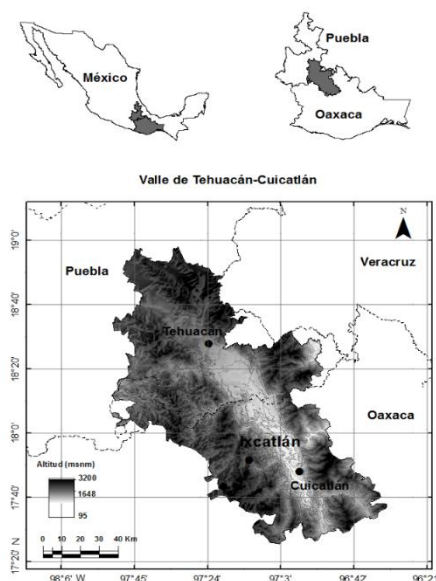


Figura 1. Localización de Santa María Ixcatlán en el contexto regional de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.



Figura 2. Santa María Ixcatlán, vista panorámica del poblado y de sus unidades territoriales. Bosques de encino en las partes altas, mexicales en las laderas, huertos en el poblado, palmares y terrenos de producción agrícola.

El clima es templado (García 1981) y de acuerdo a la estación meteorológica de la localidad, la temperatura media anual es de 16.3°C, la precipitación media de 647 mm, con una estación lluvias de junio a septiembre, cuando se recibe el 70% de la lluvia. El suelo en la mayor parte de la comunidad se deriva de roca caliza, conformado por una delgada capa de suelo negro rico en materia orgánica sobre el sustrato rocoso.

Se pueden encontrar en el territorio de Santa María Ixcatlán 14 tipos de vegetación de acuerdo con la clasificación de tipos de asociación vegetal propuesta por Valiente-Banuet *et al.* (2000, 2009). Los encinares de encino amarillo (*Quercus liebmanni*), los mixtos, y los de encino cucharilla (*Q. urbanii*) dominan la vegetación a partir de los 1800 m de altitud. En los alrededores de la población se encuentran palmares de *Brahea dulcis*, así como mexicales (matorral esclerófilo perennifolio) que también se encuentran en otras áreas de la comunidad en un rango altitudinal entre los 1700 y 1800 m (Figura 2). La mayor parte del territorio es dominado por matorrales donde dominan *Pseudomytocereus fulviceps* y/o *Cephalocereus columna-trajani*, selva baja caducifolia, que se distribuyen de los 1170 a los 1700 msnm. En la orilla de los ríos se encuentran bosques de galería en donde predomina *Taxodium mucronatum*. También existen otras asociaciones vegetales de distribución más restringida como izotales

de *Beaucarnea purpusi*, el bosque de enebro *Juniperus flaccida*, el palmar de *Brahea nitida*, el matorral crasirosulifolio y el matorral rosetofo de *Echeveria gigantea*. Además se encuentran ambientes donde los seres humanos llevan a cabo prácticas de manejo intensivas, determinado composiciones y estructuras de la vegetación peculiares, de acuerdo con las actividades que realiza. Por ejemplo, los huertos y los terrenos agrícolas, que generalmente son sistemas agroforestales (Vallejo *et al.* 2014), los terrenos donde se elabora el mezcal llamados “palenques” y los pastizales que resultan del abandono reciente de terrenos agrícolas.

Santa María Ixcatlán tiene 516 habitantes (INEGI 2010), pero solamente nueve de ellos son hablantes fluidos del ixcateco, lo que indica que esta lengua se encuentra en un alto riesgo de extinción pues es ésta la única comunidad de México (y del mundo) en donde se habla el ixcateco. Más del 95% de la población es católica y las celebraciones religiosas determinan de forma importante la dinámica de la vida en la comunidad. El poblado está conformado por 175 hogares con tres miembros en promedio (INEGI, 2010), lo que indica un fuerte proceso migratorio, ya que en México las comunidades rurales normalmente cuentan con 5 o 6 integrantes en promedio. La principal actividad económica es la agricultura de temporal de maíz, frijol y calabazas destinadas al consumo familiar, y la cría de ganado caprino y bovino y empleos

temporales dentro de la misma comunidad. La manufactura de sombreros de palma y la preparación de mezcal para la comercialización son las principales actividades asociadas a la extracción forestal.

La tenencia de la tierra es comunal y la elección de las autoridades de los bienes comunales y municipales se realiza bajo el esquema de “Usos y Costumbres”, una forma que en México respeta las tradiciones indígenas de designar autoridades. Todos los miembros de la comunidad tienen derecho al aprovechamiento de los recursos forestales mientras sea para la subsistencia de sus familias. Otras formas que involucren el manejo intensivo o comercialización de productos forestales requieren permiso de las autoridades comunales.

Estudios etnobotánicos

Se documentó información sobre nomenclatura, usos, formas de manejo, comercialización y aporte de la palma y sus productos a la economía familiar con base en observación participante, durante 12 estancias en la comunidad de 15 días a un mes durante dos años. Durante este periodo se efectuaron colectas etnobotánicas de *Brahea* spp., así como de las especies vegetales asociadas en las distintas comunidades bióticas en donde se identificó la presencia de estas especies.

Se llevaron a cabo 28 entrevistas (la mitad de ellos hombre y la mitad mujeres que se dedican a actividades extractivas y artesanales de palmas) a profundidad para documentar aspectos sobre prácticas de extracción, formas de uso y prácticas de preparación de los materiales para los distintos tipos de uso. Particular atención se puso al conocimiento tradicional sobre distribución, abundancia, comportamiento reproductivo e interacciones de *Brahea* spp. con otras especies vegetales y animales, así como a las prácticas de manejo y la relación de éstas con la intención de asegurar la disponibilidad del recurso a largo plazo. En total, 15 de las entrevistas a profundidad se realizaron con 6 hablantes de ixcatéco (4 hombres, dos mujeres) en diferentes sesiones videograbadas.

Adicionalmente se llevaron a cabo encuestas dirigidas a cuantificar la producción anual de sombreros, estimar su

importancia en la economía familiar (los valores económicos se muestran en dólares de Estados Unidos con un tipo de cambio de \$13.00 pesos mexicanos por \$1 dólar) y el consumo de hojas de palma. Estas encuestas comprendieron al 12% de las unidades familiares en el año 2000 y al 11% de éstas en el 2012, con las cuales se pudo establecer una comparación de los patrones de aprovechamiento en un intervalo de una década.

Estudios ecológicos

Se realizaron muestreos de vegetación en 17 sitios dentro del territorio de Santa María Ixcatlán en donde se identificó la presencia de *Brahea dulcis* y/o *B. nitida*. Los muestreos consistieron en cuadrantes de 50 X 10 m (500 m²) en un total de nueve tipos de unidades ambientales. En cada cuadrante se contó el número de individuos de cada especie presente y se tomaron medidas de diámetros perpendiculares de las copas de árboles y arbustos, su altura y, para el caso de los árboles el perímetro del tronco a la altura del pecho, con el fin de estimar su biomasa. Estos muestreos permitieron evaluar la distribución y abundancia de *Brahea* spp., así como el contexto de la diversidad vegetal en las comunidades bióticas en las que se distribuyen estas palmas. Se calcularon índices de diversidad de Shannon utilizando el programa Biodiversity Pro.

Resultados y Discusión

Etnobotánica

Los campesinos ixcatecos reconocen tres ‘variedades’ de palma (Figura 3): (1) la ‘palma criolla’ denominada en ixcatéco **yatjen chjanha** y que corresponde a la especie *Brahea dulcis* (Figura 3). Esta se reconoce por su porte relativamente bajo, la mayoría de los individuos con menos de 2 m de altura; también se reconoce como atributo distintivo el margen del peciolo que se encuentra armado con dientes de hasta 4 mm de largo que es llamado localmente como ‘sierra’. (2) La ‘palma blanca’ denominada en ixcatéco **yatjen xkwa** y que corresponde a la especie *B. nitida*, se reconoce por su porte relativamente alto, de más de 5 m, sus hojas de color verde glauco y con peciolos lisos no

aserrados. (3) La palma ‘media sierra’, denominada en ixcateco **yatjen yatjenya**, es un híbrido producto del cruzamiento de *B. dulcis* x *B. nitida* Mart. x André, el cual ha sido documentado con base en información morfológica y genética por otros autores

(Ramírez-Rodríguez et al., 2011); esta palma se reconoce porque sus hojas son más largas, más blancas y con ‘sierra’ más pequeña y con menos dientes que las hojas de la palma criolla descrita arriba.

67



Brahea dulcis



Brahea nitida



Brahea dulcis



Brahea dulcis x *B. nitida*



Brahea nitida

Figura 3. Aspecto general y detalle del peciolo de las palmas ‘criolla’ *Brahea dulcis*, ‘blanca’ *B. nitida* y ‘media sierra’ *B. dulcis* X *B. nitida*.

La especie más abundante es *B. dulcis*, se distribuye de los 1700 a los 2200 m, en los bosques de encino *Quercus* spp., bosque de nebro *J. flaccida*, mexical, izotal de *B. purpusii* y bosques de galería, pero es entre los 1740 y 1950 m donde, debido al aprovechamiento constante de este recurso desde la tiempos precolombinos, se han

formado unidades de vegetación dominadas por esta especie (Figura 4). Estas unidades de vegetación son reconocidas por los ixcatecos como ‘palmonares’ y se encuentran en los alrededores del poblado y en algunos sitios donde hubo antiguos asentamientos hoy en día abandonados (Figura 4). Es entre los palmonares donde se

encuentran los terrenos de cultivo en donde también se pueden encontrar algunos individuos.

B. nitida, tiene una distribución restringida en zonas de transición entre bosques de encino y matorrales dominados

por cactáceas columnares, en altitudes entre los 1600 y 1800 msnm (Figura 4). De la palma ‘media sierra’ se encuentran individuos aislados en sitios donde coexisten poblaciones de *B. dulcis* y *B. nitida*.

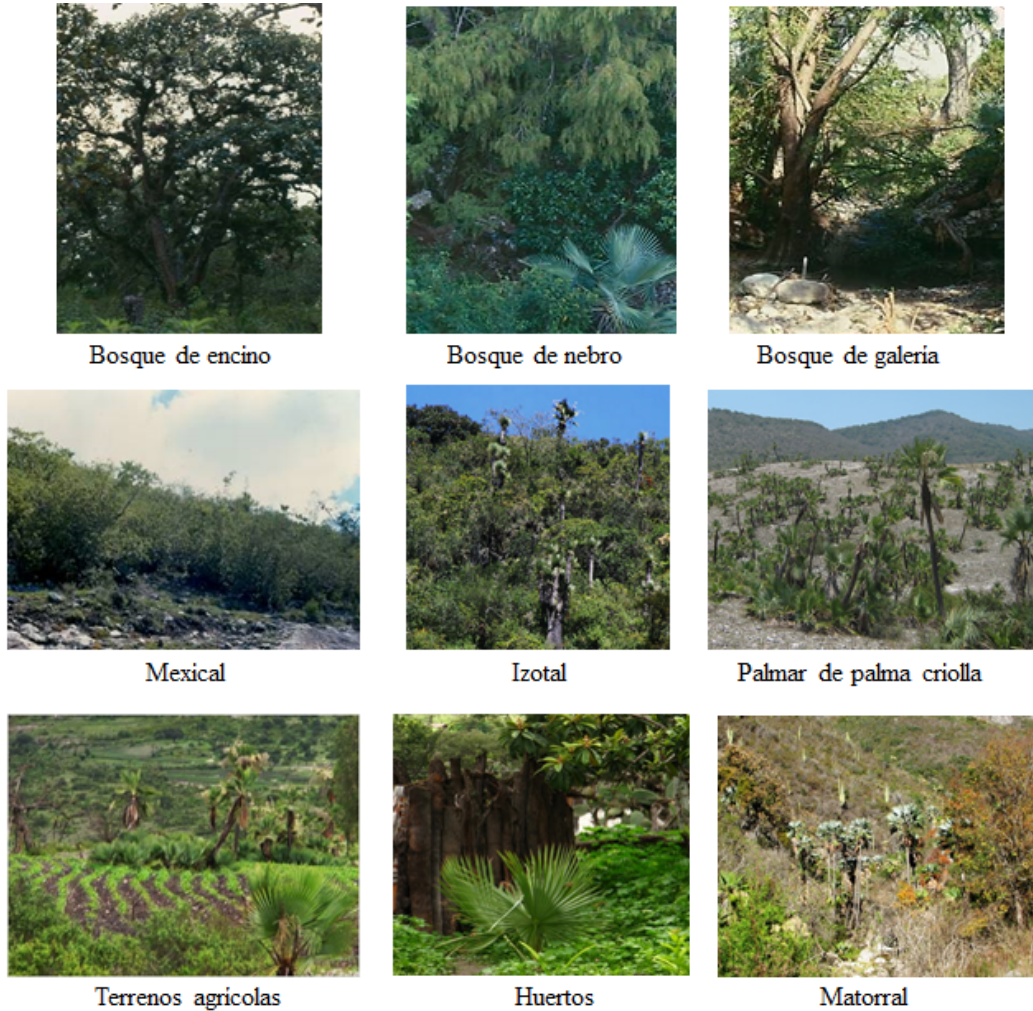


Figura 4. Tipos de vegetación en donde se encuentran las especies de palma estudiadas.

Existe un conocimiento tradicional detallado sobre estas especies. Un cuerpo importante de este conocimiento es en relación a los factores que afectan a la planta y determinan escasez en la producción de hojas. Así, aunque en general la gente reconoce que las palmas son muy resistentes y toleran la constante cosecha de las hojas (así por ejemplo, la gente afirma que ‘la palma criolla crece aunque le corten la hoja’), se reconoce que las hojas de los sitios más cercanos al poblado son de menor tamaño en comparación con las de las palmas en sitios alejados donde la extracción de las hojas es de menor intensidad. Es posible que se trate de un efecto de selección

artificial incidental que a lo largo del tiempo ha afectado disminuyendo la frecuencia de palmas de hoja más larga en las zonas bajo mayor intensidad de cosecha. Se trataría de un ejemplo de selección artificial no intencional en detrimento del recurso más favorable a los humanos, como ocurre con numerosos recursos forestales y pesqueros. La gente también reconoce el efecto de las sequías determinando una baja producción de hojas, en palabras de los campesinos ixcatecos ‘cuando escasea el agua, repercute en la palma, también escasea y se tiene que ir más lejos a traer las hojas’.

Las personas entrevistadas coincidieron en que el ‘buen tiempo’ para la

cosecha se relaciona con las fases de la luna y reconocen que de acuerdo con tales fases la cosecha de las hojas puede afectar la calidad de las hojas extraídas y el crecimiento de nuevas hojas en las palmas. Las fases en las que se puede colectar o que 'son buenas' para la colecta, son la fase de luna llena y la fase de 'lunita' (cuarto creciente y cuarto menguante). En contraste, identifican ocho días 'malos' para cosechar hojas de palma. Estos días son particularmente 'cuando no hay una' (luna nueva). La opinión que tiene la gente es que si se cortan hojas en estos días, éstas serán más susceptibles al ataque de insectos; además, consideran que la cosecha en estos días impide que crezcan bien las nuevas hojas en las palmas. Estas fases de 'buen tiempo' también se utilizan como criterio para la realización de otras actividades como la extracción de madera para la construcción, para sembrar y para cosechar los productos agrícolas.

Sobre las enfermedades que afectan las palmas solamente se mencionó el llamado 'gusano de palmón', el cual es la larva de un insecto comestible (no identificado aún). Los informantes lo mencionan como "poco frecuente" y durante el trabajo de campo no se logró observarlo. Cuando se identifica que una planta está infestada es cortada para obtener los 'gusanitos', los cuales son consumidos asados o fritos.

La palma 'criolla' y la palma 'media sierra' tienen los mismos usos, pero debido a su abundancia la palma 'criolla' es la más utilizada. Entre los principales usos se cuenta el de sus hojas para el tejido de sombreros, una de las actividades económicas más importantes de la comunidad (Figura 5). También se tejen tenates (cestos) con figuras formadas por el tejido con fibras teñidas de colores (Figura 5), ya sea de palma criolla o palma media sierra. Estos se usan para almacenar y transportar tortillas, pan, maíz y otros alimentos, aunque actualmente se ha ido sustituyendo la palma por fibra de plástico debido a la mayor durabilidad. Varias personas tejen petates, que se usan para

dormir o sentarse, para secar el maíz, entre otras actividades.

La elaboración de artesanías tejidas como adornos y accesorios es reciente. Organizaciones civiles promovieron cursos de capacitación a mujeres adultas para el tejido de bolsas, sin embargo muy pocas las tejían, ya que no hay un mercado seguro para los productos. Sin embargo, a partir del año 2010 un grupo de personas, principalmente jóvenes comenzaron a practicar otras técnicas de tejido para manufacturar bolsas, aretes, máscaras, alhajeros, forros para botellas para envasar el mezcal que se elabora en la comunidad. A mediados de 2014 se impartió un curso de capacitación y varias personas están comenzando a apostar por la manufactura de estas artesanías ya que lo encuentran más redituable que el tejido de sombrero. Sin embargo, de la misma forma que en el caso del sombrero, la comercialización de estos productos tiene limitaciones significativas, ya que hasta ahora la venta se realiza a personas que ocasionalmente llegan de visita a Ixcatlán o a personas de la misma comunidad.

La vivienda tradicional ixcateca constaba de varias piezas construidas de bloques de roca caliza o troncos de *B. dulcis* como paredes y tejados de *B. dulcis* y *B. nitida* (Figura 5). Posiblemente la presión selectiva humana en contra de hojas de tamaño grande referido en párrafos anteriores se encuentre asociado al uso de palmas para techar, que era el uso más importante en el pasado. Actualmente la mayoría de las familias mantiene este tipo de construcción solamente en la cocina para permitir la libre salida del humo y gradualmente se ha comenzado a reemplazar las hojas de palma por láminas o tejas.

En el horneado de maguey para la producción del mezcal y en la preparación de la barbacoa, que se realizan en hornos de tierra, se utilizan hojas o petates de fibras de palma para cubrir el maguey o la carne un vez que se han colocado dentro del horno para evitar que se pierda calor y protegerlas de la tierra con la que se cubre el horno (Figura 5).



Cueva, sombreros, tenates y hojas



Techo de hojas y pared de troncos



Hojas en horno de tierra



Botellas forradas



Capulines (frutos comestibles)



Figuras de animales

Figura 5. Uso de la palma criolla *Brahea dulcis*.

Con las hojas de *B. nitida* se elaboran ‘barredores’ que se usan para limpiar los pisos de las casas. Las fibras de los tres tipos de palma también son usadas para elaborar cuerdas que son utilizadas con múltiples propósitos que van desde resolver una necesidad inmediata como amarrar las mismas hojas de palma o leña durante la recolección, bozales para el ganado hasta utensilios cuyo uso es de largo plazo como las cuerdas con las que se amarran las vigas que sostienen los techos.

La palma está presente en varios momentos de la vida ceremonial de los ixcatecos. Con la palma criolla se tejen los zapatos denominados ‘huarachitos’ con que se calza a los difuntos como parte de la indumentaria tradicional que se debe usar al llegar la muerte. En los tenates se transportan las velas que se “ofrecen” a familiares en recorridos que hace cada familia días previos a la celebración de

Todos Santos (31 de octubre al 2 de noviembre) y también se trasportan las propias velas hasta el cementerio donde serán ofrecidas en a todos los difuntos de su familia encendiéndolas sobre las tumbas.

Los frutos de *B. dulcis* conocidos como “capulines” una vez maduros son consumidos frescos como una golosina.

Los restos de las hojas que se usan para la manufactura de sombreros y hojas secas son usados para iniciar el fuego para la preparación de los alimentos.

La palma criolla también tiene uso lúdico, desde las mismas plantas que frecuentemente crecen inclinadas en los ‘palmonares’ y que son trepadas por los niños para mecerse en ellas. Con las hojas los adultos elaboran figuras de animales, muñequitos, guitarritas y silbatos para que jueguen los niños pequeños.

Las brácteas foliares de *B. dulcis* que se quedan unidas al tronco se usan para

elaborar ‘cuaxles’ o colchones que se ponen sobre las espaldas de burros y caballos para protegerlos de las cargas. Aunque es una artesanía en proceso de desuso, su comercialización en los mercados regionales aún puede observarse.

Entre los usos medicinales de la palma, es de destacarse el uso de la raíz de *B. dulcis* para el tratamiento del ‘mal de orín’, para lo cual se colecta, se lava y se prepara en té.

La elaboración del sombrero de palma

El sombrero que se teje en la comunidad es llamado regionalmente como ‘sombrero en greña’ ya que se le dejan las puntas sobrantes de las fibras de la palma con que fueron tejidos, aunque en Ixcatlán es denominado ‘sombrero ixcateco’ (Figura 5). El tejido de sombreros, como petates en la comunidad fue documentado en Relaciones Geográficas del Siglo XVIII y como una de las actividades económicas más importantes junto con la agricultura a mediados del siglo XX (Cook 1958).

El proceso de producción (Figura 6) comienza con la recolección de las hojas de la palma criolla o media sierra, se ponen a secar tendiéndolas al sol en el patio, para después ser almacenarlas en las cuevas o Cada familia se organiza de forma diferente para realizar las actividades que comprende el proceso de elaboración de sombreros, pero la recolección generalmente la realizan los hombres, el secado es vigilado principalmente por las mujeres y niños, el rajado y elaboración de copitas generalmente lo hacen las mujeres y en el tejido del sombrero participan todos los miembros de la familia en la medida que sus demás actividades se lo permiten.

La manufactura de sombreros se realiza durante todo el año y solamente disminuye en diciembre y cuaresma debido a las celebraciones religiosas en las que participa toda la comunidad y en el inicio del ciclo agrícola donde participa toda la familia (preparación de la tierra y siembra).

En casi todas las casas en Ixcatlán se encuentra una cueva en el patio, una construcción ligada al proceso del tejido de la palma (Figuras 5 y 6). Generalmente se ubica al lado de la cocina o las habitaciones. Es una excavación en el suelo con una entrada de un poco más de 1m², con 2-3 m

algún lugar húmedo de la casa para que no se reseque y se mantenga flexible al momento de tejerla. Para obtener la fibra primero se remueve el “lomito” (partes donde se unen los segmentos de la lámina foliar), los cuales son generalmente usados como combustible o en el caso de algunas artesanías de reciente elaboración como relleno. Se corta el peciolo y las fibras se dividen por tamaño y ancho, cuando es necesario son divididas hasta obtener el ancho deseado, este proceso puede durar de una hasta tres horas. Una vez obtenidas las fibras se hacen las “copitas” las cuales se inician haciendo una flor en la que se entrecruzan ocho fibras en dirección horizontal y ocho fibras en dirección vertical; el tiempo invertido depende de la habilidad de cada artesano y si está atendiendo otras actividades, pero oscila entre 15 min y 1.5 horas de duración. El paso final es tejer o rellenar el sombrero y este se realiza mientras se llevan a cabo otras actividades como caminar, mientras se atienden reuniones o cualquier actividad que les permita tener las manos libres para tejer y dependiendo de si se dedican exclusivamente a tejer o lo hacen mientras realizan otras actividades duran de 30 min a 3 horas en terminar un sombrero.

de profundidad por 2 m de ancho, cuenta con una escalera labrada en el suelo y en la parte de la entrada está protegida por una pequeña barda que protege tres lados, dejando libre la parte de entrada que da a las escaletas y está cubierta por un techo. En ella se almacena la palma una vez seca y se teje, ya que mantiene las hojas y la fibra flexible por su ambiente fresco (Figura 6).

Manejo

La cosecha de hojas para la elaboración de sombreros y demás artesanías se realiza cuando no se ha desenvuelto la lámina foliar pero ya se puede ver parte del peciolo. Esta se realiza con una navaja o cuchillo cuando están al alcance de la mano y cuando las palmas son de mayor tamaño se cosechan con la ayuda de un cuchillo amarrado en la punta de un tallo de carrizo *Arundo donax* L. Durante la extracción se tiene el cuidado de no cortar el meristemo apical conocido como ‘cogollito’, ya que al hacerlo se puede retrasar el crecimiento de nuevas hojas.

La cosecha se realiza durante todo el año y la frecuencia depende de las necesidades de cada familia. La recolección se puede realizar en recorridos planeados con este fin y también aprovechan la

oportunidad encuentran hojas de buena calidad cuando realizan otras actividades como la recolección de leña y el pastoreo del ganado.



Extracción



Secado y tejido



Copita



Tejido dentro de la cueva



Intercambio de sombreros



Intercambio de hojas

Figura 6. Elaboración de sombreros e intercambio de sombrero en tiendas locales y hojas de palma con comerciantes de otras localidades.

El aprovechamiento de las hojas de palma como el de todos los recursos naturales se realiza con base en los 'usos y costumbres' los cuales son acuerdos comunes heredados por generaciones. Actualmente como parte de programas de regularización de las actividades extractivas por parte de instancias gubernamentales, se han creado los llamados 'lineamientos para el aprovechamiento de los recursos naturales' aunque para la gente lo que opera en la realidad son los usos y costumbres. Todos los miembros de la comunidad tienen derecho a la recolección de las hojas de palma que necesitan para su propio consumo (tejido de sombrero y demás usos) e intercambiar de forma directa hojas de palma con comerciantes foráneos que llegan a ofrecer productos a la comunidad. La recolección de hojas para la comercialización solamente se permite para la venta local, como una forma de proveer de este recurso a personas que no pueden realizar los recorridos para recolectarla como los adultos mayores o con problemas de salud. La recolección de hojas para su comercialización en otros poblados está prohibida.

Al abrirse un terreno de cultivo generalmente los individuos de *B. dulcis* que se encuentran dentro son removidos con la previa autorización de las autoridades comunales, pero ocasionalmente se dejan algunos individuos dentro de terreno y casi siempre se toleran en los límites de los terrenos (Vallejo et al., 2013) (Figura 4). En algunas casas también se llegan a tolerar la palma criolla que se establecen de forma natural (Figura 4). En algunos jardines han trasplantado algunos individuos de palma blanca *B. nitida* para tenerla como ornamental. A los individuos que son tolerados en los terrenos de cultivo como en las casas generalmente se les protege del daño que les puede ocasionar el ganado u otros animales domésticos.

En los palmares el porte bajo de la mayoría de los individuos (Figuras 2 y 4), es mantenida por la constante cosecha de las hojas como se ha documentado en otras regiones (Ilsley et al. 2001). En Ixcatlán los incendios que llegan a afectar la vegetación son accidentales, producto de quemaduras fuera de control en los terrenos agrícolas. Estos incendios a pesar de que no son considerados

como una práctica realizada con la intención de incrementar la disponibilidad de palma, pueden promover la dominancia de *B. dulcis* al ser resistente al fuego. Esta especie además tiene un dinámico sistema de propagación vegetativa y sexual, por lo que con la incidencia del fuego se promueve la abundancia, eliminando competidores y favoreciendo su expansión (Ilsley et al. 2001; Rzedowski 1978). Por otra parte el pastoreo constante de chivos y borregos en los palmares también afectan la estructura de esta comunidad ya que el ganado forrajea de forma selectiva varias hierbas y arbustos eliminando competencia para *B. dulcis*, pero al igual que el fuego tampoco es realizado con la intención de fomentar la disponibilidad de palma.

Comercio y trueque de productos de palma y su importancia en la subsistencia

En el año 2000 se registró que el 100% de las familias tejían sombreros, aunque en el caso de menos del 5% de las familias era una actividad marginal ya que el comercio era su principal actividad. En el 2012 se registró que el 84% de las familias tejían sombreros, mientras que el 15% se ha especializado el tejido de tenates, el forrado de botellas para la venta de mezcal, o se dedica a otras actividades como el comercio y la prestación de servicios.

Todas las familias intercambian dentro de la localidad por servicios como la molienda de nixtamal (maíz hervido con cal para la elaboración de tortillas) que tiene un valor de cambio de 1 sombrero por 3 litros o por maíz y víveres en las tiendas de la comunidad (Figura 6).

También se realiza el intercambio comercial, el valor de un sombrero en el 2000 era de \$0.17, mientras que en 2012 el precio más frecuente fue de \$0.23, aunque si el sombrero era chico el valor de cambio fue de \$0.19. La mayor parte de la población intercambia los sombreros que teje día a día para obtener productos básicos como el maíz, pan y verduras. El intercambio de sombreros por maíz se realiza principalmente en una tienda de asistencia social del Gobierno Federal, donde se intercambiaba 1 kg de maíz por uno o dos sombreros. Este intercambio es fundamental para la adquisición de alimentos básicos durante la mayor parte del año, ya que la

producción agrícola es muy baja, por ejemplo en 2011 las familias en promedio tuvieron que adquirir 80% de los 700±112 kg de maíz y el 54% de los 112±19 kg de frijol que consumieron durante el año.

El intercambio de sombreros por dinero en las tiendas de la comunidad también representa la principal fuente de ingresos económicos, con los que es posible hacer viajes fuera de la comunidad, adquirir medicamentos que no son proporcionados por los servicios médicos gratuitos o se adquieren productos de precio elevado como ropa y calzado. Cabe mencionar que además del ingreso por el intercambio económico de los sombreros, la mayoría de las familias solamente tienen acceso a ingresos

económicos a través de apoyos otorgados por programas de asistencia social como Oportunidades (apoyo a las familias con niños en edad escolar) y 70 y Más (programa de pensión para adultos mayores), la producción de mezcal, la venta de ganado, trabajos temporales como jornaleros dentro de la comunidad o remesas.

Aunque el número de familias que teje sombreros como una de sus principales actividades se ha reducido un 15%, las familias que tejen en 2012 han incrementado el número de sombreros que tejen en promedio y el ingreso que obtienen de ellos, aunque hay que considerar que en lapso de esos 12 años los precios de los alimentos se han incrementado (Tabla 1).

Tabla 1. Número de sombreros tejidos, su aporte económico y demanda de hojas, por familia a la semana y al año y a nivel de la comunidad en Santa María Ixcatlán, Oaxaca.

Familia	Familia (semana)	Familia (año)	Comunidad (año)
2000			
No. de sombreros	20.33 ± 2.48	1,057 ± 128.94	181,861
Ingreso (dolares)	3.44 ± 0.42	178.93 ± 21.82	30,776.53
Hojas	83.37 ± 10.17	4,335.07 ± 528.63	745,631
2012			
No. de sombreros	28.91 ± 3.65	1,503.13 ± 189.64	221,513
Ingreso (dolares)	6.67 ± 0.84	346.88 ± 43.76	51,118.42
Hojas	131.48 ± 18.05	6,837 ± 938.5	1,007,558

Las hojas de *B. dulcis* también son sujetas de intercambio, generalmente se negocian manojos que constan de 100 hojas. Lo más común es el intercambio entre las familias con comerciantes foráneos que recorren el poblado de casa en casa (Figura 6). El valor de cambio depende de la capacidad de negociación entre los participantes, un manajo de palma puede ser cambiado con agricultores de otras localidades por 4-6 litros de maíz, 40 manzanas, 20 peras o 20 mangos.

También puede tener lugar el intercambio comercial de hojas, siendo el valor de un manajo entre \$1.54 y \$2.31 y alcanzar hasta \$3.85. Este tipo de intercambio tiene lugar entre las familias con los comerciantes foráneos, pero también entre personas que ocasionalmente recolectan palma para venderla en manojos a los comerciantes locales o personas de la

comunidad que no pueden realizar la recolección por ellas mismas.

Antes el intercambio de hojas por manojos era mayor con personas que llegaban a Ixcatlán a intercambiar sus productos (maíz, frijol, verduras, frutas, ropa, etc.) por palma o simplemente a comprarla, por ejemplo en 2001 se documentó que los habitantes de San Pedro Nodón un pueblo vecino, adquirieron 57,600 hojas de palma con sus vecinos de Ixcatlán, para quienes significó un ingreso equivalente de \$769.23 (Echeverría 2003). Sin embargo este intercambio ha decaído por la sustitución de la fibra de palma por fibras de plástico y más recientemente por las restricciones que se han impuesto a la extracción con fines comerciales.

Los comerciantes que poseen tiendas en Ixcatlán reciben los sombreros que les llevan los artesanos. Estos comerciantes venden los sombreros a

acaparadores regionales que llegan a Ixcatlán y éstos a su vez llevan los sombreros a la ciudad de Oaxaca o a las jarcerías ubicadas en la ciudad de Tehuacán, donde les agregan valor a los sombreros, mediante un proceso de acabado en el que los “rasuran” (cortan las puntas sobrantes de las fibras), blanquean, planchan con hormas para darles forma y son adornados con accesorios.

Una vez que los comerciantes de las tiendas de la comunidad obtienen dinero por la venta de sombreros compran los productos que ofrecen en sus tiendas en Ixcatlán. De acuerdo con ellos, el acopio de los sombreros en Ixcatlán y su venta a las jarcerías les reditúa un margen de ganancia muy pequeño entre \$0.50 y \$1.00 dólar por gruesa (144 sombreros), pero aceptan el sombrero como pago de la mercancía ya que es la única forma en que la mayoría de la población de Ixcatlán puede pagar. A decir de ellos, “de lo contrario no venderíamos nada, nos tendríamos que dedicar a otra cosa y el pueblo se quedaría sin abasto”.

Extracción de hojas, disponibilidad e impactos del aprovechamiento

En el año 2000 se usaban 4.1 ± 0.2 hojas en promedio para manufacturar un sombrero, mientras que en 2012 se usaban 4.5 ± 0.8 , esto probablemente a un incremento en el tamaño del sombrero, lo que ha dado lugar a una mayor demanda de hojas para esta actividad en un 35% es decir a más de un millón de hojas al año (Tabla 1).

Las hojas para las artesanías se colectan principalmente de las zonas de palmares, los tipos de vegetación en los cuales predominan las palmas del género *B. dulcis* (Valiente-Banuet et al. 2000) y en donde la densidad de individuos cosechables (de entre 1 y 2 m de altura) es de aproximadamente 4,257 individuos por hectárea. Pero además, esta especie forma parte de los bosques de encino (260 individuos / ha), bosque de *J. flaccida* (470 individuos / ha), mexical (2,520 individuos / ha), izotal de *B. purpusii* (360 individuos / ha) y vegetación riparia (640 individuos / ha), de donde es extraída con menor frecuencia e intensidad debido a que se encuentran más alejados del poblado.

La alta densidad en los palmares se debe a que en realidad constituyen un tipo de

vegetación artificial, el cual resulta de la perturbación intencional de los diferentes tipos de bosque mencionados (Rzedowski 1978). En el caso de Ixcatlán se sugiere que los palmares son producto de la perturbación de mexicales y encinares desde la época precolombina, por la apertura de terrenos para la agricultura, su abandono, los incendios accidentales ocasionados por las quemas fuera de control en los terrenos agrícolas y más recientemente por el constante forrajeo por el ganado caprino y ovino. Cada individuo cosechable produce en promedio 6.92 hojas por año (Acosta et al. 1998 cit. en. Illsley et al. 2001), lo que implica que aproximadamente con 34 ha de palmar es posible satisfacer la demanda de material prima que utilizan actualmente los tejedores locales de Santa María Ixcatlán. La superficie de palmares en el territorio de esta comunidad es de más de 100 ha, además de la gran extensión que cubren los otros tipos de vegetación en donde se encuentran las palmas del género *Brahea*. Estos datos permite visualizar, por lo tanto que Ixcatlán es autosuficiente en la materia prima que requiere para producir artesanías y que, además, tiene recursos que pueden abastecer otras comunidades.

En la región existen numerosas comunidades como Nodón que no tienen suficiente palma para satisfacer su demanda (Echeverría 2003) y otras como San Luis Atolotitlán que carecen de palma, y los tejedores deben comprar toda la materia prima que requieren para elaborar artesanías (Torres 2004). Generalmente las adquieren a través de vendedores que llegan a ofrecerla a sus comunidades o en los mercados regionales (en las ciudades de Tehuacán, Ajalpan, Zinacatepec, Teotitlán, Cuicatlán, véase Arellanes et al. 2013), a donde se dirigen campesinos recolectores de palma de las áreas más prósperas en la disponibilidad de este recurso. Sin embargo esta comercialización que permite la distribución de los recursos entre localidades a nivel regional tiene una creciente presión de las autoridades ambientales, ya que está prohibida, como ocurre con otros recursos importantes como la leña.

Los palmares de Santa María Ixcatlán han sostenido la extracción de hojas durante siglos, pues desde tiempos precolombinos la palma se utilizaba para

elaborar zapatos, capas impermeables, cuerdas, techos para las casas, petates y canastas. Asimismo es antiguo el manejo humano para favorecer este tipo de asociación vegetal. En otras palabras, los palmares no se encuentran amenazados por las actividades humanas, por el contrario éstas los han favorecido. Pero al hacerlo, la expansión de las poblaciones de palma ha abatido la diversidad de la vegetación original. Así, por ejemplo, la diversidad vegetal en los bosques de encino es en promedio $H=1.47$ (Shannon $H \log$ base 10), mientras que en los bosques de *J. flaccida* es $H=1.278$, en el mexical $H=1.516$, en el izotal of *B. purpusii* $H=1.361$, y en la vegetación riparia $H=0.996$ (Rangel-Landa y Lemus 2002; Torres 2004; Casas et al. 2008). En contraste, los palmares tienen en promedio una diversidad de $H=0.827$. El costo de la pérdida de diversidad asociado a la expansión de los palmares no ha sido estudiado, así como tampoco las posibles alteraciones en servicios ecosistémicos. Este es un tema de investigación a futuro, particularmente para determinar los límites en los que debe mantenerse este sistema de aprovechamiento.

Conclusiones

Los bajos precios en el mercado de los sombreros es uno de los principales problemas en relación al aprovechamiento de este recurso. En Ixcatlán muy pocas familias hacen acabados al sombrero, el grueso de la población comercializa el sombrero en greña, esto debido por una partea que las rutas de comercialización que tienen los comerciantes es con las jarcerías que realizan este trabajo, generando para sí mismas el principal margen de ganancias del proceso de producción (Steffen 2001). En la comunidad en la última década del siglo XX con un programa de apoyo se donaron dos planchadoras de sombrero con el objetivo de que en la comunidad se les diera el acabado a los sombreros, pero no se le dio acompañamiento a los grupos que se formaron para su operación, actualmente solamente una de las familias dueña una de las casas donde se instaló una de las planchadoras hace uso de ella y los sombreros con acabados producidos

solamente son comercializados dentro de la comunidad.

Es importante una evaluación del estado de este recurso a nivel regional, donde se determine su demanda y disponibilidad, así como las rutas de comercialización, esto con el fin de sentar las bases para el ordenamiento del aprovechamiento regional de este importante recurso para las comunidades rurales de esta región del país.

La sustentabilidad en el aprovechamiento del recurso tiene el reto de establecer formas de aprovechamiento que permitan mantener la diversidad en los ecosistemas, pero no puede verse desvinculada de la sustentabilidad económica y del beneficio social de quienes la aprovechan para elaborar artesanías. La equidad es un importante criterio en la evaluación de sustentabilidad en los sistemas de aprovechamiento de recursos naturales y en el caso estudiado no existe equidad. Sin duda, los procesos de producción y comercialización requieren la organización de los productores para proteger sus intereses, así como la intervención de instituciones gubernamentales para regular las condiciones de un mercado justo.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Centro en Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Fundación Alfredo Harp Helú, Oaxaca y la Fundación UNAM (proyecto 282.311.190), así como a los proyectos IN209214 de la DGAPA, UNAM y CB-2013-01-221800 del CONACYT, México, por el apoyo institucional y financiero para la realización de esta investigación. Así como al Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM y CONACYT por los estudios de posgrado y la beca otorgada a la primera autora. A Ricardo Lemus Fernández y Sandra E. Smith Aguilar por su colaboración en el trabajo de campo. Agradecemos de forma especial a la comunidad de Santa María Ixcatlán por permitirnos realizar este estudio y brindarnos su hospitalidad.

Referencias

- BLANCAS, J. 2001. **Estudio etnobotánico de soyatl o palma *Brahea dulcis* HBK Martius en la comunidad nahua de Huitziltepec**, Eduardo Neri, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- BLANCAS, J, CASAS, A, RANGEL-LANDA, S, MORENO-CALLES, A, TORRES, I, PÉREZ-NEGRÓN, E, SOLÍS, L, DELGADO-LEMUS, A, PARRA, F, ARELLANES, Y, CABALLERO, J, CORTÉS, L, LIRA, R, DÁVILA, P. 2010. Plant Management in the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico. **Economic Botany** 64:287–302.
- CASAS, A, VIVEROS JL, y CABALLERO, J. 1994. **Etnobotánica mixteca: sociedad, cultura y recursos naturales en la Montaña de Guerrero**. Instituto Nacional Indigenista Conaculta, México. 230 pp.
- CASAS, A, VALIENTE-BANUET, A, VIVEROS, JL, CABALLERO, J, CORTÉS, L, DÁVILA, P, LIRA, R, and RODRÍGUEZ, I. 2001. Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlan Valley, Mexico. **Economic Botany** 55(1): 129-166.
- CASAS, A, RANGEL-LANDA, S, TORRES, I, PÉREZ-NEGRÓN, E, SOLÍS, L, PARRA, F, DELGADO, A, BLANCAS, J, FARFÁN-HEREIDA, B, MORENO, AI. 2008. In situ management and conservation of plant resources in the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico: an ethnobotanical and ecological perspective. En: de ALBUQUERQUE UP y ALVES, M. (Eds.). **Current Topics in Ethnobotany**. Research Signpost, Kerala, 1–23.
- CORONEL, M & PULIDO, MT. 2011. ¿Es Posible Conservar y Usar a la Palma *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. en el Estado de Hidalgo, México. En: LAGOS-WITTE, S., O.L. SANABRIA, P. CHACÓN y R. GARCÍA (Eds). **Manual de Herramientas Etnobotánicas Relativas a la Conservación y el Uso Sostenible de los Recursos Vegetales**. Red Latinoamericana de Botánica, Chile, 103-110.
- COOK, SF. 1958. **Santa María Ixcatlán: habitat, population, subsistence**. University of California Press, Berkeley y Los Angeles, 75 pp.
- ECHEVERRÍA, Y. 2003. **Aspectos etnobotánicos y ecológicos de los recursos vegetales en las comunidades mixtecas de San Pedro Nodón y San Pedro Jocotipac, Oaxaca, México**. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.
- GARCÍA, E. 1981. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana**. Tercera edición. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- HENDERSON A, GALEANO, G y BERNAL, R. 1995. **Field guide to the palms of the Americas**. Princeton University Press, New Jersey. 352 pp.
- INEGI, 2010. **Censo de población y vivienda 2010**. Consulta en línea en <http://www.inegi.org.mx>, accesado el 25 de noviembre de 2014.
- ILLSLEY, C, AGUILAR, J, ACOSTA, J, GARCÍA, J, GÓMEZ, T y CABALLERO, J. 2001. **Contribuciones al conocimiento y manejo campesino de los palmares de *Brahea dulcis* (HBK) Mart. en la región de Chilapa, Guerrero**. Plantas, Cultura y Sociedad. Primera edición. Universidad Autónoma Metropolitana. México, México, 259-287.
- LIRA, R, CASAS, A, ROSAS-LÓPEZ, R, PAREDES-FLORES, M, PÉREZ-NEGRÓN, E, RANGEL-LANDA, S, SOLÍS, L, TORRES I y DÁVILA, P. 2009. Traditional Knowledge and Useful Plant Richness in the Tehuacán-Cuicatlan Valley, Mexico. **Economic Botany** 63: 271–287.
- PAVÓN, NP, ESCOBAR, RI y ORTIZ-PULIDO, R. 2006. Extracción de hojas de la palma *Brahea dulcis* en una comunidad otomí en Hidalgo, México: efecto sobre algunos parámetros poblacionales. **Interciencia**, 31: 57-61.

- QUERO, H. 1994. **Flora de Veracruz**. Fascículo 81. Instituto de Ecología, A.C., México 63 pp.
- RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, R, TOVAR-SÁNCHEZ, E, JIMÉNEZ-RAMÍREZ, J, VEGA FLORES K y RODRÍGUEZ, V. 2011. Introgressive hybridization between *Brahea dulcis* and *Brahea nitida* (Arecaceae) in Mexico: evidence from morphological and PCR-RAPD patterns. **Botany** 89: 545–557.
- RANGEL-LANDA, S y LEMUS, R. 2002. **Aspectos etnobotánicos y ecológicos de los recursos vegetales entre los ixcatecos de Santa María Ixcatlán, Oaxaca**. Tesis de licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
- RZEDOWSKI, J. 1978. **Vegetación de México**. Limusa. México. 432 pp.
- STEFFEN, C. 2001. El comercio y los comerciantes de Huajuapán de León: de los años veinte a cuarenta. En: Universidad Autónoma Metropolitana y PLAZA y VALDÉS S.A. de C.V. (Eds). **Los Comerciantes de Huajuapán de León, Oaxaca, 1920-1980**. México, 25–56.
- TORRES, I. 2004. **Aspectos etnobotánicos y ecológicos de los recursos vegetales en la comunidad de San Luis Atolotitlán, municipio de Caltepec, Puebla, México**. Tesis de licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.
- VALIENTE-BANUET, A, CASAS, A, ALCANTARA, A, DÁVILA, P, FLORES, N, ARIZMENDI, MC, VILLASEÑOR JL y ORTEGA, J. 2000. La vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. **Boletín de la Sociedad Botánica de México**, 67: 24-74.
- VALIENTE-BANUET, A, SOLÍS, L, DÁVILA, P, ARIZMENDI, MC, SILVA, C, ORTEGA-RAMÍREZ, J, TREVIÑO, J, RANGEL-LANDA, S y CASAS, A. 2009. **Guía de la vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán**. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Fundación para la Reserva de la Biosfera Cuicatlán A.C. México, 206 pp.
- VALLEJO, M, CASAS, A, BLANCAS, J, MORENO-CALLES, AI, SOLÍS, L, RANGEL-LANDA, S, DÁVILA, P y TÉLLEZ, O. 2013. Agroforestry systems in the highlands of the Tehuacán Valley, Mexico: indigenous cultures and biodiversity conservation. **Agroforestry Systems** 88:125–140.

DISCUSIÓN GENERAL
Y
CONCLUSIONES

DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES

Los propósitos y desafíos del estudio

En este trabajo se documentó y analizó las interacciones entre seres humanos y naturaleza por parte de los campesinos que conforman la comunidad de Santa María Ixcatlán, en particular las que han desarrollado en torno al manejo de los recursos vegetales. En particular hemos analizado cómo estas interacciones son influidas por factores económicos, sociales, culturales y ecológicos, los cuales son partes integrantes de este socio-ecosistema que conforma un vasto complejo biocultural. Este trabajo constituye un estudio de caso cuyo objetivo general ha sido profundizar en el entendimiento de los factores que influyen el manejo de los recursos vegetales y cuáles son los móviles o motivaciones para llevarlo a cabo.

Partimos de la premisa de que los sistemas de manejo son altamente dinámicos, en continuo cambio, y por ello, el análisis de tal dinámica permite entender cómo se construyen en la actualidad, lo cual aporta información clave para el diseño de estrategias de manejo sustentable. Pero también, permite entender cómo pudieron ocurrir procesos análogos en el pasado, y con ello contribuir al entendimiento de cómo y por qué ocurrieron en la prehistoria cambios tecnológicos y sociales que originaron el manejo de los recursos, su domesticación y con ello el surgimiento de la agricultura. Para abordar tales problemas, examinamos los recursos vegetales que aprovecha la gente de la comunidad con distintos propósitos, y buscamos contestar las siguientes preguntas: i) ¿Cuáles son las estrategias de subsistencia, los patrones de uso, la valoración y el manejo de los recursos vegetales, y cómo se insertan todos estos aspectos en la conformación del patrimonio biocultural ixcateco?; ii) ¿Qué factores determinan la decisión de manejar los recursos vegetales y la intensidad con la que el manejo

se lleva a cabo en especies de plantas con diferentes tipos de uso; en particular, cómo influyen la escasez, el riesgo y la incertidumbre en su disponibilidad?; iii) ¿Qué valores o preocupaciones identifica la gente como motivaciones para realizar prácticas de manejo o para poner en práctica otras estrategias para el mantenimiento de plantas con diferentes tipos de uso?; y iv) ¿Cómo opera el sistema de manejo de una especie y cuál es su importancia en el patrimonio biocultural del grupo humano que lo opera?

Estrategia de subsistencia, patrones de uso de recursos vegetales

El pueblo Ixcateco sigue estrategias de subsistencia basadas en múltiples actividades y en el aprovechamiento de una gran variedad de recursos, en una región en donde la escasez e impredecibilidad de la lluvia y los bajos rendimientos agrícolas mantienen en constante incertidumbre a sus habitantes acerca de la disponibilidad de los recursos que necesitan para subsistir (Cook, 1958; Pérez-Negrón y Casas, 2007; Moreno-Calles *et al.*, 2012; Blancas *et al.*, 2014). Su sobrevivencia por miles de años en esta región (Amador y Casasa, 1979) pudo haber tenido su base, como se observó en este trabajo, en el aprovechamiento y mantenimiento de una amplia gama de recursos que le ha permitido garantizar su subsistencia. Este patrón concuerda con una estrategia de uso múltiple de recursos y ecosistemas ampliamente difundida y documentada en la región mesoamericana (Alcorn, 1984; Casas *et al.*, 1994; Toledo *et al.*, 2003; Farfán *et al.*, 2007; Pérez-Negrón y Casas, 2007; Boege, 2008; Hunn, 2008; Casas y Parra, 2016). Pero, al mismo tiempo, esta estrategia ha permitido a los ixcatecos junto pueblos cuicatecos, mixtecos, nahuas, popolocas, mazatecos, chinantecos y mestizos que habitan el Valle de Tehuacán, ser custodios de una parte importante de la biodiversidad y agrobiodiversidad, convirtiendo a esta zona en una de las regiones bioculturales prioritarias

del país (Casas *et al.*, 2001, 2014; Dávila *et al.*, 2002; Boege, 2008; Rangel-Landa *et al.*, 2016).

Actualmente, como se supone que fue en el pasado, es de particular importancia el intercambio de recursos naturales o sus productos en los mercados regionales para obtener alimentos básicos y otros bienes, como fue documentado para esta comunidad desde el siglo XVII (Velázquez de Lara, 1984). La actual venta en los mercados regionales de sombreros tejidos con fibras de las hojas de *Brahea dulcis*, mezcal de *Agave potatorum* y ganado, permite a la comunidad obtener ingresos monetarios, para resolver necesidades que dependen de intercambios monetarios como lo es el pago de viajes al exterior de la comunidad, la compra de víveres, medicamentos, ropa, útiles escolares, cooperaciones para los centros educativos y festividades comunitarias, etc. Mientras que el trueque de hojas de *Brahea dulcis*, mezcal con comerciantes de otras comunidades, así como el intercambio local de sombreros tejidos de *B. dulcis* con comerciantes locales, además del intercambio de bienes, junto con el intercambio de regalos entre familiares y amigos, permiten mantener relaciones sociales, las cuales son fundamentales para mantener la vida comunitaria y las redes de ayuda mutua, las cuales son fundamentales en la estrategia de subsistencia, la atención de emergencias y compromisos extraordinarios (Mauss, 1923, Sahlins 1974, Halstead y O'Shea, 1989; Lope-Alzina, 2014). Estos tipos de intercambios, dirigidos a mantener la relaciones sociales, son expresiones de una economía dual a través de la cual las comunidades indígenas mesoamericanas, así como en comunidades de otras regiones del mundo se insertan y enfrentan los retos de la economía global (Belcher *et al.*, 2005; García-Frapolli *et al.*, 2008; Toledo *et al.*, 2008). En la actualidad el ingreso monetario que resulta de actividades en el sector secundario (comercio, albañilería, empleos gubernamentales), los programas asistenciales gubernamentales (pensión para adultos

mayores, PROSPERA, para la inclusión social, empleo temporal, abasto Rural a cargo de DICONSA, S.A. de C.V., comedores comunitarios, atención a jornaleros agrícolas; Gobierno de México, 2016), así como las remesas enviadas por algún miembro de la familia (de una alta proporción de integrantes de la comunidad que ha migrado), también son estrategias que forman parte del proceso de adaptación que puede hacer posible la permanencia en las comunidades ante eventos ambientales y sociales adversos (García-Frapolli *et al.*, 2008; Blancas *et al.*, 2014). Pero al mismo tiempo estos apoyos representan riesgos para los sistemas de manejo de los recursos naturales, como por ejemplo, se ha documentado en otros estudios que los apoyos otorgados para la producción agrícola en la región promueven la eliminación árboles y arbustos en las parcelas agrícolas, en detrimento del mantenimiento de los sistemas agroforestales tradicionales, así como el abandono de actividades productivas al contar con ingresos provenientes de estos programas (Moreno-Calles *et al.*, 2010, 2013). También es ejemplo de ello la migración que ha llevado al abandono de la comunidad a numerosas familias (INEGI, s/f; Nava y Romero, 2007), que ha contribuido significativamente a la pérdida de costumbres, lengua y prácticas locales de alto valor para enfrentar los problemas actuales de la producción sustentable y la conservación del territorio.

Prácticas de manejo en plantas con diferentes tipos de uso

La mayoría de las especies vegetales registradas con algún uso (65%) reciben prácticas de manejo, todas ellas dirigidas a mantenerlas y a asegurar la disponibilidad futura de sus productos, lo cual coincide con las tendencias regionales (Blancas *et al.*, 2010). Incluso, lo registrado en Ixcatlán supera los porcentajes registrados en otras comunidades y a escala regional. Ello sugiere el carácter excepcional de lo profundo del conocimiento asociado al manejo que los ixcatecos han desarrollado en una larga historia de interacción con la gran

biodiversidad de la zona. Tal experiencia no solo es vigente sino que se ha ido adecuando y respondiendo a nuevos retos, como se documentó en el caso del maguey papalomé *Agave potatotum*, especie en la cual la experimentación y la búsqueda de información de otras fuentes como lo es la experiencia de otras comunidades y el conocimiento científico ha permitido enfrentar el riesgo de la pérdida de este importante recurso vegetal (Rangel-Landa *et al.*, 2016, 2017).

Intensidad de manejo e indicadores de riesgo

La intensidad de manejo, tal y como lo hipotetizamos, es mayor entre las plantas comestibles que en otras destinadas a otros usos. En este patrón seguramente influye la historia del aprovechamiento, pues se trata de recursos primordiales para la subsistencia humana, pero también a la frecuencia y regularidad que requiere su uso y la cantidad de biomasa que se involucra en la alimentación. En las especies comestibles registramos la mayor variedad de prácticas, también las registramos con mayor frecuencia en los sistemas agroforestales y en ellas se registran en mayor número e intensidad procesos de selección artificial. Esta tendencia en Ixcatlán coincide con las reportadas para otras comunidades y para la región en general (Blanckaert *et al.*, 2004; Lira *et al.*, 2009; Blancas *et al.*, 2010; Moreno-Calles *et al.*, 2012; Larios *et al.*, 2013). En ambas escalas se ha encontrado que a pesar de que las plantas comestibles no son las especies más numerosas, sí son las que se manejan en mayor proporción e involucran prácticas más complejas.

De la misma manera, y como lo suponíamos, la intensidad del manejo en plantas comestibles está significativamente asociada a indicadores de riesgo o de incertidumbre en su disponibilidad espacial y temporal. Esta tendencia contrasta con la registrada en plantas

medicinales y ceremoniales que no respondieron significativamente a esta relación. En el caso de las plantas medicinales, el uso es más ocasional y en cantidades pequeñas, mientras que las ceremoniales el manejo obedece más claramente al interés de adornar, embellecer, aromatizar el entorno y satisfacer necesidades espirituales como establecer un diálogo con deidades.

Sin embargo, en el análisis de cómo los factores socioculturales y ecológicos influyen en la variación del manejo se encontró una gran variedad de interacciones que muestran la complejidad del proceso del manejo. Es decir, el manejo no es una respuesta lineal a una condición de incertidumbre. Uno de los hallazgos más relevantes de este estudio fue que el valor económico, que ha sido reportado como uno de los factores más importantes en otros contextos, no fue significativo en ninguno de los tres tipos de uso que analizamos con mayor profundidad, a diferencia de lo reportado por otros trabajos que han analizado estas relaciones (González-Insuasti *et al.*, 2008; Blancas *et al.*, 2013). Este resultado puede explicarse debido a la poca proporción de especies que son intercambiadas a través del trueque o mediante su compra y venta; asimismo, debido al relativo aislamiento de la localidad con respecto a las vías de comunicación, las cuales abrieron el paso a vehículos automotores hasta hace cuatro décadas. Este factor ha sido reconocido como importante en la inclusión de los productos forestales no maderables en los mercados (Belcher *et al.*, 2005), y aunado a las regulaciones comunitarias que impiden la venta de plantas o sus partes en mercados exteriores han llevado a que especies con valor en los mercados regionales en Ixcatlán carezcan de valor monetario como se reportó con las plantas medicinales. Sin embargo, entre las especies manejadas de forma más intensa se encuentran especies cuyo manejo representa un ahorro al no tener que comprarlas (*Physalis philadelphica*) o aquellas en las cuales la venta de sus productos representa uno de los principales ingresos para las familias (*Brahea dulcis* y *Agave*

potatorum). Estos rasgos permiten encontrar una coincidencia con el patrón general que explica la intensidad del manejo en relación a la importancia económica y el papel en la subsistencia (Blancas *et al.*, 2016).

La percepción de la abundancia fue un factor significativo para explicar el manejo de las plantas con uso ceremonial y comestible, explicando la variación en el manejo en ambos extremos del gradiente de intensidad. Y aunque en términos generales se puede sugerir que el balance entre el esfuerzo para manejar los recursos vegetales y los beneficios obtenidos en función de las necesidades, es un factor presente en el proceso de la toma de decisiones (Alcorn, 1981). También encontramos situaciones que se escapan de esta lógica como las plantas que a pesar de ser muy abundantes en el medio silvestre, en sitios aledaños al poblado son sujetas de experimentación para su trasplante y propagación como se registró en el caso de *Chiococca alba*, o plantas que son activamente manejadas como *Tillandsia usneoides*, una especie con múltiples usos, pero en general poco valorada, abundante en los bosques y de muy fácil propagación.

Las interrelaciones entre la importancia cultural de los recursos, la percepción de su escasez, riesgo o incertidumbre en su disponibilidad, y la factibilidad de su manejo, nos sugiere que varios factores están actuando como detonadores del manejo. La importancia del recurso es analizable mediante un amplio conjunto de indicadores (su papel en la vida de la gente, su exclusividad o sustituibilidad, su eficacia para atender una necesidad, su sabor, color, olor y otros atributos, su valor en el mercado, entre otros), la disponibilidad es evaluable a partir de la percepción o evaluaciones ecológicas sobre la distribución y abundancia y numerosos factores relacionados con estos aspectos. Y la viabilidad de manejo es analizable también con base en el comportamiento de los recursos propagados, el tiempo en el que la

gente recibirá provecho de su acción, entre otros múltiples factores que pueden aún sumarse a los analizados en este estudio.

Los resultados contrastantes encontrados nos muestran, por una parte, la importancia de contar con diversas herramientas metodológicas para el análisis de los sistemas de manejo como sistemas complejos. En éstos, si bien los análisis cuantitativos nos han permitido sistematizar y analizar una gran cantidad de información, es en conjunto con métodos cualitativos (como las entrevistas a profundidad y la observación participante), cuyo análisis permite visualizar con mayor claridad cómo las tendencias bajo análisis estadísticos adquieren un sentido más claro, y a su vez, el análisis de tales tendencias permiten reconstruir historias y establecer hipótesis más profundas sobre los patrones de manejo y los fenómenos socioculturales.

Móviles del manejo

La narrativa de la gente al ser cuestionadas sobre el por qué manejaban de una forma determina cada especie nos permitió entender que distintos móviles están operando de forma simultánea en la decisión de manejar.

La incertidumbre en la disponibilidad de los recursos fue identificado como un móvil importante, que conduce a realizar prácticas de manejo para enfrentar el riesgo de desabasto de los recursos vegetales. Este patrón es particularmente claro en numerosas especies comestibles como *Physalis philadelphica*, *Dysphania ambrosioides* y *Amaranthus hybridus* que forman parte de la dieta básica, pero también motiva el manejo de plantas ceremoniales, para asegurar su abasto en la satisfacción de necesidades espirituales como se documentó en el caso de las orquídeas. Otro motivo importante fue el facilitar el acceso a los recursos y

asegurar su calidad en términos de evitar la contaminación y mantener características organolépticas deseadas, como se documentó en el cultivo local *Opuntia ficus-indica*, *Dysphania ambrosioides*, *Physalis philadelphica*, *Solanum lycopersicum* y otras, las cuales son de fácil acceso a través las tiendas locales.

El tener las plantas “a la mano” e incrementar la temporada de disponibilidad es un motivo importante para su trasplante y cultivo en los huertos familiares, esto a pesar de que varias de ellas son especies muy abundantes como se documentó en el caso *Porophyllum* spp. Esto nos sugiere que el manejo de estas especies también responde a una estrategia en la administración de las actividades domésticas al no tener que desplazarse para la recolección también tiene que ver con la satisfacción de necesidades.

Otras motivaciones más relacionadas con las asociaciones simbólicas, como se documentó en el caso del manejo de *Bursera* spp. Estas especies proveen de copal, considerado un recurso de difícil acceso y en ocasiones escaso, y dada su importancia cultural se esperaría que las especies proveedoras de resina, especialmente *B. biflora*, fueran manejadas de forma intensa. Sin embargo estas especies solamente son protegidas a través de normas de conducta que giran en torno a no ocasionar daño a las plantas y los insectos asociados para que se siga produciendo copal, y de forma esporádica se ha registrado su trasplante. En estos casos, es más bien la asociación simbólica con la pureza de un proceso completamente natural y la calidad lo que norma las técnicas de extracción. Para la gente de Ixcatlán el copal que exudan de manera natural los árboles, es el que cumple con criterios de calidad por la mayor duración de la resina que de esta forma se cristaliza en forma de “piedritas” y al ser “quemada” su aroma tiene una mayor duración y es más penetrante, además de ser “natural” y no daña a los árboles, esto en contraste con lo que se ha

documentado para la extracción de copal en otras localidades del país donde se realizan técnicas de resinación (Purata, 2008; García, 2012). Son estos criterios los que determinan que estos árboles sean manejados a través de normas de conducta y cuidados en la extracción.

El gusto por “embellecer” espacios de uso cotidiano, como lo son los huertos de las casas fue una motivación importante para manejar las plantas ceremoniales, cuyo uso está estrechamente asociado con el ornamental. Tener una casa con plantas, como fue mencionado en los capítulos principales de esta tesis, es un motivo de orgullo, lo cual incentiva el mantenimiento de especies ornamentales o como se llama en Ixcatlán de “lujo”, pero también para mantener otras plantas que independientemente del uso principal, al tener los cuidados adecuados también cumplen con la función de adornar una casa.

Principios éticos asociados al respeto de la vida, así como el análisis de los costos en relación a los beneficios que tienen al mantener o eliminar una planta, conforman un aspecto más a tomarse en cuenta en la toma de decisiones sobre el manejo de muchas especies, en particular de especies ruderales.

La posibilidad de compartir las plantas o sus productos es también de gran importancia en la satisfacción de necesidades directas de los manejadores, y por ende en la conservación de recursos genéticos. Desempeñan un papel importante en el mantenimiento de las relaciones sociales de la comunidad, hecho que se vio también reflejado en el análisis cuantitativo que mostró la fuerte influencia que tienen los intercambios de reciprocidad en la explicación del manejo (Rangel-Landa *et al.*, 2017). Estos aspectos y criterios concuerdan con criterios registrados en los estudios sobre el manejo de sistemas agroforestales, los cuales indican que diversas especies son mantenidas por la posibilidad de ser compartidas (Ban y Coomes, 2004;

Aguilar-Støen *et al.*, 2009; Moreno-Calles *et al.*, 2012). La incorporación de estas relaciones está cobrando importancia en el entendimiento del manejo de sistemas agroforestales, y sugerimos que puede ser considerado para entender las bases causales del manejo de las especies. Esto, debido a la importancia que guardan como medios para la demostración de afecto, respeto y solidaridad, a través de los cuales se construyen y fortalecen las redes sociales de apoyo mutuo, las cuales forman parte de la identidad y la estrategia de subsistencia para enfrentar el riesgo (Halstead y O'Shea., 1989; Nava y Romero, 2007; Calvet-Mir *et al.*, 2012; Lope-Alzina, 2014).

La diversidad de motivaciones para el manejo encontrada en nuestro trabajo, sugiere que su estudio permite un mejor entendimiento de las relaciones entre factores ecológicos, económicos y culturales con la intensidad de manejo, y su importancia como ejes estructuradores de los complejos bioculturales.

Manejo de los recursos vegetales y su papel en el patrimonio biocultural

La larga e ininterrumpida historia de interacción de los pueblos del Valle de Tehuacán en general y de Santa María Ixcatlán en particular con la gran biodiversidad y heterogeneidad de ecosistemas de la región, ha permitido la domesticación de paisajes. Tal domesticación se expresa en el modelaje del territorio que hoy se puede apreciar en el rico mosaico de sistemas agroforestales y huertos, los terrenos de siembra inmersos entre los palmares, los potreros y aún en los entornos de las fábricas de mezcal, los sistemas de aprovechamiento silvopastoril, los diferentes sistemas de aprovechamiento forestal y las zonas donde las actividades humanas son mínimas y constituyen zonas de conservación de procesos naturales (Rangel-Landa *et al.*, 2016).

También son evidentes en los procesos de domesticación que ocurren a nivel de especies, los cuales involucran la selección anual de semillas de los cultivos básicos como maíz, frijol, calabaza y trigo. Asimismo, en especies que aunque disponibles en el mercado son producidas a pequeña escala por sus buenas cualidades como recursos y que, al igual que los cultivos básicos, son objetos de manejo y selección del germoplasma; estos son los casos del chile, el jitomate, el cilantro, el cempasúchil, y de otras especies en proceso incipiente de domesticación como las variedades locales y regionales de *Physalis philadelphica* y *Dysphania ambrosioides*. Este proceso de selección activa también se documentó en especies bajo procesos incipiente de domesticación o silvestres como *Cosmos bipinnatus*, tal como se ha documentado en otras comunidades de la región en especies de cactáceas columnares de los géneros *Stenocereus*, *Escontria*, *Polaskia*, *Myrtillocactus* y *Cereus*, o en árboles como *Ceiba aesculifolia*, *Leucaena esculenta* y *Sideroxylon palmeri* (Casas *et al.*, 2007; Blancas *et al.*, 2013; Rangel-Landa *et al.*, 2016, 2017).

Los efectos de estas interacciones influyen sobre naturaleza y sociedad. Como se ilustró en los casos estudiados, el manejo es un proceso co-adaptativo que tiene lugar en socio-ecosistemas, y sus repercusiones en ambas direcciones forman complejos bioculturales (Bye, 1993; Casas *et al.*, 1997; Berkes *et al.*, 2003; Boege, 2008; Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Se documentaron claros efectos de las especies y los sistemas de manejo en las características del componente humano más allá de la organización social y las actividades económicas. Ello se manifiesta de forma particularmente clara en el aprovechamiento y manejo de la palma, una especie fundamental para la vida en esta comunidad e icono cultural de los ixcatecos (Cook, 1958; Mendoza, 1998; Nava y Romero, 2007; Rangel-Landa *et al.*, 2014, 2016, 2017). En el caso de *Agave potatorum*, que presumiblemente ha sido una especie consumida desde la

prehistoria, actualmente su importancia y valoración gira más en torno a su uso para la producción de mezcal, la cual ha motivado la intensificación del manejo, pero también el producto como la especie se están arraigando como íconos culturales que los ixcatecos reconocen como pieza clave de su identidad (Cook, 1958; Nava y Romero, 2007; Rangel-Landa *et al.*, 2016; Zavala, 2017). Otro ejemplo de estos complejos bioculturales es el manejo de especies nativas o naturalizadas en proceso activo de selección como *Physalis philadelphica*, cuya forma de consumo está dirigida a conservar la potencialidad de germinación influyendo así en la cultura gastronómica, además de que el manejo de la especie involucra el manejo del agua y el reciclaje de nutrientes a través de las labores domésticas, que determinan la forma de hacer el quehacer diario (Rangel-Landa *et al.*, 2016).

Los retos de la investigación sobre el manejo

La investigación sobre el manejo de los recursos naturales en la actualidad, provee valiosa información para construir teoría que puede ayudar a entender el por qué y el cómo de procesos como la domesticación y el origen de la agricultura, así como los procesos que subyacen la estrecha relación entre humanos y naturaleza y los patrones de diversidad biocultural. Pero además proveen una base importante de información, teoría y técnicas concretas para establecer un diálogo de saberes entre las comunidades, que son los custodios y recreadores del patrimonio biocultural de la humanidad, y otros sectores que están en la búsqueda de alternativas para enfrentar los retos que imponen los procesos de crisis global (Maffi, 2007; Pretty *et al.*, 2009; Casas *et al.*, 2017). Las presiones cada vez mayores sobre los territorios de los pueblos, los procesos acelerados de transformación cultural y la creciente demanda sobre los recursos naturales, son sumamente procesos sumamente destructivos que encuentran en las experiencias locales de manejo una inmensa veta de prácticas y técnicas

adecuables a distintos contextos, y conforman las bases de estrategias de manejo adaptativo a distintas escalas espaciales (Casas *et al.*, 2014, 2017). De aquí la importancia de hacer investigaciones ligadas al proceso de construcción de experiencias locales de manejo y su proyección regional y global. Bajo tal visión hemos hecho esfuerzos conjuntos con la comunidad de Santa María Ixcatlán, algunos de los productos de ello se pueden visualizar en el Anexo 1 de esta tesis, en el cual se muestra un artículo que describe el proceso de colaboración entre la comunidad de Santa María Ixcatlán y académicos por dar respuesta a la necesidad de contar con materiales que apoyen los esfuerzos interinstitucionales para el rescate de la lengua ixcateca (Molina, 2010). También se incluye un libro que permite contar con un medio que acompañe la transmisión de parte del conocimiento ecológico tradicional a las nuevas generaciones de ixcatecos y los ixcatecos que han tenido que dejar su comunidad y requieren de otros medios que les permitan acercarse a parte de su legado. En el Anexo 2 se presentan investigaciones que han surgido a raíz de las primeras investigaciones etnobotánicas que dan sustento a esta tesis. Son producto de las necesidades que las autoridades de Santa María Ixcatlán y los productores de mezcal de la comunidad y de la región del Valle de Tehuacán-Cuicatlán nos han compartido desde hace más de 20 años.

En las publicaciones incluidas en los anexos 1 y 2 se presenta parte de las respuestas que como grupo de investigación hemos podido aportar a las inquietudes y búsquedas de las comunidades, las cuales se han desarrollado a la par de este proyecto de tesis, todos ellos proyectos que se han retroalimentado mutuamente. Aún hace falta mucho por sistematizar de los esfuerzos que hemos realizado en este sentido y mucho más por hacer, como lo demuestran los diversos intercambios de experiencias en los que hemos participado con la comunidad de Santa María Ixcatlán, otras comunidades del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y con otras del país,

así como con otros investigadores, asociaciones civiles e instituciones gubernamentales y no gubernamentales. Pero de estas experiencias surgen importantes lecciones que muestran que la interacción entre sectores interesados en contribuir a la solución de problemas ambientales en las comunidades rurales y en otros ámbitos, no solamente es posible sino indispensable. Cada sector tiene una experiencia y una visión de enorme valor que es posible conjuntar para emprender acciones. Cada quien desde su trinchera, desde su propio ámbito de responsabilidades y competencias puede hacer aportes valiosos para entender el pasado, actuar en el presente y construir una perspectiva futura sustentable para las comunidades, las regiones y las naciones en donde nos toca vivir.

Conclusiones

- El manejo de recursos vegetales entre los ixcatecos tiene aspectos fundamentales que influyen en su tipo e intensidad de forma similar a los registrados en otras comunidades del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. La importancia cultural de los recursos en relación con la disponibilidad de tales recursos y la viabilidad técnica de su manejo son factores centrales.
- La escasez, el riesgo y la incertidumbre en la disponibilidad de los recursos es una motivación central para el manejo, transversal en todos los recursos, pero particularmente notorias en las plantas comestibles. Estos factores marcan una pauta clara en la intensidad de manejo en las plantas comestibles, pero no en otros grupos de recursos como las plantas medicinales y las de uso ritual.
- El valor simbólico, principios éticos, el interés por experimentar, la inserción de las especies en los intercambios de reciprocidad, entre otros, influyen en la innovación de técnicas de manejo y en la incorporación de nuevos recursos en la órbita del manejo.

- Las investigaciones sobre los factores causales del manejo en el presente es de gran valor para entender los contextos de innovación tecnológica actual y brinda un importante contexto para entender las razones que en el pasado motivaron a los seres humanos para manejar y domesticar plantas y originar la agricultura.

- El conocimiento y experiencias técnicas tradicionales constituyen una importante base para la construcción de diálogos de saberes, innovación tecnológica y manejo adaptativo para el diseño de estrategias de manejo sustentable. El diálogo de saberes y experiencias técnicas es posible y necesario entre distintos sectores de la sociedad y constituye una importante base para actuar en el presente y diseñar estrategias para construir un futuro sustentable.

LITERATURA CITADA

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Støen, M., S.R. Moe y S.L. Camargo-Ricalde. 2009. Home gardens sustain crop diversity and improve farm resilience in Candelaria Loxicha, Oaxaca, Mexico. *Human Ecology* 37:55–77.
- Alcorn, J.B. 1981. Factors influencing botanical resource perception among the Huastec: suggestions for future ethnobotanical inquiry. *Journal of Ethnobiology* 1:221–230.
- Alcorn, J.B. 1984. *Huastec mayan ethnobotany*. University of Texas Press, Austin.
- Alves, A.G.C. y F.J.B. Souto 2010. Etnoecologia ou etnoecologias? Encarando a diversidade conceitual. En: Alves, Â.G.C., F.J.B. Souto y N. Peroni. (Eds.). *Etnoecologia em perspectiva: natureza, cultura e conservação*. Nupeea, Recife, 17–39.
- Amador, M. y P. Casasa. 1979. Un análisis cultural de los juegos léxicos reconstruidos del proto-otomange. En: Hoppkins, N. y K. Josserand (Eds.). *Estudios lingüísticos de lenguas otomangues*. Instituto Nacional de Antropología e Historia y Secretaria de Educación Pública, México, 13–19.
- Anderson, E.N. 2011. Ethnobiology: Overview of a growing field. En: Anderson, E.N., D.M. Pearsall, E.S. Hunn, y N.J. Turner (Eds.). *Ethnobiology*. Wiley-Blackwell, New Jersey, 1–15.
- Arellanes, Y., A. Casas, A. Arellanes, E. Vega, J. Blancas, M. Vallejo, I. Torres, S. Rangel-Landa, A.I. Moreno, L. Solís y E. Pérez-Negrón. 2013. Influence of traditional markets on plant management in the Tehuacán Valley. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9:38.

- Ban, N. y O.T. Coomes. 2004. Home gardens in Amazonian Peru: diversity and exchange of planting material. *Geographical Review* 94(3):348–367.
- Barnosky, A.D., E.A. Hadly, J. Bascompte, E.L. Berlow, J.H. Brown, M. Fortelius, W.M. Getz, J. Harte, A. Hastings, P.A. Marquet, N.D. Martinez, A. Mooers, P. Roopnarine, G. Vermeij, J.W. Williams, R. Gillespie, J. Kitzes, C. Marshall, N. Matzke, D.P. Mindell, E. Revilla y A.B. Smith. 2012. Approaching a state shift in Earth's biosphere. *Nature* 486(7):52–58.
- Belcher, B., M. Ruíz-Pérez y R. Achdiawan. 2005. Global patterns and trends in the use and management of commercial NTFPs: Implications for livelihoods and conservation. *World Development* 33(9):1435–1452.
- Berkes, F. y C. Folke (Eds.). 1998. *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Berkes, F., J. Colding y C. Folke. (Eds.). 2003. *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Blancas, J., A. Casas, S. Rangel-Landa, A. Moreno-Calles, I. Torres, E. Pérez-Negrón, L. Solís, A. Delgado-Lemus, F. Parra, Y. Arellanes, J. Caballero, L. Cortés, R. Lira y P. Dávila. 2010. Plant management in the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico. *Economic Botany* 64(4):287–302.
- Blancas, J., A. Casas, D. Pérez-Salicrup, J. Caballero y E. Vega. 2013. Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in Náhuatl communities of the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9: 39.

- Blancas, J., D. Pérez-Salicrup y A. Casas. 2014. Evaluando la incertidumbre en la disponibilidad de recursos vegetales. *Gaia Scientia* 8:137–160.
- Blancas, J., A. Casas, A.I. Moreno-Calles y J. Caballero. 2016. Cultural motives of plant management and domestication. En: Lira, R., A. Casas y J. Blancas (Eds.). *Ethnobotany of Mexico: interactions of people and plants in Mesoamerica*. Springer, New York, 233–255.
- Blanckaert, I., R. Swennen, M. Paredes-Flores, R. Rosas López, R. Lira. 2004. Floristic composition, plant uses and management practices in homegardens of San Rafael Coxcatlán, Valley of Tehuacán-Cuicatlán, Mexico. *Journal of Arid Environments* 57:179–202.
- Boege, E. 2008. El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Instituto Nacional de Antropología e Historia y Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, Distrito Federal.
- Bye, R.A. 1993. The role of humans in the diversification of plants in Mexico. En: Ramamoorthy, T, R.A. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Biological diversity of Mexico, origins and distribution*. Oxford University Press, New York, 707–731.
- Caballero, J. y L. Cortés. 2001. Percepción , uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en Mexico. En: Rendón, B., S. Rebollar, J. Caballero y M.A. Martínez (Eds.). *Plantas, cultura y sociedad: estudio sobre la relación entre humanos y plantas en los albores del siglo XXI*. Universidad Autónoma Metropolitana y Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, México, 79–100.

- Calvet-Mir, L., E. Gómez-Baggethun y V. Reyes-García. 2012. Beyond food production: Ecosystem services provided by home gardens. A case study in Vall Fosca, Catalan Pyrenees, Northeastern Spain. *Ecological Economics* 74:153–160.
- Casas, A., J.L. Viveros y J. Caballero. 1994. Etnobotánica mixteca: sociedad, cultura y recursos naturales en la Montaña de Guerrero. CONACULTA e Instituto Nacional Indigenista, México, D.F.
- Casas, A., J. Caballero, C. Mapes y S. Zárate. 1997. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín la Sociedad Botánica de México* 61:31–47.
- Camou-Guerrero, A., V. Reyes-García, M. Martínez-Ramos y A. Casas. 2008. Knowledge and use value of plant species in a Rarámuri community: A gender perspective for conservation. *Human Ecology* 36:259–272.
- Casas, A., A. Valiente-Banuet, J.L. Viveros, J. Caballero, L. Cortés, P. Dávila, R. Lirae I. Rodríguez. 2001. Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany* 55(1):129–166.
- Casas, A., A. Otero-Arnaiz, E. Pérez-Negrón y A. Valiente-Banuet. 2007. *In situ* management and domestication of plants in Mesoamerica. *Annals of Botany* 100:1101–1115.
- Casas, A., S. Rangel-Landa, I. Torres, E. Pérez-Negrón, L. Solís, F. Parra, A. Delgado, J. Blancas, B. Farfán-Hereida y A.I. Moreno. 2008. *In situ* management and conservation of plant resources in the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico: an ethnobotanical and

- ecological perspective. En: Albuquerque, U.P. y M. Alves (Eds.). Current topics in Ethnobotany. Research Signpost, Kerala, 1–23.
- Casas, A., A. Camou-Guerrero, A., Otero-Arnaiz, S. Rangel-Landa, J. Cruse-Sanders, L. Solís, I. Torres, A. Delgado, A.I. Moreno-Calles, M. Vallejo, S. Guillén, J. Blancas, F. Parra, B. Farfán-Heredia, X. Aguirre-Dugua, Y. Arellanes y E. Pérez-Negrón. 2014. Manejo tradicional de biodiversidad y ecosistemas en Mesoamérica: el Valle de Tehuacán. *Investigación Ambiental* 6(2): 23-44.
- Casas, A. y F. Parra. 2016. La domesticación como proceso evolutivo. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (Eds.). Domesticación en el continente americano. Volumen 1. Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del Nuevo Mundo. Universidad Nacional Agraria La Molina UNALM del Perú y Universidad Nacional Autónoma de México, Lima, 133–158.
- Casas, A., F. Parra, I. Torres-García, S. Rangel-Landa, M. Zarazúa y J. Torres-Guevara. 2017. Estudios y patrones continentales de domesticación y manejo de recursos genéticos: Perspectivas. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (Eds.). Domesticación en el continente americano. Volumen 2. Investigación para el manejo sustentable de recursos genéticos en el Nuevo Mundo. Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad Nacional Agraria La Molina UNALM del Perú, Morelia, 537–569.
- Cook, S.F. 1958. Santa María Ixcatlán: habitat, population, subsistence. University of California Press, Berkeley y Los Angeles.

- Dávila, P., M.C. Arizmendi, A. Valiente-Banuet, J.L. Villaseñor, A. Casas y R. Lira. 2002. Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 11:421–442.
- Espinoza, G. 2012. De desalojos, desplazamientos y derechos de comunidades indígenas y campesinas por grandes represas. El caso de El Zapotillo en los Altos de Jalisco. En: Ávila, A. y L.D. Vázquez (Coords.). *Patrimonio biocultural, saberes y derechos de los pueblos originarios*. Universidad Intercultural de Chiapas, San Cristóbal de Las Casas, 141-154
- Farfán, B., A. Casas, G. Ibarra-Manríquez, E. Pérez-Negrón. 2007. Mazahua ethnobotany and subsistence in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico. *Economic Botany* 61:173–191.
- Flannery, K.V. (Ed.). 1986. *Guilá Naquitz*. Academic Press, New York.
- García, L.E. 2012. Aspectos socio-ecológicos para el manejo sustentable del copal en el ejido de Acateyahualco, Gro. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México.
- García-Frapolli, E., V.M. Toledo y J. Martínez-Alier. 2008. Apropiación de la naturaleza por una comunidad Maya Yucateca: Un análisis económico-ecológico. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 7:27–42.
- Gobierno de México, 2016. *Guía de Programas Sociales*. Disponible en: <https://www.gob.mx/sedesol/documentos/guia-de-programas-sociales-2016?idiom=es>, consultado el 10 de octubre de 2016.

- González-Insuasti, M.S. y J. Caballero. 2007. Managing plant resources: How intensive can it be?. *Human Ecology* 35:303–314.
- González-Insuasti, M.S., C. Martorell y J. Caballero. 2008. Factors that influence the intensity of non-agricultural management of plant resources. *Agroforestry Systems* 74:1–15.
- González-Insuasti, M.S., A. Casas, I. Méndez-Ramírez, C. Martorell y J. Caballero. 2011. Intra-cultural differences in the importance of plant resources and their impact on management intensification in the Tehuacán Valley, Mexico. *Human Ecology* 39:191–202.
- Halstead, P. y J. O’Shea (Eds.). 1989. *Bad year economics: cultural responses to risk and uncertainty*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hays, T.E. 1982. Utilitarian/adaptationist explanations of folk biological classification: some cautionary notes. *Journal of Ethnobiology* 2:89–94.
- Hironymous, M.O. 2007. *Santa María Ixcatlan, Oaxaca: From colonial cacicazgo to modern municipio*. Tesis de doctorado, University of Texas.
- Hunn, E.S. 2008. *A Zapotec natural history*. The University of Arizona Press, Estados Unidos de América.
- INALI (Instituto Nacional de Lenguas Indígenas). 2008. *Catálogo de las Lenguas Indígenas Nacionales: Variantes Lingüísticas de México con sus autodenominaciones y referencias geoestadísticas*. Diario Oficial, 14 de enero de 2008.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2015. Tabulados predefinidos, Oaxaca.

En: Encuesta Intercensal 2015. Disponible en <http://www.beta.inegi.org.mx/>, consultado en abril de 2017.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), s/f. Banco de Información INEGI:

Santa María Ixcatlán, Oaxaca (20416). Disponible en <http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=20#>, consultado el 20 de mayo de 2017.

Jain, S.K. 2000. Human aspects of plant diversity. *Economic Botany* 54:459–470.

Larios, C., A. Casas, M. Vallejo, A.I. Moreno-Calles y J. Blancas. 2013. Plant management and biodiversity conservation in Náhuatl homegardens of the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9:74.

Lira, R., A. Casas, R. Rosas-López, M. Paredes-Flores, E. Pérez-Negrón, S. Rangel-Landa, L. Solís, I. Torres y P. Dávila. 2009. Traditional knowledge and useful plant richness in the Tehuacán–Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany* 63:271–287.

Lope-Alzina, D.G. 2014. Una red comunal de acceso a alimentos: el huerto familiar como principal proveedor de productos para intercambio en una comunidad Maya-Yucateca. *Gaia Scientia* 8:199–215.

López, F. 2012. Pueblos indígenas y megaproyectos en México: las nuevas rutas del despojo. En: Ávila, A. y L.D. Vázquez. *Patrimonio biocultural, saberes y derechos de los pueblos originarios*. Universidad Intercultural de Chiapas, San Cristóbal de Las Casas, 123- 140.

- MacNeish, R.S. 1992. The origins of agriculture and settled life. University of Oklahoma Press, Norman y Londres.
- Maffi, L. 2005. Linguistic, cultural, and biological diversity. *Annual Review of Anthropology* 34:599–617.
- Maffi, L. 2007. Biocultural diversity and sustainability. En: Pretty, J., A.S. Ball, T. Benton, J.S. Guivant, D.R. Lee, D. Orr, M.J. Pfeffer y H.W. Sage, H.W. (Eds.). In *The Sage Handbook of Environment and Society*. Sage Publications, Londres, 267–277.
- Maldonado, B., J. Caballero, A. Delgado-Salinas y R. Lira. 2013. Relationship between use value and ecological importance of floristic resources of seasonally dry tropical forest in the Balsas river basin, Mexico. *Economic Botany* 67: 17–29.
- Mauss, M. 1923 (1971). *Ensayo sobre los dones: Razón y forma del cambio en las sociedades primitivas*. Tecnos, Madrid.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. *Ecosystems and human well-being*. World Resources Institute, Washington D.C.
- Mendoza, E. 1998. Los eternos tejedores de Santa María Ixcatlán. *México Desconocido* 257:20–25.
- Molina, M., 2010. *La recuperación de la lengua xuni-ixcateca de Oaxaca a través del video*. CEDELIO, FAHHO, México.
- Moreno-Calles, A., A. Casas, J. Blancas, I. Torres, O. Masera, J. Caballero, L. García-Barrios, E. Pérez-Negrón y S. Rangel-Landa. 2010. *Agroforestry systems and biodiversity*

- conservation in arid zones: the case of the Tehuacán Valley, Central México. *Agroforestry Systems* 80: 315–331.
- Moreno-Calles, A.I., A. Casas, E. García-Frapolli e I. Torres-García. 2012. Traditional agroforestry systems of multi-crop “milpa” and “chichipera” cactus forest in the arid Tehuacán Valley, Mexico: their management and role in people’s subsistence. *Agroforestry Systems* 84:207–226.
- Moreno-Calles, A.I., V.M. Toledo y A. Casas. 2013. Los sistemas agroforestales tradicionales de México: una aproximación biocultural. *Botanical Science* 91:375–398.
- Nazarea, V.D. 1999. A view from a point: Ethnoecology as situated knowledge. En: Nazarea, V.D. (Ed.). *Ethnoecology situated knowledge/located lives*. The University of Arizona Press, Tucson, 3–20.
- Nava, C. y Romero, M. 2007. *Ixcatecos, pueblos indígenas del México contemporáneo*. México: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, México.
- North, D.C. 1994. Economic performance through time. *The American Economic Review* 84(3):359–368.
- Ostrom, E. 1990. *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. 2a ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pérez-Negrón, E. y A. Casas. 2007. Use, extraction rates and spatial availability of plant resources in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico: The case of Santiago Quiotepec, Oaxaca. *Journal of Arid Environments* 70:356–379.

- Pretty, J. 2003. Social capital and the collective management of resources. *Science* 302:1912–1914.
- Pretty, J., B. Adams, F. Berkes, S.F. de Athayde, N. Dudley, E. Hunn, L. Maffi, K. Milton, D. Rapport, P. Robbins, E. Sterling, S. Stolton, A. Tsing, E. Vintinner y S. Pilgrim. 2009. The intersections of biological diversity and cultural diversity: Towards integration. *Conservation and Society* 7:100–112.
- Purata, S. 2008. Uso y manejo de los copales aromáticos: resina y aceites, Colección Manejo Campesino de Recursos Naturales, CONABIO.
- Rangel-Landa, S., E. Rivera-Lozoya y A. Casas. 2014. Uso y manejo de las palmas *Brahea* spp. (Arecaceae) por el pueblo ixcateco de Santa María Ixcatlán Oaxaca, México. *Gaia Scientia* 8:62–78.
- Rangel-Landa, S., A. Casas, E. Rivera-Lozoya, I. Torres-García y M. Vallejo-Ramos. 2016. Ixcatec ethnoecology: plant management and biocultural heritage in Oaxaca, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 12: 30.
- Rangel-Landa, S., A. Casas, E. García-Frapolli y R. Lira. 2017. Socio-cultural and ecological factors influencing management of edible and non-edible plants: The case of Ixcatlán, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 13:59.
- Reyes-García, V., T.S. Huanca, V. Vadez, W. Leonard y D. Wilkie. 2006. Cultural, practical, and economic value of wild plants: a quantitative study in the Bolivian Amazon. *Economic Botany* 60: 62–74.
- Sahlins, M. 1974 (1983). *Economía de la edad de piedra*. 2ª edición. Akal, Madrid.

- Simons, G.F. y C.D. Fennig (Eds.). 2017. *Ethnologue: languages of the world*. 20a edición. Dallas: SIL International. Disponible en: <http://www.ethnologue.com>, consultado en Abril de 2017.
- Smith, S.E., S. Rangel-Landa, M.W. Swanton, A. Casas y E. Rivera-Lozoya. En prensa. Patrimonio Biocultural Ixcateco: investigación y colaboración para su documentación, valoración y difusión. *Diálogos de Campo*.
- Toledo, V.M. y N. Barrera-Bassols. 2008. *La Memoria Biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria Editorial, Barcelona.
- Toledo, V.M. 1990. La perspectiva etnoecológica: cinco reflexiones acerca de las “ciencias campesinas” sobre la naturaleza con especial referencia a México. *Ciencias* 4:22–29.
- Toledo, V.M. 2002. Ethnecology: A conceptual framework for the study of indigenous Knowledge of nature. En: Steep, J.R. (Ed.). *Ethnobiology and cultural diversity*. International Society of Ethnobiology, E.U., 511–522.
- Toledo, V.M., B. Ortiz-Espejel, L. Cortés, P. Moguel y M.J. Ordoñez. 2003. The multiple use of tropical forests by indigenous peoples in Mexico: a case of adaptive management. *Conservation Ecology* 7(3): 9.
- Toledo, V.M., N. Barrera-Bassols, E. García-Frapolli y P. Alarcón-Cháires. 2008. Uso múltiple y biodiversidad entre los mayas yucatecos (México). *Interciencia* 33:345–352.
- Toledo, V.M., E. Boege y N. Barrera-Bassols. 2010. The biocultural heritage of Mexico: An overview. *Landscape* 2(6): 7-13.

Toledo, V.M. y P. Alarcón-Cháires. 2012. La etnoecología hoy: panorama, avances, desafíos. *Etnoecológica* 9:1–16.

Velázquez de Lara, G. 1984. Relación de Ixcatlán, Quiotepec y Tecomahuaca. En: Acuña, R. (Ed.). *Relaciones Geográficas del siglo XVI: Antequera, vol. I*. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México D.F., 223–241.

Zavala, J. 2017. Ixcatlán, último reducto del mezcal ancestral y del ixcateco en Oaxaca. Vídeo NVI noticias 03 de septiembre de 2017. Disponible en: <http://www.nvinoticias.com/nota/53515/ixcatlan-ultimo-reducto-del-mezcal-ancestral-y-del-ixcateco>, consultado el 10 de octubre de 2017.

Velázquez de Lara, G. 1984. Relación de Ixcatlán, Quiotepec y Tecomahuaca. En: Acuña, R. (Ed.). *Relaciones Geográficas del siglo XVI: Antequera, vol. I*. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México D.F., 223–241.

Zavala, J. 2017. Ixcatlán, último reducto del mezcal ancestral y del ixcateco en Oaxaca. Vídeo NVI noticias 03 de septiembre de 2017. Disponible en: <http://www.nvinoticias.com/nota/53515/ixcatlan-ultimo-reducto-del-mezcal-ancestral-y-del-ixcateco>, consultado el 10 de octubre de 2017.

ANEXO 1

PATRIMONIO BIOCULTURAL IXCATECO

Smith, S.E., S. Rangel-Landa, M.W. Swanton, A. Casas y E. Rivera-Lozoya. 2016. Patrimonio Biocultural Ixcateco: investigación y colaboración para su documentación, valoración y difusión. Diálogos de Campo Año II(1).

Rangel-Landa, S., S.E. Smith-Aguilar, E. Rivera-Lozoya, M.W. Swanton, A. Casas, L. Solís, A. Pérez y C. Villaseñor. 2016. Patrimonio biocultural ixcateco. Universidad Nacional Autónoma de México. México.



Año II, número 1 julio-diciembre de 2016

Seminario

Patrimonio biocultural ixcateco: investigación y colaboración para su documentación, valoración y difusión
Sandra E. Smith Aguilar, Selene Rangel-Landa, Alejandro Casas Fernández, Erandi Rivera-Lozoya, Michael W. Swanton
Puntos de partida, metas y rutas de prospección en investigaciones etnomusicológicas y etnolingüísticas
E. Fernando Nava L.
Tres experiencias de educación comunitaria del patrimonio cultural.
Juan José Guerrero García

Muestrario

“Le dices al Indio, que aquí lo espero” Relatos y corridos zapatistas
Laboratorio Nacional de Materiales Orales

Reseñas

Rosalía Bacasehua Nevárez. Relatos verídicos de los warihó. México: Secretaría de Educación, Cultura y Deporte / Instituto Chihuahuense de Cultura / CONACULTA / PIALLI, s/f; 35:46 min
Mario Daniel Romero Borja

Roberto Campos Velázquez. Sonidos símbolo. Una etnografía del calendario ceremonial de los huaves de San Mateo del Mar. México: UNAM, 2016; 378pp.
Victor Manuel Avilés Velázquez

Jesús Tenorio Simón y Héctor Adolfo Quintanar Pérez. Exposición fotográfica Entre la magia y la tradición. México: Casa de Cultura de Coatepec, Veracruz, 2017.
Héctor Adolfo Quintanar Pérez

Obasi Shaw. Liminal Minds. Estados Unidos: SoundCloud, 2017; 30 min.
Juárez Martínez Juárez Martínez

Virginia García Acosta y Guillermo de la Peña (coordinadores). Miradas concurrentes. La antropología en el diálogo interdisciplinario. México: CIESAS, 2013; 316 pp.
Juan José Guerrero García

Selene Rangel Landa, Sandra Smith, Erandi Rivera Lozoya, et al. Patrimonio biocultural ixcatéco de la comunidad de Santa María Ixcatlán, Oaxaca, México. México: UNAM, 2016; 127 pp.
Adela Rascón Rojas

Fonoteca Nacional. Serie radiofónica Minotauro Sonoro. México: Radio Educación, 2012.
Jonathan Pedro Vázquez Argüello

**Patrimonio biocultural ixcateco:
investigación y colaboración para su documentación,
valoración y difusión**

Sandra E. Smith Aguilar (galadrielent@yahoo.com), Selene Rangel-Landa (ollinzihualt@gmail.com),
Michael W. Swanton (michael.swanton@san-pablo.mx), Alejandro Casas Fernández
(acasas@iies.unam.mx), Erandi Rivera-Lozoya (erandirl@gmail.com).¹

Resumen: En el año 2011 comenzó una colaboración entre lingüistas y etnobiólogos para documentar la lengua y el conocimiento biológico del pueblo ixcateco, cuyo territorio se encuentra en Santa María Ixcatlán, Oaxaca. La documentación formó parte del proyecto "*Textual and Lexical Documentation of Ixcatec, a highly endangered Otomanguean language of Oaxaca, Mexico*" motivado por la crítica situación de la lengua ixcateca, pues queda en el mundo tan sólo una decena de personas que lo pueden hablar fluidamente. El proyecto se desarrolló entre 2011 y 2013 y durante ese periodo el enfoque se extendió a sectores de la comunidad ixcateca hablantes y no-hablantes de la lengua. Numerosos ixcatecos colaboraron en el proceso de documentación y un sector más amplio se involucró en actividades organizadas para la difusión y revaloración de su lengua, conocimiento tradicional y riqueza natural. Esto incluyó un concurso fotográfico,

¹ Instituciones de adscripción de los autores, según orden de aparición: Institución autor 1: Conservación Biológica y Desarrollo Social AC; Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Institución autores 2 y 4: Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México. Institución autor 3: Instituto de Investigaciones Filológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. Institución autor 5: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México.

un intercambio de experiencias y la elaboración de un material de juego, dirigidos a promover el patrimonio biocultural local. Además, permitió continuar una relación de colaboración y acompañamiento con la comunidad en temas como manejo de recursos naturales y ecosistemas, conocimiento ecológico local, acuerdos para aprovechar el territorio y procesos educativos locales, algunos sostenidos hasta la fecha.

Palabras clave: Santa María Ixcatlán, lengua ixcateca, Valle Tehuacán-Cuicatlán, etnobiología, conocimiento ecológico tradicional, colaboración multidisciplinaria, divulgación científica, intercambio de experiencias comunitarias.

Title: *“Ixcathec biocultural heritage: research and collaboration for its documentation, recognition and promotion”*

Abstract: In 2011 began a joint effort between linguists and ethnobiologists to document the language and biological knowledge of the Ixcathec people, whose territory lies in Santa María Ixcatlán, Oaxaca. This initiative was part of *“Textual and Lexical Documentation of Ixcathec, a highly endangered Otomanguan language of Oaxaca, Mexico”*, a project motivated by the critically endangered status of the Ixcathec language which has fewer than ten fluent speakers. The project was carried out between 2011 and 2013, during which time the project’s scope broadened to include both speakers and non-speakers of Ixcathec. Numerous members of the Ixcathec community collaborated in the documentation process and a larger group was involved in activities organized to promote and highlight the value of their language, traditional knowledge and natural treasures. Activities included a photography contest, a trip to visit projects working for the protection of biocultural heritage, and the making of a game-set directed to promote the Ixcathec heritage. The project also gave the opportunity to continue with an ongoing collaborative relationship with the Ixcathec community addressing subjects like ecosystem and natural resource management, traditional ecological knowledge, agreements for the use of the resources in their territory, and local educational processes.

Keywords: Santa María Ixcatlan, Ixcatec language, language documentation, Tehuacán-Cuicatlán Valley, ethnobiology, traditional ecological knowledge, multidisciplinary collaboration, communication of science, community experience exchange

El patrimonio biocultural

El patrimonio biocultural es la expresión de la relación humano-naturaleza en un espacio determinado. Ésta comprende la apropiación y reproducción de la naturaleza en el territorio, es decir, las especies y ecosistemas que son aprovechados y conservados de acuerdo con las necesidades, usos y costumbres de los grupos humanos que forman parte de estos socio-ecosistemas (Sánchez, 2012). También forma parte importante del patrimonio biocultural el rico mosaico de agroecosistemas tradicionales y la gran diversidad de especies y variedades de plantas, animales, hongos y microorganismos que han sido cultivadas, criadas y seleccionadas durante miles de años, constituyendo la base de la alimentación de la humanidad y que hoy día continúan siendo resguardados y recreados por campesinos de todo el mundo (Boege, 2008; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Toledo *et al.*, 2010). Asimismo, se incluyen las variadas estrategias y técnicas de manejo que detonan procesos de apropiación y generación de nueva diversidad a través de la domesticación (Casas *et al.*, 2016, 2017).

El patrimonio biocultural opera a través de los sistemas tradicionales de conocimiento integrados por *Kosmos*, *Corpus* y *Praxis* (Berkes *et al.*, 2000; Toledo, 2002). El *Kosmos* da forma a los valores y códigos éticos que norman la relación humano-naturaleza, las representaciones simbólicas de los elementos del entorno, los mitos y creencias. El *Corpus* se refiere a los conocimientos locales de los componentes del entorno, sus interacciones, sus propiedades benéficas y nocivas y sus riesgos, que resultan de la transmisión de experiencias entre generaciones y entre individuos contemporáneos, construidas con base en la observación, las experiencias directas o indirectas y, frecuentemente, la experimentación. Finalmente, la *Praxis* engloba las prácticas productivas de un grupo social (Berkes *et al.*, 2000; Toledo *et al.* 2002). Tal conocimiento, al ser transmitido de generación en generación, contiene la historia de la

relación del humano con el entorno (Gadgil *et al.*, 1993). Esta trasmisión se hace a través de la práctica, es decir, de la realización de las actividades diarias y la comunicación oral cotidiana. Por lo tanto, además de representar medios de transmisión, las lenguas reflejan y codifican este conocimiento.

México es un país donde confluye una gran riqueza biológica albergando, por ejemplo, alrededor de 23,000 especies de plantas con flores (Villaseñor, 2016), pero también una gran riqueza cultural, notoria en sus 364 variantes lingüísticas pertenecientes a 68 agrupaciones o grupos culturales (INALI, 2008). Esta combinación dio lugar en su territorio a la región cultural denominada Mesoamérica (Kirchoff, 1943), uno de los centros civilizatorios más importantes del Continente Americano. En Mesoamérica se desarrolló la agricultura, al parecer de forma independiente a otras regiones del mundo, y constituye uno de los centros de origen de especies domesticadas más importantes del planeta. Aquí se domesticaron y/o diversificaron plantas como el maíz, calabazas, jitomate, frijoles y chiles, especies que, además de formar parte fundamental de la dieta actual de los mexicanos, constituyen algunos de los principales cultivos del mundo (Casas y Parra, 2007). Si bien México posee un vasto patrimonio biocultural, enfrenta varios retos locales y globales derivados de problemáticas sociales, económicas y ecológicas, que dan lugar a procesos acelerados de abandono de comunidades, transformación cultural y pérdida de lenguas y de recursos naturales (Maffi, 2007; Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Tales problemáticas representan riesgos, no solamente para los grupos humanos que viven en estrecha relación con sus ambientes, sino también para el resto de la sociedad que depende de la producción de alimentos en manos de los campesinos y de los servicios ambientales que brindan sus territorios a las ciudades. De ahí la importancia de conocer, valorar y defender el patrimonio biocultural de los pueblos.

Santa María Ixcatlán y el origen del proyecto

El ixcateco es la lengua oaxaqueña con mayor riesgo de desaparición. El único asentamiento donde se habla es el pueblo de Santa María Ixcatlán, un pequeño municipio

situado en las montañas de la Mixteca Alta oaxaqueña, cerca de la Cañada de Cuicatlán (Figura 1). Actualmente, el ixcateco existe casi exclusivamente en la memoria de una decena de adultos mayores. No hay, ahora mismo, ningún niño que hable de manera fluida esta lengua.

Ixcatlán se rige por el sistema de Usos y Costumbres, en el cual la Asamblea Comunitaria es el máximo órgano de toma de decisiones. A través de ella se eligen las autoridades civiles, agrarias y comités que atienden las necesidades básicas, el cuidado del territorio, la educación y la cultura (Nava y Romero, 2007). La población total es de 488 habitantes que forman parte de 171 hogares (INEGI, 2015). El 80% de la población se autoadscribe como indígena, pero solamente 10 personas son hablantes fluidos del ixcateco, motivo por el cual se considera una lengua casi extinta (INEGI, 2015; Simons y Fennig, 2017).

La grave situación de la lengua ixcateca, la poca atención que había recibido su documentación y las necesidades identificadas por diversas instituciones que habían hecho esfuerzos para su revitalización (Molina, 2010), fueron algunas de las razones que motivaron la colaboración de un equipo multidisciplinario. El equipo agrupó investigadores quienes, desde sus disciplinas, habían realizado esfuerzos por documentar aspectos de la lengua ixcateca y/o del conocimiento ecológico tradicional.

Esta colaboración surgió como un encuentro en el 1er Congreso de Diversidad Biológica y Cultural de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán en 2008 donde coincidieron lingüistas y etnobiólogos presentando los avances y resultados de sus investigaciones hechas en Ixcatlán (Rangel-Landa y Lemus, 2002; Swanton, 2008). Además de usar métodos similares para la documentación de sus temas de interés, los unió la preocupación por la situación de la lengua ixcateca.

Más tarde, en el 2010, dio inicio el proyecto "*Textual and Lexical Documentation of Ixcatec, a highly endangered Otomanguan language of Oaxaca, Mexico*", proyecto de documentación lingüística con financiamiento del *Hans Rausing Endangered Languages Project*. Un año más tarde arrancó el "Anexo Etnobiológico del Proyecto de Documentación de la Lengua Ixcateca" con financiamiento de la Fundación Alfredo Harp Helú Oaxaca y la Fundación UNAM. El que el equipo de etnobiólogos se unió al proyecto

con el objetivo de documentar el uso, manejo y conocimiento ecológico tradicional de la flora y la fauna de la comunidad, tanto en español como en la lengua ixcatteca. Ambos proyectos lograron conjuntar la colaboración de instituciones académicas como la Universidad de París V-René Descartes, el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad y la Coordinación de Humanidades, ambas de la UNAM, y la Biblioteca de Investigación Juan de Córdova.

Conociendo Ixcatlán desde la mirada de los etnobiólogos

Al entrar en la comunidad de Santa María Ixcatlán, la estrecha relación de los ixcatecos con su territorio, los ecosistemas y la riqueza biológica, se hace notar en prácticamente todos los aspectos de su vida y la riqueza de paisajes producto de esta interacción (Figuras 2 y 3). Un claro ejemplo es la frecuente imagen de personas tejiendo sombreros mientras caminan por las calles del pueblo o mientras asisten a una reunión llenando los silencios con el roce de las tiras de palma (*Brahea dulcis*; Figura 3; Rangel-Landa *et al.*, 2014). Esta relación se deja ver también en la agricultura y en la fabricación de mezcal de maguey papalomé (*Agave potatorum*; Figura 3) que, junto con el tejido de productos de palma, constituyen las principales actividades de subsistencia de los ixcatecos (Figura 3). También se hace evidente en la comida, con su amplia variedad de ingredientes locales como los quelites, el tempesquisle (*Sideroxylon palmeri*) o los “gusanitos” de la mimeagua (larvas de avispa *Brachygastra* sp.; Figura 5) y en las múltiples fiestas y ceremonias de la comunidad, en las que abundan los adornos hechos con plantas de la región como los arcos de cucharilla (*Dasyilirion serratifolium*) (Figura 3) y las flores “de lujo” o que adornan los espacios donde son cuidadas específicamente para el deleite de quienes las cuidan (Rangel-Landa *et al.* 2016a; Figura 2, Figura 3). La larga historia ixcatteca de uso y manejo de sus recursos naturales en un paisaje excepcionalmente diverso como es el valle de Tehuacán-Cuicatlán (Dávila *et al.* 2002), se traduce en un conocimiento ecológico notable (Rangel-Landa *et al.* 2016a). Por ejemplo, de las más de 3000 especies de plantas vasculares conocidas en el valle de Tehuacán-Cuicatlán, se han

registrado 780 en el territorio de Ixcatlán de las cuales los ixcatecos hacen uso de aproximadamente 620 y alrededor de 400 están sujetas al menos a una práctica de manejo dirigida a mantener o aumentar su disponibilidad (Rangel-Landa *et al.* 2016a, 2017).

En este escenario emprendimos en 2011 las actividades asociadas al “Anexo Etnobiológico del Proyecto de Documentación de la Lengua Ixcateca”. Durante el periodo 2011-2013, etnobiólogos, ecólogos y lingüistas recorrimos el territorio ixcateco junto con integrantes de la comunidad para documentar el conocimiento local (en español e ixcateco) sobre plantas, animales, lugares, tradiciones e historias.

En total se realizaron 90 recorridos (generalmente a pie) a lo largo del territorio de Ixcatlán, tanto en parajes dominados por vegetación silvestre como en huertos familiares y zonas de producción agrícola y de mezcal (Figura 4). Los recorridos al “campo”, como se llama a los parajes que quedan fuera del poblado, se realizaron en compañía de 23 pobladores distintos, en su mayoría pastores y agricultores. En el caso de las visitas a terrenos de cultivo y huertos familiares, realizamos recorridos en 33 espacios distintos en compañía de los jefes de familia.

A lo largo de las caminatas recolectamos ejemplares de las plantas observadas junto con la información que los colaboradores de Ixcatlán compartían sobre las mismas, incluyendo su nombre y usos (Figura 4). Las plantas colectadas se utilizaron posteriormente como estímulos durante entrevistas con otros pobladores, particularmente con los hablantes de ixcateco quienes, por su avanzada edad, en su mayoría ya no salen a caminar al campo. Algunos de los ejemplares también se utilizaron para su determinación taxonómica y fueron depositados en distintos herbarios del país, especialmente en el herbario nacional de la UNAM (MEXU), el herbario de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (EBUM) y el herbario del Instituto de Ecología A.C. (IE-BAJÍO). El proceso de determinación permitió identificar 780 especies distintas de las cuales 589 son nativas de Ixcatlán y 191 han sido introducidas de otras partes de México o el mundo (Rangel-Landa *et al.*, 2016a). La información etnobotánica fue sistematizada y depositada en la Base de Datos Etnobotánicos de Plantas de México del Jardín Botánico de la UNAM, y han formado parte del análisis de trabajos publicados como artículos de

investigación en el área de la etnobiología (Rangel-Landa *et al.*, 2014, 2016a, 2017; Vallejo *et al.*, 2015) y la lingüística (Costaouec y Swanton, 2015).

Durante los recorridos también se compiló información sobre animales, aprovechando en el recorrido cualquier avistamiento iniciábamos conversaciones con nuestros acompañantes de la comunidad sobre los nombres, hábitos, utilidad y de estos animales comunes en cada sitio. Además, en la medida de lo posible, se hizo un registro fotográfico de los animales vivos (principalmente insectos y aves) así como de restos (por ejemplo huesos y pieles) y señales indirectas (como huellas, heces, nidos y panales; Figura 5). Por otra parte, algunos niños del pueblo colaboraron colectando ejemplares de insectos comunes que también fueron fotografiados y se utilizaron para estimular conversaciones sobre animales. El registro fotográfico de los investigadores se complementó con fotos tomadas por pobladores de Ixcatlán (en su mayoría jóvenes), que voluntariamente las compartieron al conocer el interés del proyecto. Algunas de las fotografías de mejor calidad, junto con los insectos colectados por los niños, se utilizaron para hacer entrevistas con personas en el pueblo como se hizo con los ejemplares de plantas. Posteriormente, las fotos se subieron a una plataforma colaborativa en internet (<http://www.naturalista.mx/>) donde una comunidad de usuarios determina y corrobora su identidad taxonómica a partir de imágenes. Con base en estos instrumentos, así como en la revisión de guías de identificación y la orientación de algunos especialistas, se determinaron 51 especies de aves, 14 de insectos, cuatro de reptiles, tres de mamíferos, una de anfibio y un arácnido (Figuras 2, 5).

Además de los recorridos por Ixcatlán, los investigadores recopilaron información mediante entrevistas semi-estructuradas, encuestas para evaluar el uso de los recursos naturales y la elaboración de productos derivados (como los sombreros y el mezcal). También se llevó a cabo observación participante durante la convivencia diaria y durante algunas celebraciones importantes en la comunidad. Todas las sesiones de entrevistas se grabaron en audio y video y posteriormente se transcribieron. Las entrevistas con hablantes de ixcateco se canalizaron al equipo de lingüistas para su transcripción y almacenamiento en el Endangered Languages Archive (ELAR) y el Archivo de la Cultura Ixcateca (Figura 6). En suma, durante las 11 visitas realizadas entre

2011 y 2013 a Santa María Ixcatlán, el equipo etnobiológico entrevistó a 84 personas distintas (algunas en más de una ocasión) compilando 1400 sesiones de grabación con un total de 31 horas de video tanto en español como en ixcateco. Las videograbaciones en ixcateco representan un subcorpus importante de la documentación lingüística que ha reunido el proyecto "*Textual and Lexical Documentation of Ixcatec, a highly endangered Otomanguean language of Oaxaca, Mexico*". Una innovación importante de esta colaboración fue incluir los números de las colectas botánicas en los metadatos de los videos.

Conservación del patrimonio biocultural ixcateco

Aunado a la documentación de información etnobiológica, un objetivo central del proyecto fue desarrollar actividades y materiales que promovieran la participación de la población ixcateca y fomentaran interés por su lengua, su conocimiento tradicional y su riqueza biológica. Mucha de la información generada por el equipo etnobiológico parecía ser útil para encaminar acciones que atendieran inquietudes de los habitantes de Ixcatlán, pero era esencial partir de un diálogo con ellos para encontrar maneras efectivas de hacerlo. Esto representó un compromiso de colaboración con la comunidad en favor de la conservación y difusión de su patrimonio biocultural (incluyendo su lengua).

Este diálogo se inició propiamente en una reunión abierta convocada por el equipo etnobiológico para dar a conocer los objetivos del proyecto y explicar las actividades de documentación que ya estábamos realizando en la comunidad. Además, presentamos propuestas de medios para difundir la información que estábamos generando y de posibles actividades relacionadas con la promoción del patrimonio biocultural. Se acordó la realización de un concurso de fotografía para despertar el interés de los jóvenes en el patrimonio biocultural de su comunidad y un intercambio de experiencias en torno al manejo y conservación de los recursos naturales y la preservación y fomento del patrimonio biocultural. En cuanto a la difusión de la información documentada por el proyecto, los asistentes estuvieron a favor de trabajar

en la construcción de un juego de lotería y en cuadernillos informativos, los cuales finalmente se integraron una sola obra titulada “Patrimonio Biocultural Ixcateco: lotería, memorama y libro” que se basó en la información del proyecto, en una exposición de dibujos realizados por miembros de la comunidad y audios grabados con los hablantes de ixcateco y niños de la comunidad.

Concurso de fotografía “Diversidad y Cultura de Santa María Ixcatlán”

El concurso de fotografía “Diversidad y Cultura de Santa María Ixcatlán” se convocó con el objetivo de dar a conocer el patrimonio del territorio de Santa María Ixcatlán desde los ojos de los ixcatecos. Esta actividad buscó incentivar particularmente a los jóvenes a interesarse en su territorio y en la riqueza de su cultura, así como fomentar el conocimiento y la relación de los habitantes de Ixcatlán con sus recursos naturales. Se establecieron cuatro categorías temáticas para participar: 1) animales, 2) lugares y paisajes, 3) plantas y hongos, y 4) objetos históricos y tradiciones. En respuesta a la convocatoria se recibieron 170 fotografías de 17 participantes con edades entre 13 y 44 años, además de cuatro fotografías tomadas entre 1920 y 1980 que no concursaron pero participaron en la exhibición. La presentación y premiación de los ganadores se hizo el 25 de octubre de 2012 en un evento cultural público en la cancha del pueblo donde se expusieron todas las fotografías concursantes y se mantuvieron exhibidas durante una semana (Figura 7).

Intercambio de experiencias “Conservación del Patrimonio Biocultural”

El intercambio de experiencias “Conservación del Patrimonio Biocultural” constó de dos viajes para conocer iniciativas y estrategias de conservación del patrimonio biocultural. Los participantes se seleccionaron a partir de una lista de interesados que se hizo

durante una reunión informativa. Se tuvo cuidado de elegir a miembros de familias y actividades distintas (por ejemplo, productores de mezcal, maestros, tejedores de palma, etc.) y de asegurar la inclusión de hombres y mujeres, desde niños hasta adultos mayores. Esto se hizo con la intención de facilitar la transmisión de la experiencia y sus aprendizajes a diversos sectores de la comunidad ixcatteca. Además, los asistentes asumieron el compromiso de que, al volver, presentarían sus impresiones y aprendizajes en una reunión abierta para compartirlas con las personas de la comunidad que no fueron (Figura 8).

Los interesados formaron una comisión de 37 personas y la primera salida se hizo el 9 de junio del 2012 con un grupo de 20. Primero se visitó el Jardín Etnobotánico de Oaxaca para mostrar su funcionamiento y utilidad así como explicar el trabajo de los botánicos, incluyendo el procesamiento y destino de colectas vegetales como las que se estaban haciendo en Ixcatlán. Se visitó también el Centro Académico y Cultural San Pablo (actualmente la Biblioteca de Investigación Juan de Córdova) donde los asistentes conocieron ejemplos de conservación y valoración de edificios y documentos históricos como elementos importantes del patrimonio cultural.

La segunda salida se hizo en la región de Tehuacán, Puebla durante los días 11 y 12 de junio de 2012. Asistieron 26 personas de Ixcatlán, de los cuales nueve participaron también en el recorrido previo a la ciudad de Oaxaca (Figura 8). Durante los dos días se conocieron diversas experiencias de conservación del patrimonio biocultural y proyectos productivos basados en la organización y en el manejo responsable de los recursos naturales locales por parte de comunidades. En total se conocieron 5 proyectos: Vivero Comunitario de Caltepec (que propaga el maguey papalometl usado en Ixcatlán para la producción de mezcal), cooperativas de alfareros en Los Reyes Metzontla, Unidad de Manejo Ambiental Cutha (Zapotitlán Salinas), Jardín Botánico Comunitario Dra. Helia Bravo Hollis (Zapotitlán Salinas) y el Museo del Agua de Alternativas A.C. (San Gabriel Chilac, Tehuacán).

Después de las dos visitas, el 13 de junio los asistentes hicieron una presentación colectiva sobre ambas experiencias, compartiendo sus vivencias con gente de Ixcatlán que no asistió (Figura 8). La reunión buscó incentivar el diálogo y la reflexión entre los

habitantes de la comunidad sobre el patrimonio biocultural y explorar posibilidades de organización local para el diseño y ejecución de estrategias comunitarias de conservación de su patrimonio biocultural.

Si bien es difícil apreciar en su conjunto y sintetizar los resultados puntuales de las actividades realizadas y su riqueza, consideramos que el compromiso asumido en 2011 y las actividades desarrolladas desde entonces han sido provechosos, tanto para los ixcatecos como para el grupo de investigadores. Una muestra de ello es que la colaboración con miembros de la comunidad no finalizó en 2013 sino que se extendió hasta la actualidad. En esta última etapa se ha documentado la experimentación de cultivo del maguey papalomé la cual, en voz de quienes la han implementado, fue incentivada por las experiencias que conocieron en los recorridos del viaje a Tehuacán. El apoyo a este tipo de actividades ha continuado más allá de la etapa de financiamiento del proyecto. Entre 2013 y 2016 se han realizado otros dos intercambios de experiencias sobre el manejo y aprovechamiento de magueyes mezcaleros y se ha facilitado la participación de productores ixcatecos de mezcal en las reuniones nacionales de manejadores de maguey forestal (Rangel-Landa, 2016a, 2016b; IIES, 2017a, 2017b). También continúa el acompañamiento y apoyo a los programas de revitalización de la lengua ixcatéca realizados por las escuelas de la comunidad y el municipio con el apoyo de diversas instituciones públicas y privadas.

Patrimonio Biocultural Ixcatéco: lotería, memorama y libro, ¡Cuáchacúnà!

Los investigadores del proyecto nos planteamos que era fundamental y prioritario difundir resultados dentro de la comunidad ixcatéca. Pero queríamos rebasar la idea de que la entrega formal de un documento técnico a la comunidad cumple con el cometido de transmitir exitosamente resultados. Por ello, asumimos el compromiso de desarrollar medios de transmisión que facilitaran el acceso de los ixcatecos a la información y promovieran su interés, particularmente entre jóvenes y niños. Esto llevó a la iniciativa de hacer un juego en el que se pudiera presentar una muestra del conocimiento ixcatéco

documentado en la comunidad, complementado con conocimiento que, desde un sector de la sociedad externo a Ixcatlán (en este caso el sector académico), resaltara la importancia de la riqueza biocultural ixcateca.

Se consideró que un juego de lotería sería una opción para cumplir con el propósito, pues presenta un conjunto de elementos que podían ir acompañados de información sobre los mismos y se juega en grupo. Poco a poco, y a partir de la colaboración entre los etnobiólogos, ixcatecos, el equipo de lingüistas y la colaboración de diseñadores y comunicadores de la ciencia, se concretó la idea en la obra “Patrimonio Biocultural Ixcateco: lotería, memorama y libro” (Figura 9).

Con la información recabada en la documentación etnobiológica, se elaboró una lista de elementos calificados como “importantes” por su papel en la cotidianidad y ritualidad de los ixcatecos y/o por reflejar la riqueza y diversidad biológica del territorio. Este listado inicial se presentó en una reunión a pobladores interesados quienes, en conjunto, seleccionaron los 54 elementos que preferían para su lotería por considerarlos más representativos, interesantes o poco conocidos entre la comunidad misma. Posteriormente, investigadores y comunicadores generaron descripciones de cada elemento incluyendo su nombre en español e ixcateco. Los nombres en ixcateco se obtuvieron gracias a la participación de 10 hombres y mujeres de las últimas personas que conservan la lengua ixcateca en su memoria, y al equipo lingüístico que hizo la transcripción de cada nombre para poder escribirlo en las tarjetas. Como muchas otras lenguas, el ixcateco usa sonidos que no tienen representación en el alfabeto que usamos para escribir el español. Su escritura ha sido practicada por muy pocos ixcatecos (Swanton, 2008) y no existe una forma consensuada de cómo debe escribirse. Por lo tanto, representarlo con escritura en un material dirigido a un público general usando símbolos que los hablantes y lectores del español pudieran relacionar con sonidos conocidos (como A, E, I, O y U), no fue una labor trivial.

Además de los nombres en español e ixcateco, se crearon adivinanzas en forma de versos que se pueden usar como la “cantada” que tradicionalmente acompaña la presentación de los elementos de la lotería durante el juego. Cada adivinanza buscó capturar significados y saberes locales. Por ejemplo, la “venturilla” (*Pyrocephalus*

rubinus) es un ave pequeña de pecho, garganta y cresta rojos (sólo los machos), relativamente común en Ixcatlán, y forma parte de los 54 elementos de la lotería. Durante las entrevistas documentadas por los etnobiólogos, algunas personas comentaron que cuando una de estas aves presenta el pecho, indica buena fortuna. Esta información se utilizó para construir el verso correspondiente: “Es chiquito y de color rojo fuerte, si te enseña el buche, te trae la suerte”. El contenido y sentido de cada adivinanza fue corroborado por diversos grupos de personas de Santa María Ixcatlán.

Por otra parte, las imágenes que ilustran los 54 elementos fueron hechas, en su mayoría, por 11 pobladores de Ixcatlán entre nueve y 52 años de edad que respondieron a una invitación abierta para contribuir con dibujos para la lotería y participar en una exposición de dibujos. En total se recibieron 119 dibujos de 26 personas entre 4 y 52 años de edad. Todos estos dibujos fueron expuestos en la fachada de la presidencia municipal y los participantes fueron reconocidos en el mismo evento cultural donde se premió a los ganadores del concurso de fotografía.

Los nombres, adivinanzas e ilustraciones se conjuntan en el libro “Patrimonio biocultural ixcteco” que también contiene descripciones breves de cada elemento, su papel en la vida de los ixcatecos y su importancia ecológica (Rangel-Landa *et al.*, 2016b). Además, ofrece una explicación del origen y objetivo de los materiales de juego y presenta información general sobre Ixcatlán y su territorio.

Finalmente, el juego se complementa con audios de los diez hablantes del ixcateco diciendo los nombres de cada elemento en su lengua, además de las voces de hombres, mujeres y niños de la comunidad diciendo los nombres y las adivinanzas en español. Los audios fueron entregados a la comunidad en discos compactos y están disponibles para su consulta y descarga gratuita en el repositorio del Laboratorio Nacional de Materiales Orales (LANMO) de la ENES, UNAM campus Morelia en el sitio <http://www.lanmo.unam.mx/repositorio.php>.

En suma, “Patrimonio Biocultural Ixcateco: lotería, memorama y libro” se trata de un paquete de materiales que permiten jugar lotería y memorama, acompañados de un libro que presenta una muestra del patrimonio biocultural ixcateco. Incluye 12 tableros de lotería y dos juegos de tarjetas, uno con los nombres de los elementos en español y

otro con nombres en ixcateco. Así, las tarjetas permiten jugar un memorama clásico en el que se busca juntar pares de imágenes, pero también permite asociar los nombres de cada elemento en ambas lenguas. Las dos versiones de las tarjetas también dan la posibilidad de jugar la lotería “cantando” los nombres tanto en español como en ixcateco.

Desde sus inicios, la obra se construyó bajo el principio del diálogo de saberes, dando como resultado un material que presenta saberes y creatividad de diversos sectores de la comunidad ixcateca, etnobiólogos y lingüistas. Para aumentar su accesibilidad y difusión, además de la versión impresa, el material se encuentra disponible en versión digital que se puede descargar gratuitamente en el sitio: <http://www.iies.unam.mx/comunicacion-cientifica/materiales-disponibles//>.

Más allá de ser una promesa de entretenimiento, el material de juegos representa un instrumento lúdico para promover la convivencia y transmisión del conocimiento ixcateco. Este puede ser usado como herramienta de apoyo para los esfuerzos de revitalización de la casi extinta lengua ixcateca, las tradiciones locales y para la difusión de la biodiversidad que alberga el territorio. Además puede fungir como una ventana que permite mirar desde afuera a una parte importante del patrimonio biocultural de México.

Para terminar...

Además de tener objetivos académicos, el trabajo de documentación etnobiológica buscó revalorar y dar a conocer la relación del pueblo ixcateco con su territorio, reflejada en su conocimiento sobre la biodiversidad y la manera en que está integrada a su forma de vivir. Si bien inicialmente se le dio prioridad al conocimiento que se conserva en ixcateco, los recorridos dejaron claro que, a pesar de la trágica supresión de su lengua (así como muchas de las lenguas de los pueblos originarios de México), el pueblo de Ixcatlán resguarda y hace uso de un amplio conocimiento de la naturaleza que ahora se transmite fundamentalmente en español. Seguramente esto refleja una cotidianidad que se mantiene estrechamente ligada a los recursos que ofrece su territorio, como pudimos constatar durante nuestra convivencia con la comunidad ixcateca. Sin embargo, esto no

minimiza la pérdida de conocimiento e historia que se codifica en una lengua. Por ejemplo, entre las diversas especies de abejas y avispas que aprovechan los ixcatecos se encuentra una que actualmente llaman “trompetilla” , la abeja sin aguijón *Plebeia frontalis*. Ese nombre es usado en diversas partes de México para referirse a distintas especies de abejas sin aguijón que tienen panales con entradas en forma de trompeta. El nombre en ixcateco de esta trompetilla es “*Uratzjensi*” que se puede traducir como “abeja (de miel) agria”, o cariñosamente, como “mielecita agria” (Figura 2). Mientras que el nombre en español contiene información biológica, el nombre en ixcateco codifica otro tipo de información asociada con su uso comestible, pues describe el sabor de la miel de esa abeja y sabemos que se consume en Ixcatlán. *Uratzjensi* lleva plasmada una historia particular de la relación de los ixcatecos con ese animal. Otro ejemplo similar se encuentra en *Anoda cristata* (Figura 4), una planta conocida localmente como “violeta” debido al color de su flor. Sin embargo, en el ixcateco, la planta se llama “*nyiya ñundu*” que significa “quelite baboso”. Esta planta suele hervirse para comerla como sopa o caldo con bolas de masa de maíz, o con salsa en tortillas. Después del hervido, el *nyiya ñundu* adquiere una consistencia mucilaginosa o “babosa” y, de ahí, su nombre. Parte de la tragedia del ixcateco reside en que el sentido de estas “palabras-historias” se pierde cuando se silencia una lengua. Tal vez por eso Doña Rufina Álvarez, una de las últimas hablantes de ixcateco, siempre quería ser entrevistada junto con alguien más, pues los entrevistadores no hablábamos ixcateco y entonces le parecía raro, sin sentido, platicar sola.

El proyecto en Ixcatlán nos ha dejado innumerables aprendizajes relacionados con la forma de hacer investigación etnoecológica y documentación lingüística, así como la importancia y valor de lograr colaboraciones multidisciplinarias y “multicomunitarias” (pensando al equipo de investigadores como una pequeña comunidad académica que colaboró con la comunidad de Ixcatlán en actividades de interés común). Nos permitió relacionar información lingüística y biológica que potenció notablemente lo que pudimos aprender sobre el conocimiento ixcateco y su riqueza biocultural. Lo anterior fue posible, en gran medida, gracias a que como equipo pudimos ampliar nuestra interacción con la comunidad ixcateca en general (hablantes y no hablantes del ixcateco), estableciendo

relaciones desde distintas visiones y perspectivas de trabajo que nos dieron acceso a múltiples sectores de la población (hombres y mujeres adultos, jóvenes y niños) y diversos aspectos de su vida y su territorio. Pero el proceso también ha presentado retos importantes, que hasta la fecha seguimos resolviendo. Uno de ellos ha sido el desarrollo de un esquema ágil de manejo conjunto de los datos lingüísticos y etnobiológicos, de modo que se facilite su accesibilidad y análisis sin depender de la disponibilidad de colegas particulares. Para los etnobiólogos, la información obtenida en ixcateco es prácticamente inaccesible sin la ayuda necesaria de un lingüista para traducirla y ese proceso no es fácil, y mucho menos rápido. El otro gran reto es encontrar formas de sostener el acompañamiento y trabajo con la comunidad de Ixcatlán en unísono con el quehacer académico. Esto se dificulta frente a la baja sensibilidad de los sistemas de evaluación académica y los programas de financiamiento a proyectos de investigación, los cuales dan mayor importancia a las investigaciones por su impacto ante la comunidad académica (a través de publicaciones especializadas) y soslayan el compromiso y resultados ante las comunidades donde las realizamos. Esperamos que nuestra experiencia de trabajo sirva para resaltar la importancia del patrimonio biocultural ixcateco, para también la relevancia de proyectos como el que nos permitió documentarlo y promoverlo.

Agradecimientos ;Skanaari!

Agradecemos a la comunidad de Santa María Ixcatlán que, más allá de dar su consentimiento para la realización del proyecto de investigación, han sido colaboradores, amigos y maestros. De forma especial agradecemos a las autoridades municipales y ejidales que apoyaron todas las actividades, a las maestras Lilia Zarate Mendoza, Leticia Reyes Ruiz, Viridiana Castillo Martínez y el maestro Ramiro R. Herrera Rodríguez de la escuela primaria y el jardín de niños que incentivaron y apoyaron la elaboración de los materiales de divulgación. A los 10 hombres y mujeres hablantes de ixcateco que compartieron sus memorias con nosotros y, finalmente, a los amigos que con entusiasmo y orgullo nos compartieron su día a día, tradiciones y nos guiaron por el territorio

ixcateco y a quienes desinteresadamente os compartieron sus fotografías o colectaron plantas y animales.

Agradecemos a Leonor Solís Rojas, Andrea Pérez Aguilera y Carlos Villaseñor Zamorano, quienes se sumaron al equipo de trabajo para la elaboración de la obra Patrimonio Biocultural Ixcateco. A José Rosario Martínez y Francisco Javier Rendón Sandoval por compartir las fotografías para las figuras de este trabajo.

También damos las gracias a todos los compañeros que nos han apoyado en el trabajo de campo y gabinete, especialmente a Manuel Emiliano González, Daniela de la Torre y Ana Smith. A Claire Auzias por su apoyo en la organización y depósito de fotografías de fauna en la plataforma "Naturalista" (<http://www.naturalista.mx/>). A CONBIODES A.C. por compartir el registro fotográfico del sistema comunitario de monitoreo de fauna de Santa María Ixcatlán. Así como a los taxónomos que nos brindaron auxilio en la determinación de plantas y animales.

Financiamiento

Agradecemos a *Hans Rausling Endangered Language Project* y la Fundación Alfredo Harp Helú Oaxaca - Fundación UNAM (proyecto IE-282.311.190), que apoyaron la primera etapa de este proyecto (2010-2012). A CONACYT (Proyecto CB-2013-01-221,800), PAPIIT UNAM (proyecto IN209214), por su apoyo para el trabajo de campo que ha permitido darle continuidad a la colaboración con la Comunidad de Santa María Ixcatlán. A la Red Temática: Productos Forestales No Maderables del CONACYT, la Fundación Alfredo Harp Helú Oaxaca y el Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México por sus aportaciones para la impresión del material "Patrimonio biocultural ixcateco: lotería, memorama y libro". Al Laboratorio Nacional de Materiales Orales de la UNAM por su apoyo en la edición de los audios, la producción del disco que fue entregado a la comunidad y apoyo para hacer públicos estos materiales.

Fuentes consultadas

- BERKES, Fikret, Colding, Johan y Folke, Carl. (2000). "Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management". *Ecological Applications* 10(5): 1251-1262.
- BOEGE, Eckart. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México*. México, D. F.: Instituto Nacional de Antropología e Historia & Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- CASAS, Alejandro y Parra Fabiola. (2007). Agrobiodiversidad, parientes silvestres y cultura. *LEISA revista de agroecología* 23 (2): 5-8.
- CASAS Alejandro, Camou Andrés, Rangel-Landa Selene, Solís Leonor, Torres Ignacio, Delgado-Lemus América, Moreno-Calles Ana Isabel, Vallejo Mariana, Guillén Susana, Blancas José Juan, Parra Fabiola, Aguirre Xitlali, Farfán-Heredia Berenice, Arellanes Yaayé y Pérez-Negrón Edgar (2014). Manejo tradicional de biodiversidad y ecosistemas en Mesoamérica: El Valle de Tehuacán. *Investigación Ambiental. Ciencia y Política Pública* 6(2): 23-44.
- CASAS Alejandro, Lira Rafael, Torres Ignacio, Delgado-Lemus América, Moreno-Calles Ana Isabel, Rangel-Landa Selene; Blancas José, Solís Leonor, Pérez-Negrón Edgar, Vallejo Mariana, Parra Fabiola, Farfán-Heredia Berenice, Arellanes Yaayé (2016). Ethnobotany for sustainable ecosystem management: A regional perspective in the Tehuacán Valley. En: Lira, Rafael, Casas Alejandro y Blancas José (Eds.). *Ethnobotany of Mexico. Interactions of peoples and plants in Mesoamerica*. Capítulo 8 Springer, Utrecht, Holanda.
- CASAS, Alejandro, Parra Fabiola, Aguirre-Dugua Xitlali, Rangel-Landa Selene, Blancas José, Vallejo Mariana, Moreno-Calles Ana Isabel, Guillén Susana, Torres Ignacio, Delgado-Lemus América, Pérez-Negrón Edgar, Figueredo Carmen Julia, Cruse-Sanders J. M., Farfán-Heredia Berenice, Solís Leonor, Otero-Arnaiz A., Alvarado-Sizzo Hernán y Camou-Guerrero Andrés (2017). Manejo y domesticación de plantas en Mesoamérica. Una estrategia de investigación. Capítulo 3. En: Casas, Alejandro, Torres-Guevara Juan y Parra Fabiola (Eds.). *Domesticación en el Continente Americano. Volumen 2. Perspectivas de investigación y manejo sustentable de recursos genéticos en el Nuevo Mundo*. Universidad Nacional Autónoma de México /Universidad Nacional Agraria La Molina / CONACYT, Morelia, Michoacán, México.

- COSTAOUËC, Denis y Swanton Michael (2015). Classification nominale en ixcatèque. *La Linguistique* 51(2):201-238.
- DÁVILA, Patricia María Del Coro, Valiente-Banuet, Alfonso, Villaseñor, José Luis, Casas, Alejandro y Lira, Rafael (2002). "Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico". *Biodiversity and Conservation* 11:421-442.
- GADGIL, Madhav, Berkes Flikert y Folke Carl (1993). Indigenous knowledge for biodiversity conservation. *Ambio*, 22(2-3): 151-156.
- IIES, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas UNAM (2017a). Armando Alvarado-Productor de Mezcal, Primera Reunión Nacional de Manejadores de Maguey Forestal, Ciudad de México, febrero de 2015. Web.
<https://www.youtube.com/watch?v=mrnbeWiMIsw&list=PLRteT01IZQvpRnX8yPa0T777imIpVDzGv&index=15>. [Último acceso: 20-10.2017].
- IIES, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas UNAM (2017b). Armando Alvarado-Productor de Mezcal, Intercambio de experiencias, Santa María Ixcatlán mayo de 2016. Web.<https://www.youtube.com/watch?v=A7mojMmJ0FE>. [Último acceso: 20-10.2017].
- KIRCHOFF, Paul (1943). Mesoamérica. *Acta Americana*, 1: 92-107.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2015). "Tabulados predefinidos, Oaxaca". En: *Encuesta Intercensal* 2015. Web.
<http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/?init=1>.
 [Último acceso: 30.04.2007].
- Instituto Nacional de Lenguas Indígenas, INALI (2008). "Catálogo de lenguas indígenas nacionales: variantes lingüísticas de México con sus autodenominaciones y referencias geoestadísticas". *Diario Oficial de la Federación*. Ciudad de México: Lunes 14 de enero de 2008: Primera sección: 31-112.
- MOLINA, Mario (2010). *La recuperación de la lengua xuani-ixcateca de Oaxaca a través del video*. México: CEDELIO, FAHHO.

- MAFFI, Luisa (2007). Biocultural diversity and sustainability. En: Pretty J., Ball A., Benton T., Guivant J. Lee D.R., Orr D. y Pfeffer M. (Eds.). *Ward H. Handbook of environment and society*. Londres: Sage Publishing, 267-277.
- NAVA, Clara y Romero Monzerrat (2007). *Ixcatecos, pueblos indígenas del México contemporáneo*. México, D.F.: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- RANGEL-LANDA, Selene y Lemus, Ricardo (2002). *Aspectos etnobotánicos y ecológicos de los recursos vegetales entre los ixcatecos de Santa María Ixcatlán, Oaxaca*. Tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia.
- RANGEL-LANDA, Selene, Rivera-Lozoya Erandi y Casas Alejandro (2014). Uso y manejo de las palmas *Brahea* spp. (Arecaceae) por el pueblo ixcateco de Santa María Ixcatlán Oaxaca, México. *Gaia Scientia*, 2014(2): 62–78.
- RANGEL-LANDA, Selene 2016a. Forma en que se analizan los datos del monitoreo de maguey, Intercambio de experiencias “manejo comunitario de recursos naturales para la producción de mezcal”, 10 al 12 de octubre de 2015. Web. <https://www.facebook.com/selene.rangellanda/videos/1729788067301827/?query=maguey>. [Último acceso: 20-10.2017].
- RANGEL-LANDA, Selene 2016b. Intercambio de Experiencias sobre el manejo campesino de magueyes mezcaleros que se realizó en Santa María Ixcatlán los días 17 y 18 de mayo de 2016. Web. <https://www.facebook.com/selene.rangellanda/posts/1726349204312380>. [Último acceso: 20-10.2017].
- RANGEL-LANDA, Selene, Casas, Alejandro, Rivera-Lozoya, Erandi, Torres-García, Ignacio, y Vallejo-Ramos, Mariana (2016a). “Ixcatec ethnoecology: plant management and biocultural heritage in Oaxaca, Mexico”. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 12, 30: 1-83.
- RANGEL-LANDA, Selene, Smith-Aguilar Sandra Elizabeth, Rivera-Lozoya Erandi, Swanton Michael Walter, Casas Alejandro, Solís Leonor, Pérez Andrea y Villaseñor Carlos

- (2016b). *Patrimonio biocultural ixcateco*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- RANGEL-LANDA, Selene, Casas Alejandro, García-Frapolli Eduardo y Lira Rafael (2017). Socio-cultural and ecological factors influencing management of edible and non-edible plants: The case of Ixcatlán, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 13:59.
- SÁNCHEZ, Miguel (2012). “Patrimonio biocultural de los pueblos originarios de Chiapas: retos y perspectivas”. En: Ávila, Agustín. y Vásquez Luis Daniel (Coord.). *Patrimonio biocultural, saberes y derechos de los pueblos originarios*. México: CLACSO: 83-98.
- SIMONS, Gary F. y Fennig Charles. D (eds.) (2017). *Ethnologue: Languages of the World, Twentieth edition*. Dallas, Texas: SIL International. 2017. Web <http://www.ethnologue.com>. [Último acceso 30.04.2017].
- SWANTON, Michael (2008). “La escritura indígena como “material lingüístico”. Una carta en lengua ixcateca al presidente Lázaro Cárdenas”. En: Doesburg Sebastian van (ed.). *Pictografía y escritura alfabética en Oaxaca*. Oaxaca: Instituto Estatal de Educación Publica de Oaxaca: 353–387.
- TOLEDO, Víctor Manuel (2002). Etnoecology: A conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature. En: Steep, John Richard. (ed.). *Ethnobiology and cultural diversity. USA: International Society of Ethnobiology*: 511–522.
- TOLEDO, Víctor Manuel y Barrera-Bassols Narciso (2008). *La Memoria Biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona: Icaria Editorial.
- TOLEDO, Víctor Manuel, Boege Eckard y Barrera-Bassols Narciso (2010). The biocultural heritage of Mexico: an overview. *Langscape* 2:8–13.
- VALLEJO, Mariana, Casas Alejandro, Blancas José, Moreno-Calles Ana Isabel, Solís Leonor, Rangel-Landa Selene, Dávila Patricia y Téllez Oswaldo (2014). Agroforestry systems in the highlands of the Tehuacán Valley, Mexico: indigenous cultures and biodiversity conservation. *Agroforestry Systems* 88:125-140.
- VILLASEÑOR, José Luis. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87:559–902.

FIGURAS

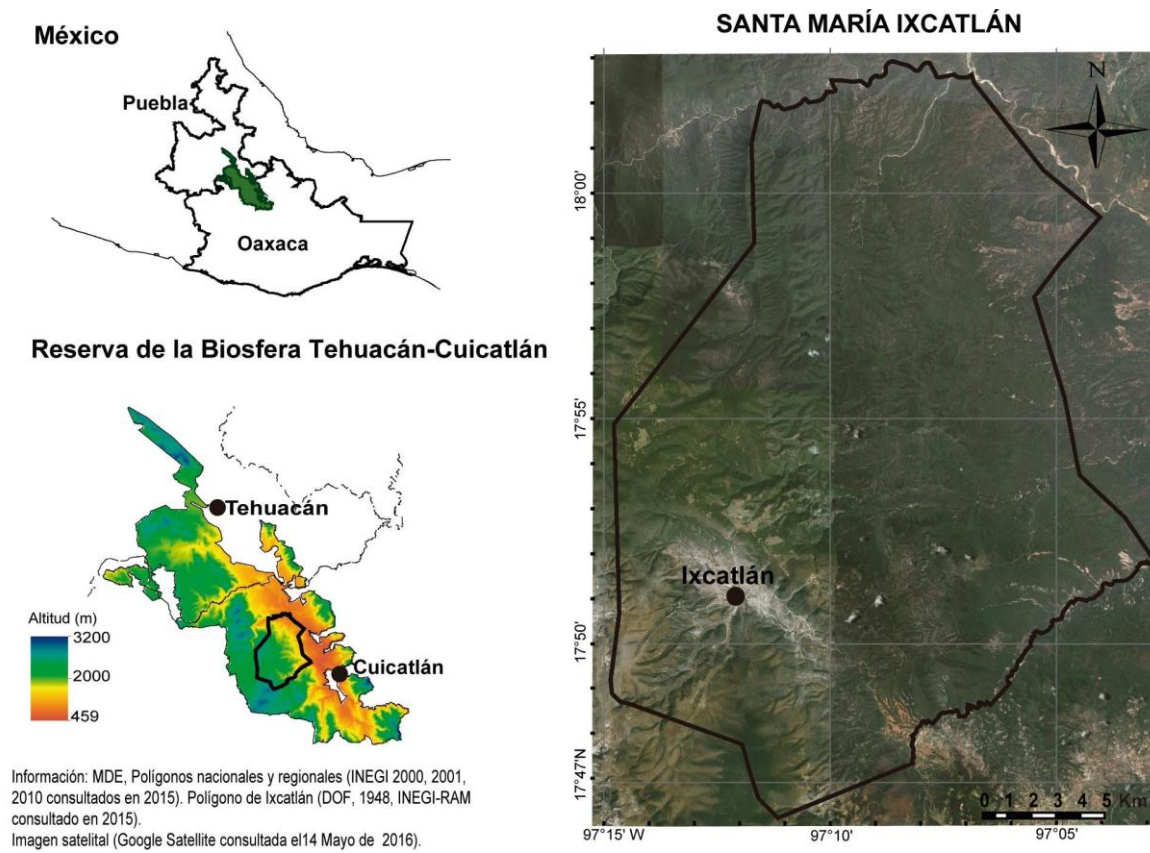


Figura 1. Localización de Santa María Ixcatlán, Oaxaca, en la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán en el centro de México.

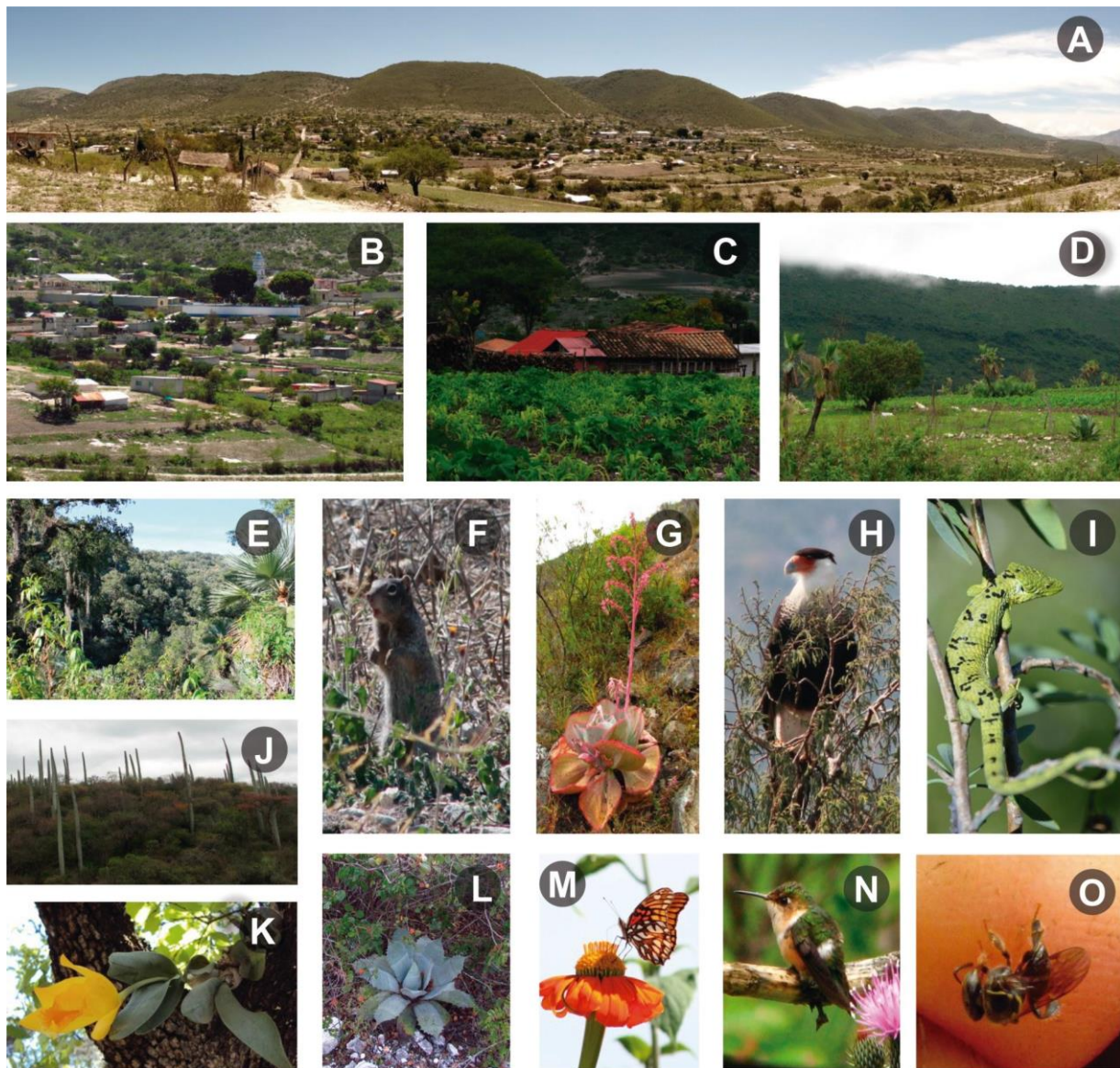


Figura 2. Biodiversidad y unidades ambientales en Santa María Ixcatlán. **A.** Vista del poblado de Santa María Ixcatlán y cerros circundantes en la parte norte. **B.** Noreste del poblado mostrando huertos de traspatio en donde se practica agricultura y se mantiene un gran número de especies de plantas. **C.** Terreno de siembra dentro de patio de una casa. **D.** Terreno de cultivo donde se practica la agricultura de temporal. **E.** Bosque de encino en la zona de “Tierra fría” de la comunidad. **F.** *Otospermophilus variegatus*, conocida en Ixcatlán como comadreja. **G.** Lengua de vaca (*Echeveria gigantea*). **H.** Quebrantahuesos (*Caracara cheriway*). **I.** *Abronia mixteca* conocido como escorpión (foto: José Rosario Martínez). **J.** Cardonal de *Cephalocereus columna-trajani*, cactus

columnar conocido como soldadillo; vegetación de la zona de “tierra caliente”. **K.** Monjita amarilla (*Euchile karwinskii*), especie de orquídea apreciada y manejada por su uso ceremonial (foto: José Rosario Martínez). **L.** Maguey papalomé (*Agave potatorum*) usado para la preparación de mezcal y alimento, entre otros usos. **M.** Mariposa (*Dione moneta*) sobre una flor de cahual rojo (*Tithonia rotundifolia*) cultivado en los huertos. **N.** Chupamirto (*Tilmatura dupontii*). **O.** Abeja sin aguijón *Plebeia frontalis*, conocida localmente como trompetilla.



Figura 3. Relación humano-naturaleza en Ixcatlán. **A.** Alejandra Martel regando sus plantas, una de las labores de mantenimiento plantas en los traspatios. **B.** Mujeres ixcatecas tejiendo sombreros de palma (*Brahea dulcis*) mientras esperan a ser atendidas en la oficina del comisariado de bienes comunales. **C.** Preparación de hongo amarillo para su consumo (*Amanita caesaria* complex). **D.** Levantamiento del arco elaborado con las bases foliares de cucharilla (*Dasyilirion serratifolium*) y hojas de jarrilla (*Tillandsia*

grandis), para el recibimiento de los “Peregrinos en las posadas”. **E.** Simitrio Mendoza “Benenciado” del mezcal para identificar el corte del proceso de destilación. **F.** Pedro Salazar (hablante de ixcateco) elaborando “Rosas” de sotol (*Beaucarnea stricta*) para adornar la cruz de la entrada de su casa en la celebración de “Todos Santos” (31 de octubre al 02 de noviembre). **G.** Preparación de velas de cera de “enjambre” (*Apis mellifera*) recolectada especialmente para la celebración de Todos Santos. **H.** Preparación de barbacoa en horno de tierra envuelta con hojas de maguey cimarrón (*Agave salmiana* var. *ferox*). **I.** Elva Flores mostrando su huerto y cosechando nopalitos para la comida. **J.** Leobarda Jiménez raspando el maguey para obtener pulque. **K.** Manojos de palma (*Brahea dulcis*) adornado con monjita amarilla para bendecirlo el Domingo de Ramos.

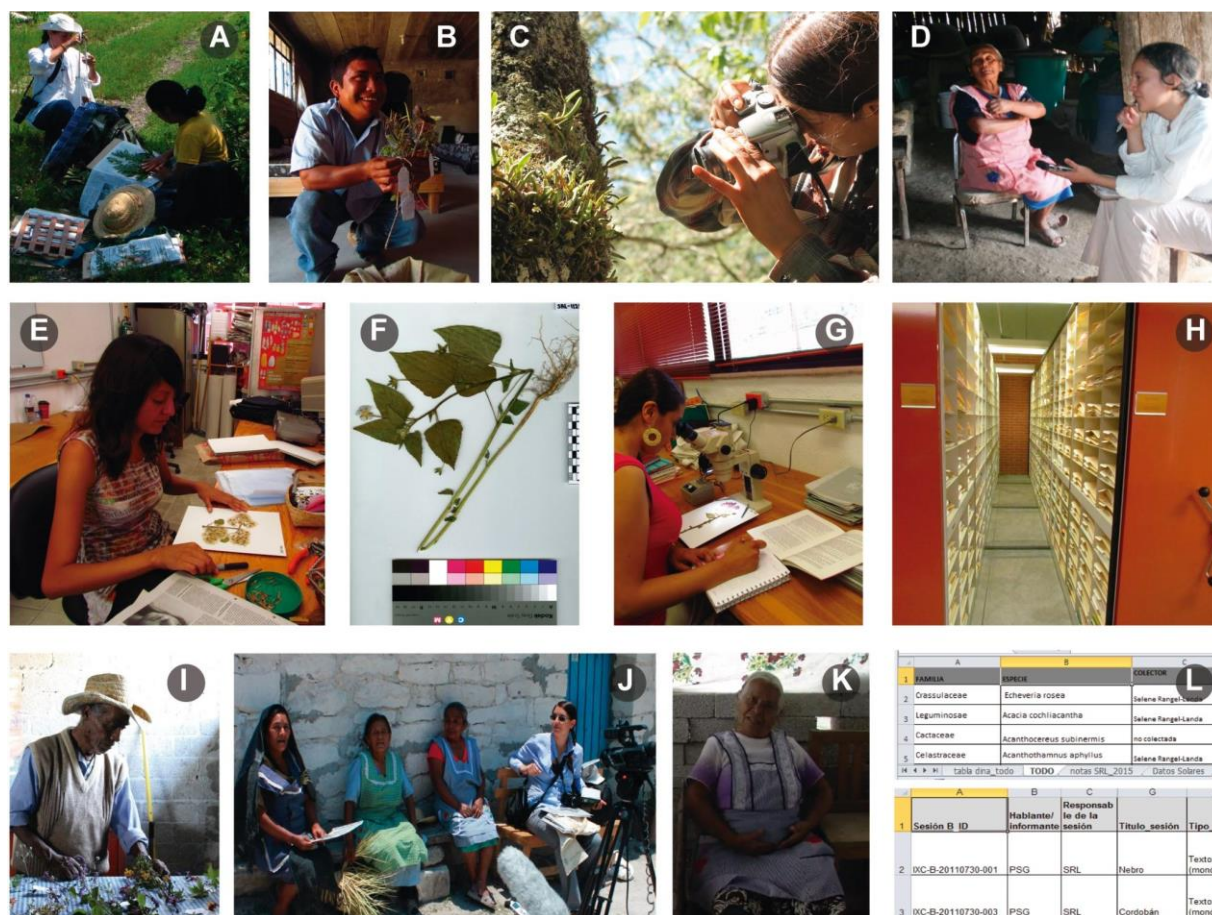


Figura 4. Flujo de trabajo etnobotánico. **A.** Prensado de ejemplares vegetales durante un recorrido por el territorio ixcateco **B.** Rosario Jiménez (ixcateco) comentando sobre sus

colectas. **C.** Selene Rangel (equipo etnobiólogos) haciendo la documentación fotográfica de ejemplares vegetales en campo **D.** Erandi Rivera (equipo etnobiólogos) entrevistando a Juana Martínez (hablante de ixcateco) sobre el consumo de recursos naturales. **E.** Luz García montando ejemplares secos para ser usados como estímulos en entrevistas con los hablantes de ixcateco. **F.** Ejemplar escaneado de violeta (*Anoda cristata*) para el acervo digital de ejemplares botánicos. **G.** Determinación de ejemplares botánicos con el uso de claves. **H.** Estantes del Herbario Nacional MEXU, colección científica en donde fueron entregados los ejemplares botánicos. **I.** Cipriano Ramírez revisando muestras de plantas durante una sesión de grabación en ixcateco **J.** Juana Martínez (izquierda), Juliana Salazar (centro) y Felicita Martínez (derecha) conversando en español e ixcateco sobre una planta a partir de un ejemplar previamente prensado, secado y preparado. **K.** Rufina Álvarez platicando sobre “Cómo se acomodan las criaturas”, tratamiento que ha realizado a varias mujeres de la comunidad como parte de su labor de médico tradicional y partera. **L.** Todas las entrevistas fueron transcritas y la información sistematizada en bases de datos.



Figura 5. Documentación etnozoológica. **A.** Rosario Jiménez (ixcateco) muestra a Sandra Smith (equipo etnobiólogos) una avispa encontrada durante un recorrido por el territorio ixcateco. **B** Alberto Hernández habla sobre el armadillo tras encontrar restos durante un recorrido. **C** Niños de Sta. María Ixcatlán conversan observando algunos insectos colectados en el pueblo. **D.** Pedro Salazar hace comentarios en ixcateco sobre un ave, a partir de una fotografías tomada durante los recorridos en Ixcatlán. **E.** Fotografía de una venturilla (*Pyrocephalus rubinus*) tomada en Ixcatlán. **F.** Examinando un individuo de mimeagua (*Brachygastra* sp.) colectado por un joven de Ixcatlán. **G.** Imágen de *Orthemys ferruginea* que permitió su identificación por parte de un especialista. **H.** Miguel Cerqueda mostrando los insectos que colectó en su pueblo. **I.** Gregorio Hernández (ixcateco) conversando con Sandra Smith sobre insectos colectados en Ixcatlán. **J** Nicolás Jiménez muestra panales de mimeagua, apreciada por su miel y sus larvas que se consumen tostadas al comal.



Figura 6. Etapas de trabajo para la elaboración de la obra Patrimonio Biocultural Ixcateco: lotería, memorama y libro. Los procesos de trabajo se pueden agrupar en tres etapas: formación del grupo multidisciplinario; documentación lingüística y etnobiológica; y divulgación de la ciencia y patrimonio biocultural.

PRIMER LUGAR DEL CONCURSO



**“La América en un 15 de septiembre
en la presidencia municipal”
José Rosario Martínez**

Tercer lugar de la categoría de animales



**“Chiquitones sobre un órgano en el pueblo”
Andrés Herrera**

**Segundo lugar de la categoría de objetos
históricos y tradiciones**



**“Vestigios de los antepasados”
Jorge Hernández Velasco**

Figura 7. Algunas fotografías ganadoras del concurso “Diversidad y Cultura de Santa María Ixcatlán”.



Figura 8. Intercambio de experiencias “Conservación del Patrimonio Biocultural” . **A, B y C.** Visita guiada al Jardín Etnobotánico de la ciudad de Oaxaca incluyendo su herbario (**A**). **D, E.** Visita guiada al Centro Académico y Cultural San Pablo. **F.** Exploración por el Jardín Botánico Comunitario “Helia Bravo Hollis”, Zapotitlán Salinas, Puebla. **G.** Visita al Vivero Comunitario de Caltepec donde se cultiva maguey *papalomé* y otras plantas de importancia económica en la región del Valle de Tehuacán, Puebla. **H.** Charla con los encargados de la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) “Cutha” para la recuperación de poblaciones silvestres y producción de plantas de ornato nativas de Zapotitlán Salinas y la región, Puebla. **I.** Visita guiada por el Museo del Agua, la Casa del Amaranto Quali, y Ecotecnologías para la optimización del uso del agua y la energía en San Gabriel Chilac, región Tehuacán, Puebla. **J.** Presentación de los asistentes de a las salidas, compartiendo con su comunidad los aprendizajes, experiencias y propuestas en torno a la conservación y manejo del patrimonio biocultural (**J**).



Figura 9. Elaboración de la obra “Patrimonio Biocultural Ixcateco: lotería, memorama y libro”. **A.** Charla con los niños de la primaria invitándolos a participar haciendo dibujos para la lotería y memorama. **B.** Reunión con habitantes de Santa María Ixcatlán interesados en participar en el proyecto de la lotería y memorama, en la que se definieron los 54 elementos incluidos. **C.** Exposición de dibujos para la lotería en el pasillo de la Presidencia Municipal. **D.** Don Dionisio revisando los contenidos del libro. **E.** Empaque de la obra “Patrimonio Biocultural Ixcateco: Lotería, Memorama y Libro”. **F, G.** Presentación y entrega de la obra a la comunidad el 18 de septiembre de 2016, la cual fue celebrada jugando a la lotería en la cancha de básquetbol de la Presidencia Municipal de Santa María Ixcatlán. **H** ¡Cuáchacúnà! ¡Ya gané!, primera ganadora del juego de la lotería ixcateca. Fotografías F, G, H: Francisco Javier Rendón Sandoval).

PATRIMONIO BIOCULTURAL IXCATECO

de la comunidad de
Santa María Ixcatlán
Oaxaca • México



PATRIMONIO BIOCULTURAL IXCATECO

DE LA COMUNIDAD DE
SANTA MARÍA IXCATLÁN
OAXACA • MÉXICO



PATRIMONIO BIOCULTURAL IXCATECO DE LA COMUNIDAD DE SANTA MARÍA IXCATLÁN, OAXACA, MÉXICO

Coordinación editorial

Selene Rangel Landa / Leonor Solís Rojas

Investigación

Selene Rangel Landa
Sandra Elizabeth Smith Aguilar
Erandi Rivera Lozoya
Michael Walter Swanton
Alejandro Casas Fernández

Coordinación de Comunicación de la Ciencia y Diseño

Leonor Solís Rojas

Diseño

Andrea Pérez Aguilera / Carlos Villaseñor Zamorano

Corrección de textos

Thalía Servín Chávez

Universidad Nacional Autónoma de México

Primera edición, 2016

© D.R. Universidad Nacional Autónoma de México

ISBN 978-607-02-9321-4

Impreso y hecho en México

Rangel-Landa, S., S.E. Smith-Aguilar,
E. Rivera-Lozoya, M.W. Swanton, A.
Casas, L. Solís, A. Pérez y C. Villaseñor.
2016. Patrimonio biocultural ixcateco.
Universidad Nacional Autónoma de
México. México.



AGRADECIMIENTOS

Comunidad de Santa María Ixcatlán

Poseedora y recreadora del conocimiento tradicional
e información original aquí presentada.

Entidades locales

H. Ayuntamiento de Santa María Ixcatlán, Oaxaca, México.
Comisariado de Bienes Comunes de Santa María Ixcatlán.
Escuela Primaria "Ignacio Zaragoza" clave 20DPR1158Q.
Jardín de Niños "Lic. Benito Juárez" clave 20DCC1291R.

Financiamiento

Fundación Fundación Alfredo Harp Helú Oaxaca, A.C.
Fundación UNAM, A.C.
Hans Rausing Endangered Languages Project,
School of Oriental and Asian Studies, Inglaterra, MDP0214.
Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica,
UNAM, proyecto IN209214.
CONACYT, Proyecto CB-2013-01-221800
Red Temática Recursos Forestales No Maderables, CONACYT
Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM

Instituciones académicas

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad,
UNAM campus Morelia, México
Universidad de París V-René Descartes, Francia
Biblioteca de Investigación Juan de Córdoba, Oaxaca, México



Personas que apoyaron la realización de este libro

Abel Cerqueda Salazar
Adrián Mendoza Bazán
Alberto Hernández Rosales
Alitzel Herrera Reyes
Alma Patricia Valdivia Flores
Amando Alvarado Álvarez
Amando Alvarado Jiménez
Andrea Pérez Aguilera
Araceli Velazco Javier
Berenice Jiménez Cerqueda
Carmina Merino Cortés
Cipriano Ramírez Guzmán
Citlali Javier Guzmán
Diego Emerson González Zárate
Dulce Regina Cerqueda Martel
Edgar Javier Velazco
Erick Antonio Hernández Avendaño
Esteban Valdivia García
Felicita Martínez Guzmán
Gregorio Hernández García
Guillermo Valdivia Flores
Irma Álvarez Jiménez
Isabel Andrea Herrera Jiménez
Itzel Yarezi Álvarez Ramírez
Jesús Javier Velazco
Jorge Hernández Velazco
José Alexander López Dorantes

José Cupertino Mendoza Herrera
José Daniel Martínez Martínez
José Edgar Bautista Cerqueda
José Rosa Álvarez Guzmán
José Rosario Jiménez Salazar
José Rosario Martínez
Juan Carlos Velazco Javier
Juana Guzmán Salazar
Juana Martínez Guzmán
Julián Castellanos Amador
Juliana Salazar Bautista
Leticia Reyes Ruiz
Lilia Zarate Mendoza
Lucero Álvarez Ramírez
María Patrocina Salazar Gutiérrez
Marissa Yatana Flores Romero
Miguel Ángel Cerqueda Álvarez
Pedro Salazar Gutiérrez
Petra Rodríguez
Ramiro R. Herrera Rodríguez
Rubert Imanol Herrera Reyes
Rufina Álvarez Robles
Sandra Smith Aguilar
Sariah Morales Guzmán
Viridiana Castillo Martínez
Xani Hernández Castillo
Yesica Noemí Cerqueda Herrera

Botánicos, zoólogos y micólogos que han contribuido al conocimiento de la biodiversidad de Santa María Ixcatlán

Aarón Rodríguez Contreras
Abisaí Josué García Mendoza
Alejandro Casas Fernández
Alejandro Reyes González
Alfonso Valiente Banuet
Ana Rosa López Ferrari
Anna Paizanni Guillén
Claudio Delgadillo Moya
Darisol Pacheco Rivera
Eduardo Ruíz Sánchez
Manuel Emiliano González Arévalo
Emmanuel Pérez Calix
Ernesto Velázquez Montes
Erandi Rivera Lozoya
Gerardo A. Salazar Chávez
Guadalupe Cornejo Tenorio
Guillermo Ibarra Manríquez
Ignacio Torres García
Jorge Mérida
José Luis Villaseñor Ríos
Juan Ismael Calzada
Luz Elena García Martínez

Luz María González Villarreal
María de los Ángeles Herrera
Mariana Vallejo Ramos
Mariano Torres Gómez
Mario Adolfo Espejo Serna
Mauricio Antonio Mora Jarvio
Noemí Arnold
Omar Hernández Ordoñez
Oswaldo Téllez Valdés
Pablo Carrillo Reyes
Philippe Sagot
Rafael Lira Saade
Ricardo Lemus Fernández
Rosalinda Medina Lemos
Rosario Redonda Martínez
Salvador Arias
Sandra E. Smith Aguilar
Selene Rangel Landa
Sergio Zamudio Ruíz
Susana Valencia Ávalos
Verónica Juárez Jaimés
Victor W. Steinmann

CONTENIDO


10	PATRIMONIO BIOCULTURAL IXCATECO		70	Los quelites	Nyiya
			72	El sabino	Yachjen indà
			74	El saltapared	Undyuxe chuma
18	Doroteo Jiménez Salazar	Animà Dorotéó	76	El Sansón	Nyexú
20	El águila	Uyája	78	La casa	Nyi'a
22	El burro	Ubúrrú	80	El tejón	Urrate
24	El capichi	Uchiñù	82	El tembolocate	Ura kiji indà
26	El cempasúchil	Tsjucájà	84	El tempesquisle	Chixu
28	El chiquitón	Undyuxe tsecúx'a yà	86	La iglesia	Nungù
30	El chivo	Uxicú	88	El tiranduchi	Uchóón
32	El chocolate	Ch'ú	90	El venado	Uxcajndù
34	El conejo	Ux'átse	92	La ardilla	Utyújñu
36	El copal	Yascà	94	El chupamirto	Uxi'ña
38	El correcaminos	Utyurá	96	La cucharilla	Randyubi
40	El coyote	Uxachà	98	La cueva	Xjù
42	El frijol	Jma	100	Las dalias	Tsjudaliá
44	El guaje	Nyatsje	102	La guacamaya	Uguacamáyá
46	El guajolote	Undyájñú	104	La jarrilla	Ch'en noxjo
48	El hongo amarillo	Uxtiji sane	106	La mimeagua	Ux'ue tsé
50	El jabalí	Ucúchí cajndù	108	La palma	Tjen
52	El maíz	Najme	110	La pepitza	Xaxcunyà
54	El mezcal	Ndamasaliyè	112	La trompetilla	Uratsjen si
56	El modroño	Ya úrranúcú	114	La venturilla	Utyucu rriyè
58	Los nopales	Ñunda	116	La víbora de cascabel	Uchixé
60	El órgano	Yaichjè	118	La zorra	Urradindyà
62	El palenque	Palenque	120	Las monjitas	Tsjuchà
64	El pan	Ñuxjà	122	Los encinos	Yange
66	El maguey	Tsu	124	Los gentiles	Cajin
68	El quebrantahuesos	Uyája la bandy'ú indyà	126	Literatura consultada y recomendada	

PATRIMONIO BIOCULTURAL IXCATECO



México se distingue por su diverso patrimonio biocultural, es decir, la riqueza producto de la relación que se da entre las sociedades con la naturaleza distribuida a lo largo de variados territorios que van desde los desiertos hasta las selvas. El patrimonio biocultural de nuestro país está conformado tanto por elementos tangibles como los bosques, las especies silvestres y domesticadas, maíz, frijol, calabaza; así como por elementos intangibles tal como el conocimiento que cada cultura tiene de la naturaleza, las lenguas y las creencias que, entre muchos otros modos, se expresan a través de las diferentes formas de nombrar a los demás seres vivos, los usos que se les da y la manera en que se aprovechan y conservan. Entre este universo que conforma el patrimonio biocultural de México, hay culturas que están perdiendo de manera acelerada sus lenguas, su conocimiento y sus formas de vida; algunas de ellas corren peligro de desaparecer.

Una de estas culturas es la ixcateca de Oaxaca. Su territorio conforma el municipio de Santa María Ixcatlán que se encuentra en la porción oaxaqueña de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, México. El patrimonio biocultural ixcateco ha sido generado y transmitido, a través de la práctica y la comunicación oral diaria en la dinámica familiar y en la comunidad, desde hace más de 1300 años. Hasta hace unos 70 años esta transmisión oral del conocimiento se realizaba en lengua ixcateca, pero en el México postrevolucionario se promovió la idea de que la gente debía hablar solo español y hacer a un lado



las lenguas originarias. Desde entonces, el ixcateco se ha ido perdiendo hasta llegar al borde de la extinción. Actualmente se mantiene en la memoria de menos de veinte personas, lo que hace muy probable que en una o dos generaciones ya no exista nadie en el planeta que lo hable.


El olvido del ixcateco, como el de cualquier lengua, es trágico, pues además de la desaparición de una forma única de expresión y comunicación, puede llevar consigo la pérdida del invaluable proceso histórico de construcción de identidad y conocimiento. Afortunadamente, la relación que mantienen los ixcatecos con sus recursos naturales ha permitido que una parte importante del conocimiento que se guardaba en la lengua ixcateca se mantenga vivo, ahora utilizando el español como medio de comunicación principal. De esta manera, el patrimonio biocultural ixcateco persiste gracias a las familias que practican y transmiten las costumbres. Son también dignos de mencionarse los esfuerzos que realizan los miembros de la comunidad, autoridades e instituciones para la documentación, recuperación y enseñanza de la lengua ixcateca, así como para el reconocimiento y conservación del conocimiento tradicional y la biodiversidad que alberga su territorio.

El territorio que habitan los ixcatecos y donde realizan sus actividades es montañoso; en las partes más bajas se encuentra el llamado “terreno caliente” donde se puede sentir un clima cálido con paisajes donde abundan las cactáceas columnares,

matorrales y la selva baja, mientras que en las partes altas se encuentra el “terreno frío” donde el clima es fresco y abundan los bosques templados dominados por árboles de encino. El pueblo de Santa María Ixcatlán se encuentra ubicado en la zona intermedia entre estos dos tipos de terrenos. Tiene un clima templado en el que es común ver matorrales, palmares, bosques de galería, así como terrenos de cultivo, los solares --es decir, los sitios dentro de los terrenos de las casas donde se encuentran las plantas-- y los jardines que se encuentran en las escuelas y la plaza principal. Estos diferentes tipos de vegetación o “montes” y ambientes creados por el hombre albergan más de 780 especies de plantas nativas e introducidas y una gran variedad de especies animales.

Más del 70% de las plantas que se encuentran en Santa María Ixcatlán son reconocidas por su nombre, uso o características. Además, hay un amplio conocimiento sobre los nombres y hábitos de los animales y de los parajes que conforman el territorio de la comunidad. Este rico patrimonio se mantiene y cobra sentido a través del uso actual de los recursos naturales, las prácticas de manejo que se realizan para asegurar su conservación, así como historias y creencias en torno a ellos.

La comunidad conformada por 516 habitantes se sostiene gracias a que las familias realizan múltiples actividades. Una de las principales es la agricultura, sin embargo el cultivo de maíz, frijol y trigo de temporal solamente sustenta parcialmente la alimentación



básica en los cada vez menos frecuentes años con suficiente lluvia para obtener cosecha. Ante tal situación, los ingresos obtenidos por trabajos temporales, programas de apoyo y el aporte que representa el aprovechamiento de los recursos naturales locales son fundamentales para la subsistencia en Ixcatlán.

El tejido de sombreros de palma es una actividad a la que se dedica la mayoría de la comunidad. Todos los días hombres, mujeres, jóvenes e incluso niños tejen sombreros que son intercambiados en las tiendas por maíz, víveres o dinero. Periódicamente, los dueños de las tiendas llevan los sombreros a las jarcerías de poblados más grandes, como Tehuacán, donde los venden para después comprar la mercancía que ofrecen en Ixcatlán.

La cría de chivos, borregos y reses, y la producción de mezcal son actividades de importancia económica que permiten a las familias contar con ingresos extras, ahorrar y hacer frente a las emergencias.

La preparación de los alimentos se realiza con la leña que se recolecta en los terrenos de la comunidad, al igual que una gran variedad de plantas, insectos y otros animales silvestres que forman parte importante de la alimentación y de la medicina tradicional ixcateca.

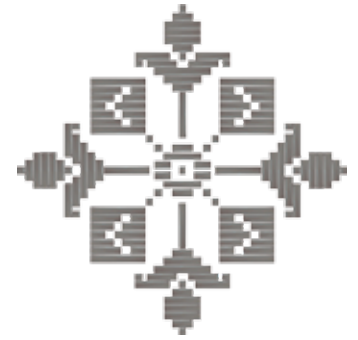
En todos los hogares ixcatecos hay una gran riqueza de especies de plantas. Las encontramos como parte de las construcciones,

delimitando los terrenos, dando sombra y adornando las casas o como se dice en Ixcatlán “dando lujo”, entre muchos usos más; resultado del ingenio y la experimentación llevada a cabo durante muchas generaciones para resolver diversas necesidades.

Las plantas también están presentes en las celebraciones cívicas y religiosas que distinguen a Santa María Ixcatlán. Transformadas en alimentos, adornos, pulque y mezcal forman parte de estos espacios de convivencia donde los habitantes del pueblo, parientes y amigos refuerzan los lazos que los unen a la comunidad y su legado biocultural.

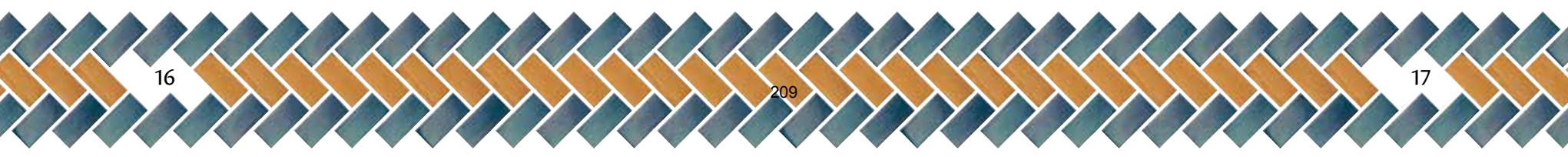
A continuación se presenta una descripción de algunos de los elementos más importantes del patrimonio biocultural ixcateco. Estos personajes, plantas, animales, sitios y productos artesanales también están representados en los juegos de lotería o polaca (como se conoce este juego en Ixcatlán) y memorama “Patrimonio biocultural ixcateco”, y cuentan con cantadas o adivinanzas y nombres en español e ixcateco, los cuales se pueden consultar y descargar en:

<http://www.iies.unam.mx/comunicacion-cientifica/materiales-disponibles//>



FIGURAS

CON TÍTULOS EN ESPAÑOL E IXCATECO





Hombre inteligente que mucho nos dejó
al ser un ixcateco que en su lengua escribió



**Doroteo Jiménez
Salazar**

Anímà Dorotéó



El Sr. Doroteo nació en 1897, fue un hombre importante para la documentación de la lengua ixcateca que ahora se está perdiendo.

Es recordado en Ixcatlán por haber sido un hábil artesano y por haber desempeñado varios oficios en servicio de la comunidad. Fue maestro rural, ayudó a escribir cartas y oficios y fue uno de los últimos cirujanos prácticos; este era un antiguo oficio en el que personas de la comunidad realizaban las autopsias a falta de médicos forenses.

Durante 1949 y 1950 fue colaborador de María Teresa Fernández de Miranda, la primera lingüista titulada en el país, quien publicó el “Diccionario Ixcateco”.

Por su parte, Doroteo escribió varios documentos en ixcateco como textos religiosos, la “Cartilla Ixcateca” y una carta dirigida al presidente Lázaro Cárdenas en la que explicó la difícil situación de la comunidad. Estos documentos ahora son un patrimonio importante de la cultura ixcateca y son la base para la manera en que actualmente se escribe el ixcateco.



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán



Vuela muy alto para encontrar al conejo y a la serpiente que le gusta cazar



El águila

Uyája



En la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán se han encontrado por lo menos cuatro especies de águilas, pero solo una de ellas se ve todo el año en Ixcatlán: el “águila conejera” (*Buteo jamaicensis*), a la que le gusta posarse en árboles altos como los encinos y comer animales como culebras, conejos, torcazas y otros animales que habitan en el suelo.

Aunque solían ser comunes, los pobladores perciben que las águilas han disminuido porque antes entraban mucho al pueblo a llevarse los pollos y ahora es difícil verlas.

En México existen muchas otras especies de águilas entre las que se encuentran el águila harpía (*Harpia harpyja*), una de las más grandes del mundo, y el águila real (*Aquila chrysaetos canadensis*) que se encuentra representada en el escudo de la bandera mexicana y en nuestras monedas.

Diego Emerson González Zárate
11 años, Tejuapam, Oaxaca

Nombre científico:
*Buteo jamaicensis**

Familia:
Accipitridae

* Este nombre científico hace referencia a una de las especies más comunes en la región que se conocen como águilas.

Avena, cahual y soluche hay que juntar
para que la palma, leña y maguey pueda cargar



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Equus africanus asinus

Familia:
Equidae

El burro



Ubúrrú



El burro es originario de África donde fue domesticado hace 7000 años. Hoy en día, es muy importante para la vida diaria en Ixcatlán porque carga leña, madera, palma, maguey, la cosecha, herramientas agrícolas y a sus dueños.

En el solar tiene un espacio para su descanso a la sombra de algún árbol como un moral (*Morus celtidifolia*) o un guaje colorado (*Leucaena esculenta*) y un sitio donde se almacena su alimento.

El burro come una gran variedad de hierbas mientras anda en el campo en las labores diarias, pero una parte muy importante de su sustento le es proporcionada por sus dueños, como los rastrojos de maíz, de avena y cebada, que son producto de la actividad agrícola de la comunidad o son adquiridos con vendedores de la región que llegan a ofrecerlos a Ixcatlán durante la mayor parte del año. Otras plantas, también importantes en la manutención de estos animales, son recolectadas en los bosques de encino durante la época de sequía, tales como los “soluches” (*Catopsis compacta* y *Tillandsia gymnotrya*) y la lechuguilla (*Hechtia oaxacana*) o son producto de los deshierbes de los terrenos de cultivo y solares, como los cahuales (*Simsia lagascaeformis* y *Tithonia tubaeformis*).



Quando tengas dolor de costado,
busca uno de estos donde esté medio mojado



El capichi

Uchiñù



En Ixcatlán, hace tiempo se utilizaba al capichi para tratar el “dolor de costado”, un dolor intenso en la zona del vientre y las costillas, para lo cual se cocía con una planta llamada soluche (*Tillandsia recurvata*) y siete piedritas.

El capichi es un escarabajo de tierra de color negro que mide alrededor de tres centímetros de largo. Es principalmente nocturno y come materia en descomposición. Esto lo hace importante porque ayuda a liberar nutrientes que están almacenados en los cuerpos de animales y plantas muertos, haciendo la tierra más fértil.

Suele estar en lugares oscuros y húmedos como las cuevas donde se teje la palma en Ixcatlán. Aunque algunas personas piensan que deben cuidarse de su picadura, este animalito no pica.

Pertenece a un grupo de escarabajos cuyos únicos mecanismos de defensa son su cubierta dura y una sustancia de olor desagradable que ahuyenta a otros animales. En otras partes de México son llamados “pinacates” y se reconocen porque al asustarse inclinan su cabeza hacia el suelo, levantan el abdomen y disparan su apestoso perfume para defenderse.



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Eleodes sp.

Familia:
Tenebrionidae



Adornas altares y al camposanto, de amarillo y naranja pintas nuestro campo



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Tagetes erecta

Familia:
Asteraceae

El cempasúchil



Tsjucájà



Todos los años en Santa María Ixcatlán se siembra el cempasúchil en los terrenos de las casas y en las parcelas agrícolas. Hay varios tipos: pachoncito, macho, molito y gallito todos ellos usados para ofrendar sus flores a los difuntos en la celebración de Todos Santos o Día de Muertos que se realiza en la mayor parte del país del 31 de octubre al 2 de noviembre.

En las casas, esta flor se arregla en floreros para adornar los altares. En los altares además de imágenes de los santos, velas y un sahumero para quemar copal, se colocan alimentos que fueron preparados especialmente para esta celebración y que serán compartidos con familiares, amigos y visitantes. Algunos de ellos son: pan, papas guisadas, calabaza horneada, tamales, mole, chivo preparado en horno, atole, mezcal, naranjas y totopos (tortilla de maíz tostada que se prepara especialmente para los viajes largos).

Con los pétalos del cempasúchil se hace un camino que va desde el altar hasta la calle y sirve para guiar a los difuntos en el camino que han de recorrer para visitar a sus familiares en esos días.

En el cementerio los ixcatecos visitan las tumbas de todos sus familiares que han fallecido, ofreciéndoles velas y ocasionalmente regando algunos pétalos de cempasúchil.



Se la pasa en el órgano, pero la música no es lo suyo, es puro chillido y luce su copete rojo con orgullo



El chiquitón

Undyuxe tsecúx'a yà



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

El chiquitón pertenece a la familia de los pájaros carpinteros. Es muy común en el pueblo de Santa María Ixcatlán y hace su nido dentro de los órganos (*Marginatocereus marginatus*) que forman los cercos de muchas casas. Aunque no causa mucha molestia, se considera escandaloso y disgusta porque se come los frutos de las plantas que se cultivan en los solares. Algunos pobladores ocasionalmente lo cazan para comérselo.

En la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán se observan otros pájaros carpinteros que prefieren hacer sus nidos más alejados de las personas en troncos de árboles grandes como los encinos. En Ixcatlán no es raro encontrarlos en los encinares cercanos al pueblo, como el carpintero cara de payaso (*Melanerpes formicivorus*) que es común en La Laguna de La Cumbre.

Nombre científico

Melanerpes hypopolius

Familia:

Picidae



En rebaño con el pastor al monte vas,
donde comiendo hierbitas engordarás



Sariah Morales Gúzman
9 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Capra aegagrus hircus

Familia:
Bovidae



El chivo

Uxicú



En Ixcatlán, hombres y mujeres llevan diariamente al monte a pastorear chivos y borregos para que se alimenten con más de 150 especies de plantas silvestres.

Este animal, como las reses y cerdos, representa una forma de ahorro familiar para emergencias y compromisos.

Su carne es un alimento poco frecuente en la mayoría de las mesas ixcatecas, pero nunca falta en las celebraciones de la comunidad donde se prepara en hornos de tierra tapados con hojas de maguey o en caldo.

En la celebración de Todos Santos se puede encontrar cabrito asado en algunos altares y en la convivencia realizada frente a la iglesia donde los jóvenes encienden troncos de encino, que han arrastrado desde los bosques aledaños, con el fin de “calentar a los difuntos” y complacerlos al seguir con las costumbres de la comunidad.

¡Mayordomo, pon el metate a calentar para en la fiesta tener listo este delicioso manjar!



El chocolate

Ch'u



Como en el pasado, la preparación y consumo del chocolate está relacionado con las celebraciones. En Ixcatlán se hace para ofrecerlo a los invitados en los desayunos de las principales fiestas de la comunidad, como las mayordomías del Señor de las Tres Caídas, la Virgen de Dulce Nombre, la Virgen de Natividad, posadas, bautizos, bodas y cumpleaños o para ponerse como ofrenda en los altares en la celebración de Todos Santos.

No todos saben prepararlo, por lo que se invita a personas conocedoras a molerlo en las convivencias que se organizan para preparar las fiestas.

Tradicionalmente, se muele canela, cacao tostado y azúcar en un metate que es calentado con brasas. Una vez que la masa es suave y brillante se forman las tablillas que se dejan endurecer sobre pencas de maguey cimarrón (*Agave salmiana* subsp. *tehuacanensis*), quedando así listas para su consumo.



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán



Si vas gamiteando lo vas a encontrar,
llegará saltando hasta tu mirar



El conejo

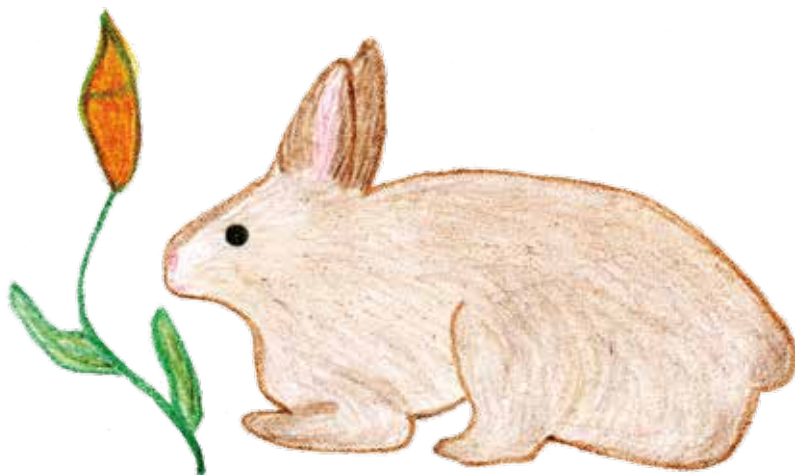
Ux'átse



En la región de Tehuacán-Cuicatlán se conocen tres especies de conejos: el castellano (*Sylvilagus cunicularis*), el tropical (*Sylvilagus brasiliensis*) y el de monte (*Sylvilagus floridanus*), siendo este último el más común en Ixcatlán.

Junto con las liebres (*Lepus spp.*), que son conocidas en ixcatéco como *ubíche*, han sido un alimento de gran importancia en la región desde hace más de 9000 años, al igual que los jabalíes y venados. Aunque el consumo de estos animales silvestres se mantiene hasta nuestros días, ha disminuido porque cada vez son menos abundantes y por las restricciones para su aprovechamiento.

Sin embargo, el conocimiento y prácticas asociadas a la cacería y al consumo de la “carne de monte” también forman parte del patrimonio biocultural, como el “gamiteo” (sonido que se produce para atraer los conejos). De ahí, la importancia de la búsqueda de alternativas que permitan conservar las especies, su uso y manejo, así como el legado cultural asociado a ellas.



Alitzel Herrera Reyes
9 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Sylvilagus floridanus

Familia:
Leporidae



Un gusanito te produce el llanto, una aromática resina que se quema en Todos Santos



El copal

Yascà



En Ixcatlán, el copal se quema sobre brasas en sahumerios durante celebraciones como Todos Santos. Se dice que su aroma es el que llama a los difuntos para que bajen y en su regreso al más allá se lo llevan como un regalo de sus parientes que todavía los recuerdan.

El copal también está presente en misas, rosarios, velorios, procesiones, veneración de santos, cuando se hace un rezo y durante las “limpias”. Estas últimas son un tratamiento tradicional para cuando se tuvo un susto o impresión muy fuerte. También cuando se padece de “aire” que es provocado por estar con personas o en lugares que ocasionan algún malestar. Como en muchos lugares de nuestro país, se cree que el aroma del copal hace bien y aleja los males, formando así parte fundamental del cuidado del bienestar de la familia y la vida ceremonial.

El árbol del copal se encuentra en varias partes de Ixcatlán, aunque solo en el terreno caliente produce resina de la calidad y en la cantidad necesarias. Para obtenerlo se buscan las “pedritas” o resina cristalizada, producto de perforaciones que hace una larva o “gusanito” en la corteza de estos árboles, provocando que “lagrimee” la resina. Esta forma tradicional de recolección permite que los ixcatecos obtengan el preciado copal sin dañar los árboles, haciendo un uso sustentable de tan apreciado recurso.



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Bursera biflora

Familia:
Burseraceae

Por los caminos corre y no lo quieren ver porque la suerte que trae, dicen que no hace bien



Diego Emerson González Zárate
Tejuapam, Oaxaca

Nombre científico:
Geococcyx velox

Familia:
Cuculidae

El correcaminos



Utyurá



En el territorio de Ixcatlán se le ve ocasionalmente corriendo por los caminos. Antes se creía que verlo era señal de mal agüero.

El correcaminos es un ave delgada que puede llegar a medir hasta medio metro de largo. Sus largas patas le permiten correr rápidamente y su cola, con plumas igualmente largas, de color verde brillante le sirve como timón para dar la vuelta a gran velocidad. También tiene un pequeño penacho de plumas en su cabeza, como lo señala su nombre en ixcateco "el animal con copete".

Se alimenta de insectos, lagartijas y serpientes pequeñas que busca en el suelo.

Anida en las copas de árboles o arbustos muy tupidos y casi nunca se observa volando a menos que se sienta amenazado.



Si lo escuchas aullar hay que tener cuidado,
guarda tus pollos, burros y ganado



El coyote

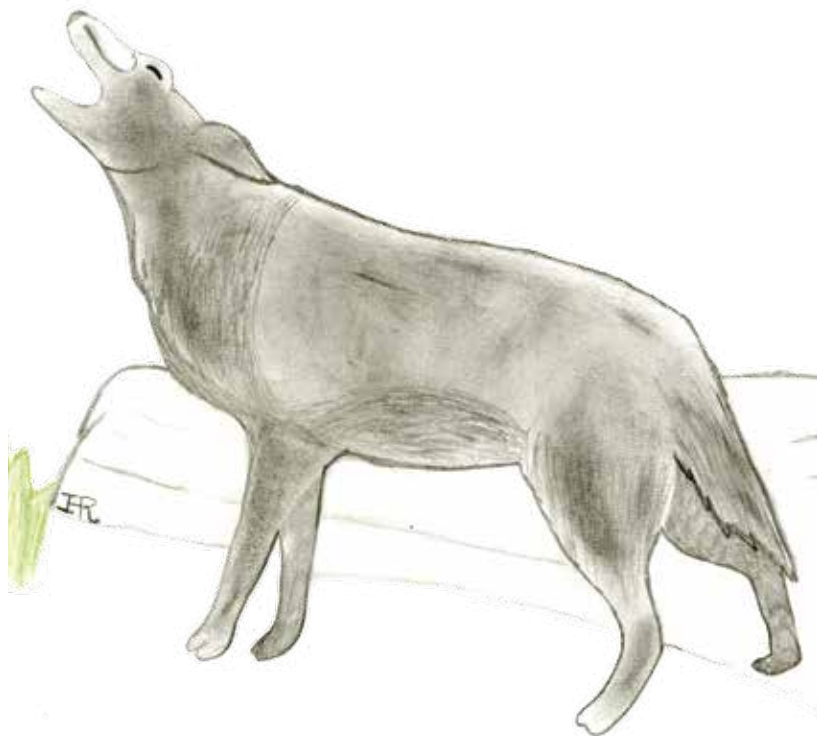
Uxachà



El coyote es bastante común para los ixcatecos, pero no es muy apreciado porque llega a comer pollos, chivos e incluso burros y caballos acabados de nacer. Sin embargo, su principal alimento son ratones, lagartijas, culebras, ardillas, conejos, insectos, frutos de nebro, maíz y tunas. Con su variada alimentación cumple una importante función ecológica al no permitir que abunden animales como ardillas, ratones y chapulines que llegan a ocasionar pérdidas en la agricultura.

En Ixcatlán se cree que el coyote es un animal poderoso o que tiene “arte”, pues se dice que puede producir efectos cuando uno lo ve, como causar mareos, atraer dinero o proteger al cuerpo de la maldad. También se dice que los pelos de su frente se llegan a usar como amuletos para ganar discusiones.

El coyote, además, solía hacerse presente en las celebraciones. Anteriormente se realizaba el juego de “el perro y el coyote” en Todos Santos, en donde el equipo de los “coyotes” trataba de robarse a los “cabritos” que eran defendidos por el equipo de los “perros”, esto como parte de las costumbres para complacer a los difuntos.



Itzel Yaretzi Álvarez Ramírez
16 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:

Canis latrans

Familia:

Canidae



Presentes en la milpa y el solar, en caldo con epazote son un manjar



Sandra E. Smith Aguilar
33 años, Ciudad de México

Nombre científico:
Phaseolus vulgaris

Familia:
Leguminosae



El frijol

Jma



En Ixcatlán hay diferentes variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) como el de milpa o enredador, de tierra y el delgado, que son cultivadas principalmente en los terrenos de siembra. También hay otro tipo, el llamado frijol ayocote (*Phaseolus coccineus*) que tiene un camote que le permite sobrevivir varios años, este solo se encuentra en las casas en donde es cultivado.

Las vainas tiernas o ejotes se preparan en guisos o caldo. En otros lugares de la región como Teotitlán del Camino se comen las flores del ayocote guisadas con huevo o con el famoso “amarillito”, uno de los típicos moles oaxaqueños.

Sus semillas rojas, negras, amarillas y moradas se consumen a diario en caldo guisado con epazote, ajo y cebolla. Un platillo tradicional es el frijol molido o *jma ts'ucúma* en ixcateco, en el que el frijol es tostado, molido y se le agrega agua hasta formar un caldo espeso que es condimentado con hoja de aguacate y con picante. También es común su preparación con nopalitos martajados, fritos, en tamales o acompañando las picaditas y tostadas.

Esta planta ha sido cultivada en Mesoamérica desde hace más de 7000 años y continúa siendo básica en la alimentación de los ixcatecos y todos los mexicanos.



De caballo y gamito, verdes y rojos, de la casa,
el monte y la cañada todos son deliciosos



El guaje

Nyatsje



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Leucaena esculenta

Familia:
Leguminosae

* Este nombre científico solamente hace referencia al guaje colorado representado en el dibujo

Desde la época prehispánica, esta planta ha tenido una presencia muy importante como alimento en el estado de Oaxaca, tanto que su nombre quiere decir “en la punta de los guajes”.

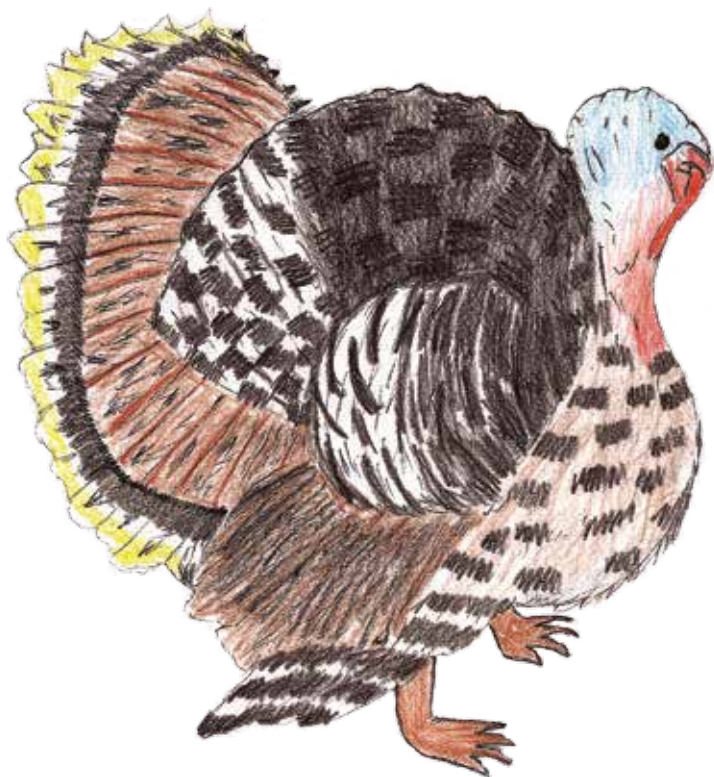
El guaje es un árbol que produce vainas llamadas del mismo modo, existen diferentes especies. En Ixcatlán, el más abundante es el guaje colorado (*Leucaena esculenta*) que se puede encontrar en las casas y lugares donde hay vestigios de asentamientos antiguos. También está el llamado “guaje verde” o “guaje de la cañada” (*Leucaena leucocephala*) que aunque hay quienes lo tienen cultivado, comúnmente se consigue en las tiendas provenientes de otras partes de la región. Asimismo, hay guajes de monte o silvestres como los de “caballo”, “rapia” y “gamito”.

Del guaje se consumen las semillas tiernas o maduras (dependiendo del tipo) acompañándose con tortillas, guisos o solas. Ocasionalmente, las hojas tiernas se consumen frescas o en ensalada.

El árbol proporciona sombra que se aprovecha para descansar o amarrar a los animales de carga; y sus hojas son un excelente forraje, propiedad por la que los guajes colorado y blanco son cultivados en muchos lugares del país.



En el solar vives arrancando los brotes y en la comida de la fiesta estarás aunque te esponjes



Itzel Yarezi Álvarez Ramírez
16 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Meleagris gallopavo

Familia:
Phasianidae

El guajolote



Undyáñú



En Ixcatlán, el guajolote se encuentra en el traspatio junto con las gallinas, cerdos, burros y otros animales. A pesar de que es muy apreciado, pocas personas lo crían debido a que el maíz para alimentarlo llega a ser escaso y su manutención puede llegar a tener un costo muy alto. En los solares, las plantas suelen ser protegidas con cercas y corrales para que este animalito no acabe con ellas.

Sus huevos se consumen y la carne se prepara especialmente para las celebraciones, ya sea en mole, caldo, tamales u otros guisados.

El guajolote es originario de México y el sur de Estados Unidos. Fue domesticado siglos atrás por los antiguos habitantes de estas regiones, a diferencia del pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) que se encuentra en la Península de Yucatán donde ha sido cazado, pero no domesticado.



En tiempo de lluvias en las encineras se da,
asado y en salsa la familia lo disfrutará



El hongo amarillo

Uxtiji sane



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:

Amanita caesarea complex

Familia:

Amanitaceae

El hongo amarillo se da en la época de lluvias en los bosques de encino. Tiene olor y sabor agradable, por lo que es muy apreciado como alimento.

Se consume asado, frito con cebolla, hervido y guisado en salsa o en guisados regionales como el tesmole. Es rico en proteínas, vitaminas y minerales, por lo que se considera un alimento muy saludable.

Lo que comemos es solo una parte del hongo que es producida para la reproducción, como un fruto. El resto, llamado micelio, tiene la forma de hilos que se ven como telarañas en hojas o troncos en el suelo. El micelio se extiende hasta las raíces de los árboles, como los encinos, con quienes comparte nutrientes y agua obteniendo beneficios mutuos. Por tal motivo, el buen manejo y cuidado de los bosques nos permite asegurar la disponibilidad de los hongos, entre muchos otros recursos y servicios que nos benefician y nos permiten sobrevivir. Además, es importante tener cuidado de no remover mucho la tierra cuando se cortan los hongos para que el micelio siga vivo y produciendo este delicioso manjar.



Con colmillos grandes, es muy goloso,
si te encuentras un macho es medio apestoso



El jabalí

Ucúchí cajndù



El jabalí se considera un animal dañino porque suele comer el maíz en los terrenos de cultivo; generalmente anda en grupos, por lo que puede ocasionar daños al tirar y pisotear las plantas. Sin embargo, su alimentación es muy variada, incluyendo semillas, frutas, hierbas, raíces, caracoles y otros animales que encuentra gracias a su sensible olfato, habilidad que comparte con sus parientes cercanos, los cerdos.

Su carne se ha consumido desde la prehistoria, aunque a algunas personas no les gusta porque puede tener un olor fuerte que llega a ser desagradable.

Este peculiar olor se debe al almizcle que almacena en una glándula que tiene en la espalda y que usa para marcar sus territorios y comunicarse con otros individuos de su especie.



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:

Pecari tajacu

Familia:

Tayassuidae



Granito, granito se desgrana en un tenatito y se cuece en el comalito



Sandra E. Smith Aguilar
33 años, Ciudad de México

Nombre científico:
Zea mays

Familia:
Poaceae



El maíz

Najme



Como en el resto de Mesoamérica, el maíz es la base de la alimentación en Ixcatlán. Se cultiva en la época de lluvia, junto con el frijol y la calabaza, en terrenos fuera del poblado entre los palmares y encinares. En el pueblo, para sembrarlo, se aprovechan los solares y, a veces, hasta los patios de las casas.

El maíz que se siembra es criollo, es decir, es producto de la selección de semilla realizada año con año en la comunidad. Antes, también se cultivaba el maíz de cajete, una variedad que todavía se encuentra en pueblos vecinos. Este maíz de cajete se sembraba a principios de año en cajetes u hoyos profundos para aprovechar la humedad.

La planta de maíz, conocida como milpa, es un importante forraje para los burros, caballos y vacas.

El maíz para ser consumido es cocido con cal, así se convierte en nixtamal que es molido para preparar las tortillas que constituyen la base de la alimentación. Con el maíz también se preparan atoles, memelas, tamales, totopos, pozole y varios platillos más.



Producto ixcateco que por tierra, cuero y barro pasa;
la gente de fuera por ti viene hasta nuestras casas



El mezcal

Ndamasalíyè



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

En Ixcatlán esta bebida es elaborada tradicionalmente con maguey papalomé (*Agave potatorum*) en fábricas especiales llamadas palenques.

Para hacerlo, las personas dedicadas a su producción salen al monte a cortar el maguey cuando está sazón o a punto de producir sus flores, le quitan todas las hojas, dejando la “cabecita” del maguey que se cuece en hornos de tierra para después machacarse hasta que quedan pequeños trozos de bagazo o ixtle. El ixtle se pone a fermentar en cueros de vaca y el paso final es la destilación en ollas de barro.

El mezcal forma parte de todas las fiestas y celebraciones. Se vende en las tiendas de la comunidad y es común ver a los visitantes buscando a quienes lo producen en sus casas para llevar consigo esta bebida espirituosa elaborada de forma completamente artesanal.



El urranucu en sus bolsitas cuelga de sus ramitas
y a la casa se llevan sus troncos y florecitas



Andrea Pérez Aguilera
22 años, Morelia

Nombre científico:
Arbutus xalapensis

Familia:
Ericaceae



El modroño

Ya úrranúcú



Este árbol se encuentra en los bosques de encino y se distingue por su corteza o tecata rojiza que se descarapela del tronco como si fuera papel.

Su madera se usa para cercar o hacer herramientas y sus ramas o troncos secos se usan como leña. La corteza se mastica para amacizar los dientes y sus frutos son consumidos por muchas aves. Sus flores blancas y perfumadas llamadas “ollitas” se ofrecen en los altares que se encuentran en todas las casas para devoción de los santos católicos.

En sus ramas hace su capullo una oruga o “gusanito” llamada en ixcateco *úrranúcú* (*Eucheria socialis*), donde se convierte en mariposa. Antes la oruga se comía asada, pero ahora es difícil encontrarla.

Se sabe que en la época prehispánica, en algunas partes de México se obtenía seda del capullo de este animalito y que tanto el modroño como las orugas recibían cuidados especiales para asegurar su disponibilidad.

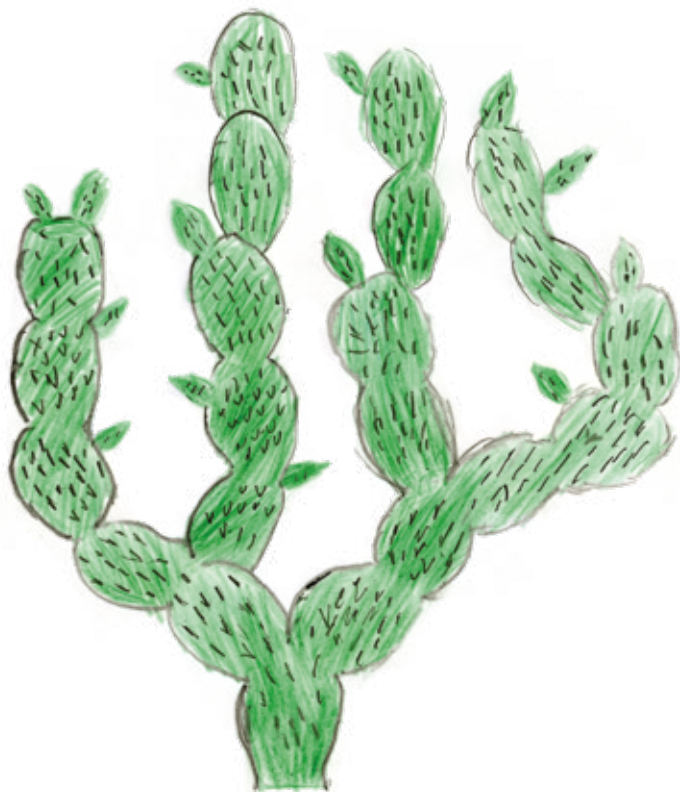


Su apariencia nos da mala espina,
pero sus penquitas y frutos nos fascinan



Los nopales

Ñunda



Erick Antonio Hernández Avendaño
14 años, Santa María Ixcatlán

En Santa María Ixcatlán hay una gran variedad de nopales (*Opuntia* spp.). En las casas encontramos los nopales de castilla, pachón, amarillo y blanco formando parte de las cercas que dividen los terrenos. Producen tunas que se consumen crudas y pencas que se preparan hervidas con frijoles, en guisado o en amarillito, un tipo de mole típico de Oaxaca.

En el campo se encuentra el nopal pachón, el redondo, el de coyote y el de sacristán. Algunos producen tunas y pencas comestibles o sirven de forraje.

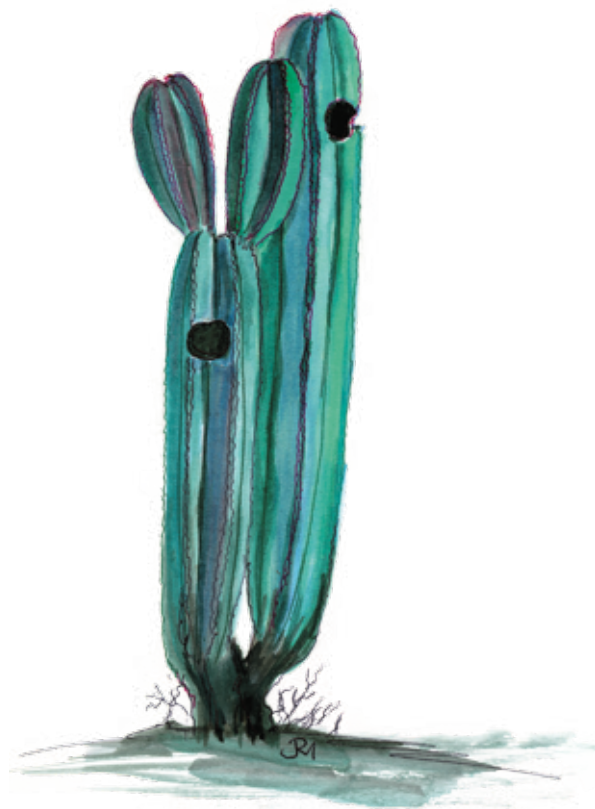
Algunos nopales tienen propiedades medicinales como el redondo y el de coyote, usados para tratar las mordeduras de víbora y para ayudar a personas enfermas a recobrar fuerzas. Sus espinas se usaban como alfileres para pegar adornos en algunas fiestas, como las del nopal de sacristán.

Nombre científico:
Opuntia spp.

Familia:
Cactaceae



De nuestro andar son testigos mudos
estos gigantes espinudos



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Marginatocereus marginatus

Familia:
Cactaceae



El órgano

Yaichjè



En Ixcatlán podemos ver al órgano formando cercas vivas para delimitar los terrenos de las casas y ser “lujo”, es decir, adornar los sitios donde se encuentran.

En la celebración de Todos Santos se hacen candelabros cortando su tallo en trozos pequeños y haciéndoles un hueco en el centro para poner las velas en el cementerio y altares en las casas. También se usa para curar el dolor de oído, para lo cual se ponen unas gotas del jugo de su tallo.

Es común encontrarlo en lugares donde habitaron los antepasados ixcatecos como en San Juan Viejo y La Iglesia, lo que nos sugiere la importancia que ha tenido esta planta.

En otros lugares del país, además de encontrarlo formando cercas vivas, se usa para oscurecer el cabello y es ingrediente de varios productos que se venden para este fin.



Cerca del agua de manantial está
y aquí el maguey en mezcal se convertirá



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán



El palenque

Palenque



El palenque es el lugar donde se produce el mezcal y se ubica cerca de algún manantial de donde se obtiene el agua necesaria para la preparación de esta bebida.

Este lugar es una expresión tangible del patrimonio biocultural ixcateco: con excepción de las ollas de barro y el cazo de cobre, todos los materiales con que está hecho el lugar y que forman parte del proceso de producción del mezcal ixcateco se obtienen de los recursos locales.

El palenque cuenta con un horno de tierra a cielo abierto donde se cuece el maguey y con una construcción sencilla formada por un techo generalmente de hojas de palma y paredes de troncos y ramas de diversas plantas.

Bajo el tejado se puede encontrar un pequeño pozo llamado canoa donde se machuca el maguey una vez horneado, los “cueros” (pieles de reses dispuestas a manera de pila), donde se fermenta el maguey y las chimeneas donde se ponen al fuego las ollas de barro y el cazo de cobre en donde se destila el mezcal.

Especial para las fiestas y también para el diario, de pulque, francés y menudencia con chocolate lo acompaño



Sandra E. Smith Aguilar
33 años, Ciudad de México

El pan



Ñuxjà



En Ixcatlán el pan se hace en hornos de leña y hay de varios tipos.

El pan francés se prepara sin huevo y forma parte de la cultura gastronómica de Ixcatlán y algunos pueblos vecinos de la Mixteca Alta Oaxaqueña. Es muy suave y se consume a diario acompañando bebidas dulces o alimentos salados como aguacate y queso.

Para las fiestas patronales, bodas, funerales y toda clase de ceremonias se consume el llamado “pan de menudencia” que se caracteriza por llevar huevo, por sus variadas formas y por estar adornado con ajonjolí. El pan que se hace para la celebración de Todos Santos se prepara de la misma manera pero se distingue por su mayor tamaño y formas especiales que les dan algunos hábiles panaderos como los “angelitos” y “conejos”.

Antes se acostumbraba usar pulque en lugar de levadura, dándole un sabor muy especial al pan, pero desde hace unos 40 años se usa levadura por la escasez de magueyes pulqueros en la comunidad, haciendo cada vez más raro el pan de pulque en los hornos ixcatecos.



Das alimento, medicina y mezcal, dar tus semillas es tu labor final



El maguey

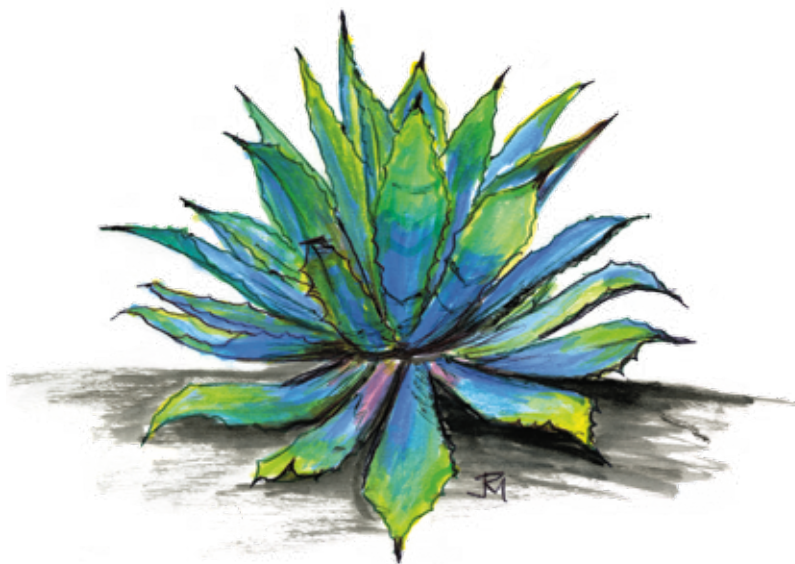
Tsu



Se sabe que, desde hace al menos 12 000 años, los antepasados de la región consumían las pencas cocidas de varios magueyes, uso que en Ixcatlán ha permanecido hasta nuestros días con el consumo de la “conserva” que es preparada cociendo pencas de maguey papalomé (*Agave potatorum*) y coyule (*Oxalis* spp.).

En Ixcatlán encontramos al menos 9 especies de magueyes de las 34 que se han registrado en la región. Estas plantas se usan para construir casas, obtener fibras, alimento, forraje, obtener aguamiel para la elaboración de pulque o como medicina, pero, sin duda, uno de los usos más importantes en la actualidad es la producción de mezcal del maguey papalomé.

El papalomé solamente se distribuye en los estados de Oaxaca y Puebla, en donde algunas de las poblaciones han disminuido o desaparecido por la actividad mezcalera. En Ixcatlán se encuentra en casi todo el territorio de la comunidad, sin embargo, comienza a escasear, motivo por el cual algunas personas han comenzado a cultivar las semillas que el papalomé produce solamente una vez en su vida a los doce años, para después secarse y morir.



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
*Agave potatorum**

Familia:
Agavaceae

* Este nombre científico solamente hace referencia al maguey papalomé representado en el dibujo



Grande como el águila, pero sigue la yunta,
tiene el pescuezo blanco y los gusanitos junta



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Caracara cheriway

Familia:
Falconidae



El quebrantahuesos

Uyája la bandy'ú
indyà



El quebrantahuesos, también conocido como “caracara”, es un ave grande que mide cerca de medio metro de largo. Se puede encontrar solitario o en grupos de hasta cincuenta individuos.

En Ixcatlán se puede observar en las orillas de los ríos y los terrenos de cultivo siguiendo la yunta en busca de gusanos. Además de lombrices, caza animales pequeños como ranas, lagartijas y ratones y come carroña (restos de animales muertos). Los carroñeros como el quebrantahuesos contribuyen a regresar nutrientes a la tierra y evitan la proliferación de plagas, como moscas, y algunas enfermedades.

Otra especie que comparte esta importante función ecológica es el zopilote que en ixcatéco es llamado *uxatsjin*. Comúnmente se observan dos especies de zopilote en la reserva de la biósfera Tehuacán-Cuicatlán: el zopilote negro (*Coragyps atratus*) y el zopilote aura cabecirroja (*Cathartes aura*).

La lluvia los trae, deliciosos alimentos,
guisados en el taco los comemos muy contentos



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
*Amaranthus hybridus**

Familia:
Amaranthaceae*

* Esta familia y nombre científico solamente hacen referencia al quelite tintonil representado en el dibujo

Los quelites



Nyiya



En Ixcatlán se reconocen como quelites a aquellas plantas que se dan en la temporada de lluvias en solares y terrenos de cultivo, de las cuales se consumen sus hojas y tallos tiernos que deben ser hervidos. Son cuatro los tipos de quelites: *Amaranthus hybridus*, *Chenopodium berlandieri*, *Chenopodium murale* y *Anoda cristata*, de los cuales los más apreciados son el quelite tintonil (*Amaranthus hybridus*), conocido en ixcatéco como *nyiya xacújù* y el quelite de manteca (*Chenopodium berlandieri*) *nyiyaxije*. Estos quelites se cuecen con pepitza (*Porophyllum linaria*) y pueden consumirse de esta manera acompañados de tortillas, con salsa o guisarse con cebolla, chile y jitomate; a diferencia de la violeta (*Anoda cristata*) que se prepara en un caldo espeso, característica a la cual hace alusión su nombre ixcatéco *nyiya ñundu* que quiere decir quelite baboso.

Hay otras hierbas que se consumen crudas, acompañando los frijoles y guisos que se sirven en la comida, como el papaloquelite (*Porophyllum ruderale* subsp. *macrocephalum*) *nyejní* y la verdolaga (*Peperomia quadrifolia*) *tyunyetu*, que se recolectan en varios parajes de la comunidad.

La incorporación de estas plantas a la alimentación es recomendable, ya que además de nutritivas por su contenido de fibra, vitaminas, hierro, calcio y potasio son parte de la cultura gastronómica de Ixcatlán y del país.



Llamas al agua y hermosa sombra das,
árbol milenario que junto a los ríos estás



Andrea Pérez Aguilera
22 años, Morelia

Nombre científico:
Taxodium huegelii

Familia:
Cupressaceae



El sabino

Yachjen indà



En Ixcatlán se dice que este árbol “llama al agua” porque es común encontrar manantiales bajo su copa, como ocurre en los lugares de donde se abastece de agua el pueblo de Ixcatlán.

Vive mucho tiempo y alcanza gran tamaño, como el famoso Árbol del Tule que, se estima, tiene alrededor de 2000 años y es uno de los árboles más gruesos del planeta. Por su majestuosidad, el sabino fue nombrado el Árbol Nacional en 1921 para celebrar el centenario de la Independencia de México.

A pesar de su importancia, la tala para usar su madera, la contaminación y la escasez del agua, han ido acabando con estos árboles. Algunas personas en Ixcatlán trasplantan los pequeños sabinos a un lado de los manantiales o cuidan que el ganado no les haga daño; acciones importantes de replicar para la conservación de esta planta y los cuerpos de agua donde se encuentran.



De pared en pared pasa saltando y cuando chilla una visita está anunciando



El saltapared

Undyuxe chuma



Es un ave que se encuentra todo el año en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. En Ixcatlán se le conoce porque tiene manchitas en el cuerpo y por su manera de moverse brincando sobre los techos, piedras o en las calles del pueblo.

Algunas personas dicen que cuando el saltapared chilla anuncia una visita que puede ocasionar algún malestar, así que lo consideran señal de mal agüero.

En la región se encuentran por lo menos cuatro especies diferentes con el nombre de saltapared o matracas, que tienen manchas en el cuerpo y que están presentes todo el año: *Campylorhynchus brunneicapilus*, *Campylorhynchus jocosus*, *Salpinctes obsoletus* y *Catherpes mexicanus*.



Esteban Valdivia García
52 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Campylorhynchus jocosus

Familia:
Troglodytidae



Por andar tomando, la huerta perdió, pero para remediarlo mucho dátil juntó y las palmas nos regaló



El Sansón

Nyexú



El Sansón es un personaje mitológico que realizó grandes hazañas. Algunos pobladores también se refieren a él como “El Cacique”.

Existen muchas historias que hablan sobre él, pero la siguiente explica por qué abundan las palmas en la comunidad:

“Los Sansones de Ixcatlán y Tepelmeme se encontraron y emborracharon. El Sansón de Ixcatlán al recuperarse y no encontrar las semillas de las frutas que llevaba para su pueblo se preguntó ¿qué voy hacer?, entonces recogió semillas de palma o dátiles. Nada más de esa semilla trajo, por eso en todo el monte que manda Ixcatlán hay mucha palma.”

Otro relato cuenta cómo El Cacique (o El Sansón) trató de llevar el agua del Río Xiquila o La Huerta hasta el pueblo de Ixcatlán, pero no lo logró. Para esto, se cuenta que hizo un túnel que dejó inconcluso, quedando como prueba uno de los sótanos (cueva) que se encuentran en el territorio de la comunidad.



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán



Cuartos, corral y tejavana aquí están
y a veces horno para barbacoa encontrarás



La casa

Nyi'a



La casa ixcateca está formada por la cocina y cuartos en donde casi siempre hay un altar para devoción de los santos católicos y un espacio para recibir a las visitas. Cada casa tiene un patio donde se ubica la cueva para tejer la palma, el baño y el lavadero.

A la parte del terreno en el que se encuentran las plantas, comúnmente se le llama "solar" donde plantas como el órgano (*Marginatocereus marginatus*), los nopales (*Opuntia spp.*), el moral (*Morus celtidifolia*) y los guajes (*Leucaena spp.*) se encuentran formando cercas vivas. Además, se cultivan verduras, condimentos y plantas que producen flores para adornar los altares en corrales cercados con troncos de palmas y quiotes de maguey que los protegen de los animales domésticos. El terreno de la casa también es aprovechado por muchas personas para sembrar maíz, en especial cuando el tiempo es "bueno", es decir, lluvioso, y así tener mayores posibilidades de tener una buena cosecha.

Hay un lugar para las gallinas, guajolotes, cerdos, burros, caballos, chivos y borregos. También están las tejavanas donde se guarda el maíz, la leña y el rastrojo.

En las celebraciones, el patio se trasforma en el lugar donde se lleva a cabo la preparación de los alimentos como las tortillas y la barbacoa, así como la convivencia que es animada por alguna de las bandas de música de la comunidad.



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán



Le gusta el maíz y anda entre las matas, parece que tiene pies de niño en lugar de patas



El tejón

Urrate



El tejón es un animal que tiene un comportamiento muy particular con otros miembros de su especie, dependiendo de su sexo y su edad. Las hembras y las crías forman grupos de hasta más de 30 animales, en donde los machos son expulsados una vez que alcanzan la madurez y solamente vuelven a ser admitidos dentro de los grupos durante la época de reproducción. Esto lleva a pensar que existe el tejón atajero, que se caracteriza por vivir en grupo, y el solitario, pero se trata de la misma especie.

Algunas personas aprecian el sabor de su carne, así que lo cazan para comer. Al rastrearlo se pueden distinguir sus huellas porque son parecidas a los pies de un bebé.

Es considerado dañino porque provoca pérdidas cuando entra a comer maíz en los terrenos de siembra, sin embargo, su principal fuente de alimentación son los insectos, gusanos, frutas y ratones, esto ayuda a cumplir la importante función de dispersar semillas y controlar a otros animales que pueden ocasionar pérdidas de la producción agrícola.

José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:

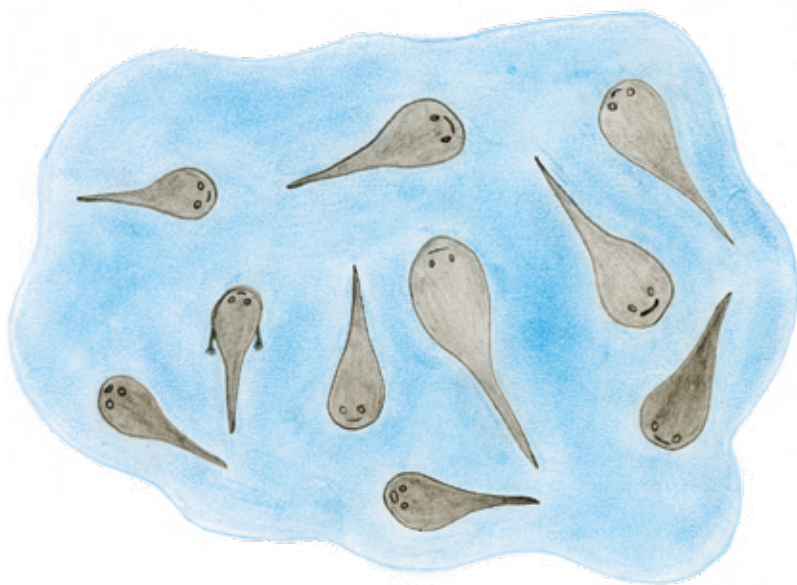
Nasua narica

Familia:

Procyonidae



Nadando viven hasta que pierden la cola y luego vuelven ranas, le cantan a la luna sola



Alma Patricia Valdivia Flores
12 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Lithobates spectabilis *

Familia:
Ranidae

* Esta especie es sólo una de las que se conocen como ranas en la región.

El tembolocate



Ura kiji indà



Hasta donde sabemos, el tembolocate o renacuajo no tiene un nombre en ixcateco, simplemente se describe como “ese animal que está en el agua” (*ura kiji indà*).

Estos animales son larvas o crías de las especies de ranas y sapos que se pueden ver en Ixcatlán en los sitios donde hay pozos y ríos. Solamente pueden vivir dentro del agua donde respiran con sus branquias y nadan hábilmente con sus colas, pero para llegar al estado de desarrollo adulto tienen grandes cambios en sus cuerpos. Entre los cambios más notables están la pérdida de sus branquias y cola, y el desarrollo de pulmones para poder respirar en el aire y cuatro patas para desplazarse en la tierra. En la época de lluvias, los machos (casi exclusivamente) emiten sonidos o “cantos” que les permiten atraer a las hembras gracias a una bolsa que tienen debajo de su boca y aparearse en el agua en donde depositan sus huevos.

Las ranas y los sapos tienen una importante función ecológica, ya que son alimento de una gran variedad de animales, especialmente de aves. También se alimentan de insectos como los mosquitos, contribuyendo a mantener controladas sus poblaciones.

En la región se han encontrado por lo menos 18 especies y su presencia en manantiales y arroyos nos puede indicar una buena calidad del agua porque son muy sensibles a la contaminación.



Fruto verde, pegajoso y con lechita,
¡ay, qué rico sabes guisado en salsa!



El tempesquisle

Chixu



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

El tempesquisle es un alimento frecuente en la época de cuaresma. El fruto se consume cuando aún está verde o inmaduro. Primero se cuece para cortar la “lechita” o látex, una sustancia blanca y pegajosa, y después se prepara en salsa, guisado o en escabeche. También, ya maduro, se come crudo por su sabor dulce.

En la región, los estudios arqueológicos nos indican que este fruto ha sido consumido desde hace al menos cinco mil años, cuando se cree comenzó a ser cultivado cerca de las cuevas donde vivían los primeros habitantes.

En Ixcatlán, los árboles de tempesquisle solamente se encuentran en el pueblo y son muy antiguos, muestra de la importancia que esta planta ha tenido para los ixcatecos, así como para otras culturas de la región del Valle de Tehuacán-Cuicatlán

Nombre científico:
Sideroxylon palmeri

Familia:
Sapotaceae



Monumento de Ixcatlán alguna vez quemado;
por el Señor de las Tres Caídas es muy visitado



La iglesia

Nungù

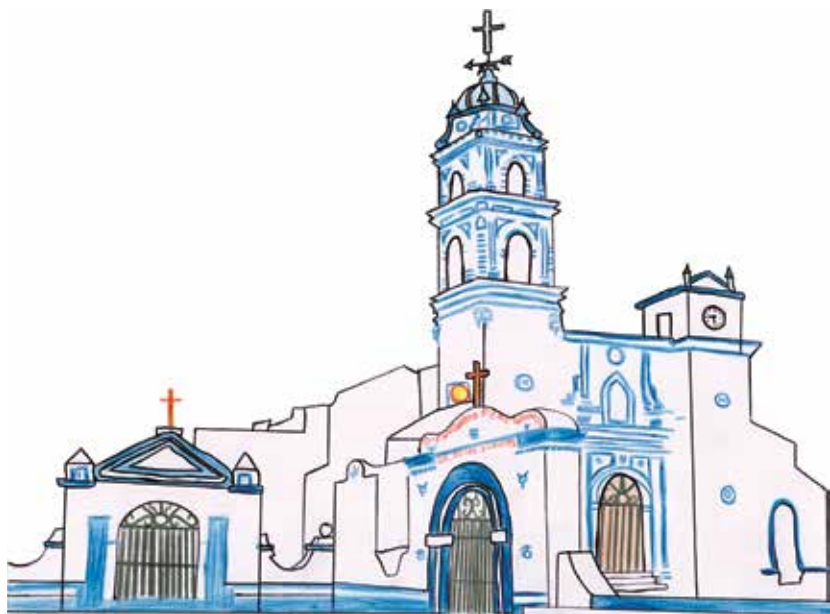


La iglesia ubicada en el pueblo de Santa María Ixcatlán fue construida en 1739 y ha sufrido varios cambios a causa de un incendio en 1966 y el terremoto del 28 de agosto de 1973 en el que se cayó una de las cúpulas.

Es el centro de la vida religiosa local, cuyas numerosas celebraciones católicas son motivo de convivencia y expresiones culturales para venerar a los santos que aquí se encuentran.

Las principales fiestas son: el “Cuarto Viernes” en la Cuaresma, cuando el pueblo se llena de visitantes para venerar al Señor de las Tres Caídas; la mayordomía de la coronación del Señor de las Tres Caídas; la celebración de la Virgen de la Natividad y las posadas.

En Carnaval, los *chanis* (jóvenes disfrazados de mujeres y hombres) bailan sin recato, invitando a quienes los observan a divertirse antes del inicio de la cuaresma. En septiembre, en honor a las celebraciones de la Virgen de la Natividad y la Virgen de Dulce nombre, hombres jóvenes y adultos realizan la danza de los Santiaguitos que representa la conquista española.



José Daniel Martínez Martínez
20 años, iccateco radicado en la Ciudad de México



Como fuego te quema si te toca,
después de un tiempo se convierte en mariposa



Jorge Hernández Velazco
17 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
*Leucanella sp.**

Familia:
Saturniidae

* Este género hace referencia a la especie representada en el dibujo



El tiranduchi

Uchóón



El tiranduchi, también conocido en otros lugares como azotador, es un animalito que generalmente tiene pelos o espinas que “pican” y provocan “quemaduras” muy dolorosas.

Es una larva de mariposa, generalmente nocturna, conocida también como oruga. Pasa todo su tiempo comiendo hasta que forma un capullo y se encierra para convertirse en mariposa. Esto le permite aumentar mucho su tamaño en poco tiempo, acumulando suficiente energía para la transformación, llamada metamorfosis.

El tiranduchi de moral es muy conocido en Ixcatlán, tiene cuerpo negro y espinas de color amarillo y rosado brillante. Este animalito también se llega a considerar dañino para algunas plantas en los solares porque se acumula en grandes cantidades sobre algunas plantas, acabándose sus hojas.



Entre más puntas es más codiciado
y en el varejón su rastro va dejando



Guillermo Valdivia Flores
21 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Odocoileus virginianus

Familia:
Cervidae



El venado

Uxcajndù



También se conoce como “venado cola blanca” y existe en casi todo México. Solo los machos tienen astas (conocidas como cuernos) que se les caen cada año y aunque el tamaño no indica la edad, sí refleja la calidad de la alimentación.

El venado es muy apreciado en Ixcatlán por el sabor de su carne, aunque actualmente no se consume debido a las regulaciones para su aprovechamiento y porque no se encuentran tantos animales como antes.

En México, a través de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre o UMAs se impulsan proyectos comunitarios para la conservación y producción de carne de venado. Esta puede ser una opción para comunidades como Ixcatlán en donde el venado ha formado parte de la alimentación y cultura desde hace miles de años.



Tiene cola larga y en los árboles anda,
le gustan las bellotas y sabe muy bien asada



Alma Patricia Valdivia Flores
12 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Sciurus aureogaster

Familia:
Sciuridae



La ardilla

Utyújñu



La ardilla tiene la cola esponjada, normalmente tiene la espalda gris y el vientre café rojizo, aunque la coloración varía mucho y no son raros los individuos negros. Vive en los árboles y hace sus madrigueras en huecos de troncos o forma nidos con hojas y ramas.

A pesar de la agilidad y rapidez que la caracteriza, y la hace difíciles de atrapar, en la región ha sido cazada y ha formado parte de la alimentación humana desde hace al menos once mil años, como lo muestran los estudios arqueológicos.

Es pariente de la “comadreja” ixcateca (*Spermophilus variegatus*) que vive cerca de los terrenos de cultivo donde se alimenta de maíz y otras semillas.

Actualmente, la cacería de estos y otros animales ha disminuido. En parte, por la disminución de las poblaciones de algunas especies y las restricciones actuales para la cacería, pero también por cambios en la alimentación en las comunidades. Sin embargo, es importante reconocer que esta actividad se encuentra asociada a conocimientos sobre el comportamiento de los animales y los sitios donde se encuentran, así como a técnicas tales como los sonidos que tratan de imitar a los animales para atraerlos, la elaboración de trampas e incluso el entrenamiento de perros; técnicas que forman parte del conocimiento tradicional de los pueblos.



Vuela como rayo de brillantes colores,
de un lado a otro pasa buscando flores



Esteban Valdivia García
52 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Cynanthus sordidus *

Familia:
Trochilidae

* La especie mencionada es sólo una de las que se encuentran en Ixcatlán



El chupamirto

Uxi'ña



El chupamirto es un ave pequeña que puede suspenderse en el aire y volar de reversa, aleteando de 15 a 80 veces por segundo.

También es conocida como colibrí o chuparrosas. Tiene pico largo y plumaje de colores brillantes y metálicos. Comúnmente, se observa volando de flor en flor y por eso dicen en Ixcatlán que “conocen el sabor de todas las flores” porque se alimenta del néctar e insectos que encuentran dentro de ellas. Cuando esto ocurre, el colibrí se lleva el polen de una flor a otra, contribuyendo a la reproducción de muchas especies de plantas; por eso se conoce como polinizador, al igual que las abejas, muchos murciélagos y otros animales.

El colibrí es considerado por los ixcatecos como animal de buena suerte y bueno para atraer el amor.

En Ixcatlán hay muchos tipos de chupamirtos, pero uno de los más comunes es el *Cynanthus sordidus*, aunque hay quienes mencionan que ya no se ven tanto como antes.

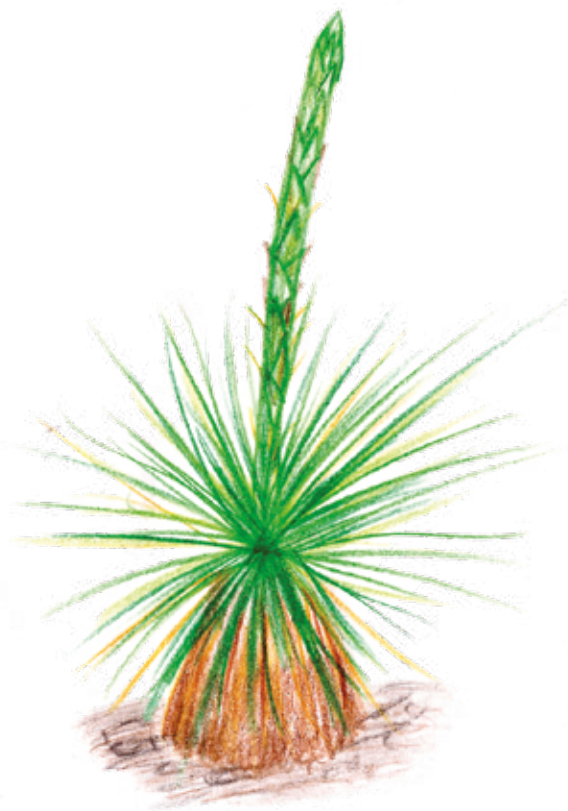


Tus amargas manos con tortilla se acompañan
y con tus hojas los artesanos los arcos arman



La cucharilla

Randyubí



Andrea Pérez Aguilera
22 años, Morelia

La cucharilla es una planta pariente de los magueyes, abunda en los matorrales que se encuentran en los alrededores del pueblo.

Es muy importante para los ixcatecos, puesto que con las bases de sus hojas, que parecen cucharas, se hacen arreglos para adornar los arcos que se ponen en las entradas de las casas para las posadas y en la entrada del pueblo en las fiestas patronales. Antes, las hojas también se usaban como cucharas para comer el pozole, dándole un sabor especial.

Sus flores, conocidas como manitas, son un alimento muy apreciado y nutritivo, pero hay que comerlas cuando están tiernas porque al madurar adquieren un sabor amargo. Para prepararlas primero se hierven, después se fríen con huevo o se bañan en salsa. Antes, cuando escaseaba el maíz, se hervían y martajaban con el nixtamal para hacer rendir la masa para hacer las tortillas.

Nombre científico:
Dasyllirion serratifolium

Familia:
Asparagaceae



Forma parte de cada hogar, aquí se pone la palma para trabajar y si te enfermas, con el temazcal aquí te puedes curar



La cueva

Xjù



Casi todas las casas en Santa María Ixcatlán tienen una cueva en el patio; esta es una construcción formada por un hueco en el suelo que puede tener hasta dos metros de profundidad y un techo con forma de cúpula o iglú.

En la cueva se almacena y teje la palma. En tiempo de calor o días soleados, su frescura y humedad evitan que la palma se troce y en época de frío se mantiene cálida.

También se usa para hacer temazcales para enfermos o mujeres después que dan a luz, sin embargo, esta práctica casi ha desaparecido. Igualmente, fue usada para esconderse con alimentos y animales domésticos en la época de la revolución, cuando llegaban los ejércitos combatientes al pueblo.

La cueva es, además, un espacio de convivencia donde familiares, vecinos o amigos se reúnen para tejer y platicar.



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán



**Lujo del monte y del solar,
hermosa eres nuestra flor nacional**



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Dahlia coccinea

Familia:
Asteraceae

* Este nombre científico solamente hace referencia a la dalia colorada de campo, representada en el dibujo



Las dalias

Tsjudaliá



En Ixcatlán las dalias se cultivan para “lujo” o adorno de los solares y para ponerlas en los altares que hay en las casas para reverenciar a los santos.

También hay en el campo y se distinguen dos especies por sus flores de color rojo (*Dahlia coccinea*) y morado (*Dahlia apiculata*). Además de la dalia de monte, que ha sido llevada para tenerlas más cerca y disfrutar de su belleza, en las casas se encuentran variedades cultivadas que tienen diversas formas y colores debido a la selección que ha hecho el hombre desde hace cientos de años y que ha dado lugar a más de 35 000 variedades.

Generalmente las diferentes dalias que se pueden ver en los solares ixcatecos son propagadas a través de “camotitos” o raíces que se intercambian entre vecinos o con personas de otras regiones que llegan a ofrecer sus productos.

La dalia es originaria de México y, por su belleza, en 1963 todas sus especies y variedades fueron decretadas como La Flor Nacional.



Andan siempre en pareja y pasan chillando, en sus plumas enseñan el arcoíris cuando las ves volando



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Ara militaris

Familia:
Psittacidae



La guacamaya

Uguacamáyá



Esta ave no se ve comúnmente en el poblado de Ixcatlán, pero se encuentra en las peñas en el terreno caliente de la comunidad, cerca de la colindancia con Tecomavaca. Es grande como el águila, sus plumas son de colores brillantes, suele andar en pares y chilla mientras vuela. En la región, su dieta se basa en semillas de copales (*Bursera spp.*), chupandilla (*Cyrtocarpa procera*), morralillo (*Celtis caudata*) y cactáceas columnares.

La guacamaya verde es una especie considerada en riesgo de extinción, en gran parte por el tráfico ilegal de mascotas que se da en la mayor parte del país. Se considera que la población existente en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán puede ser una de las más grandes que quedan en México. Por tal motivo, en la región se han despertado esfuerzos de conservación, como en San José del Chilar y Santa María Tecomavaca.

La conservación de la vegetación contribuye a que la guacamaya cuente con el hábitat que necesita para alimentarse y reproducirse. Esto hace fundamental la conservación de los bosques de encino y matorrales que se encuentran en todo el territorio de Ixcatlán y comunidades vecinas, para que las guacamaya puedan seguir habitando esta región.



Creces en la peña a pleno sol y en las posadas
acompañas a la cucharilla y el sotol



La jarrilla

Ch'en noxjo



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Tillandsia grandis

Familia:
Bromeliaceae

En Ixcatlán, a quienes les toca una posada en diciembre, van al monte por la jarrilla y otras plantas para adornar las casas.

Como signo de bienvenida para los peregrinos y las personas que los acompañan pidiendo posada, se pone un arco en las entradas de las casas. Este arco es construido con dos quiotes de maguey como postes que son adornados con las hojas de la jarrilla, mientras que la parte superior es adornada con figuras de hojas de cucharilla (*Dasyilirion serratifolium*) y sotol (*Beaucarnea stricta*).

La jarrilla se encuentra en las peñas, por lo que es difícil colectarla. En estos sitios crece lentamente hasta que alcanza un poco más de un metro, como a los 25 años, momento en el que comienza a producir flores cada año para su reproducción.



Sus gusanitos tostados son lo mejor,
pero primero hay que agarrarlos con humo y valor



La mimeagua

Ux'ue tsé



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

La mimeagua es una avispa mielera pequeña que llega a hacer panales muy grandes, comúnmente en zonas de matorral sobre árboles como el tlaxistle (*Amelanchier denticulata*). Aunque producen poca miel, son apreciadas porque en sus panales se encuentran muchas crías o “gusanitos” comestibles.

Durante la celebración de Todos Santos, es común encontrar en las ofrendas de los hogares panales de abejas y avispas o sus partes las cuales son llamadas “planchas”, y son compartidas con los visitantes. Las “planchas” de abejas europeas, conocidas en Ixcatlán como “enjambre”, contienen la miel que todos conocemos. Mientras que las “planchas” de avispas negras y mimeaguas, además de un poco de miel, contienen los apreciados “gusanitos” o larvas de estas avispas que se consumen una vez que se han tostado en el comal.

En el estado de Oaxaca se consumen 85 especies de insectos, de los cuales al menos dos son de este género (*Brachygastra azteca* y *Brachygastra mellifica*). En México se comen al menos 500 especies de insectos y son una saludable e importante fuente de proteína.

Nombre científico:
Brachygastra sp.

Familia:
Vespidae

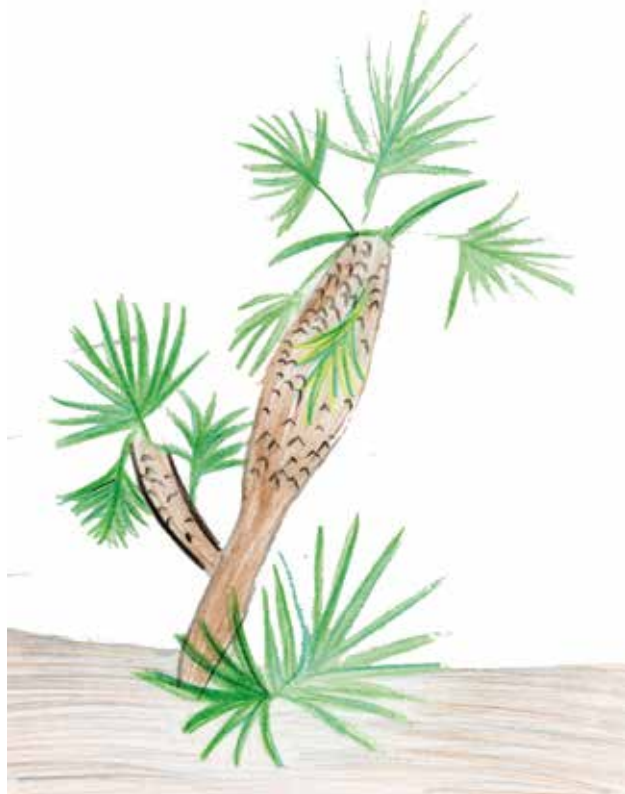


**Techo, tenate, sombrero y muchas cosas más,
del vientre hasta la tumba me acompañarás**



La palma

Tjen



José Daniel Martínez Martínez
20 años, ixcateco radicado en la Ciudad de México

La palma es un elemento fundamental del patrimonio biocultural ixcateco, por su importancia histórica en la subsistencia de la comunidad y su papel ecológico. Hay tres tipos: la criolla (*Brahea dulcis*) que es la más importante por su abundancia; la blanca (*Brahea calcarea*) y la media sierra (*Brahea dulcis* x *Brahea calcarea*). Estas plantas dominan el paisaje de Ixcatlán y se han usado desde tiempos muy remotos para techar y formar paredes de las casas, hacer mecates y muchas otras cosas.

Hay quienes ocasionalmente tejen los petates y canastos típicos de la región denominados “tenates” y quienes tejen los huarchitos que se ponen a los difuntos; pero la actividad a la que se dedica la mayor parte de la población es al tejido de sombreros. Los sombreros son intercambiados por maíz, víveres y artículos diversos o dinero en las tiendas, lo que convierte a la palma en un recurso natural fundamental para la subsistencia de las familias en Ixcatlán. Recientemente hay quienes han comenzado a forrar botellas para el mezcal, hacer aretes y alhajeros, entre muchas artesanías más innovando y transformando el tejido de palma en la comunidad.

Nombre científico:

Brahea dulcis

Familia:

Areaceae



Florecita morada, por tu olor te encuentro,
para acompañar al quelite, a mi casa te llevo



La pepitza

Xaxcunyà



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

La pepitza o pipicha es una hierba comestible pariente del papaloquelite (*Porophyllum ruderale* subsp. *macrocephalum*). Abunda en los palmares y terrenos de cultivo durante la época de lluvia, pero hay quienes la siembran en sus casas para tenerla a la mano.

Tiene un olor fuerte y sabor muy especial, producto de los aceites que están almacenados en sus hojas y se ven como manchas transparentes al observar las hojas a contraluz.

Se hierve con los llamados quelites tintoniles (*Amaranthus hybridus*) para darles sabor, también se come cruda acompañando varios platillos. Se usa como remedio para la alferecía, tomándola en té junto con el quelite tintonil. La alferecía es una enfermedad que les da a los niños y se puede identificar porque estos hacen muchos berrinches y no quieren comer.

Nombre científico:
Porophyllum linaria

Familia:
Asteraceae

Adentro del encino se encuentra su tesoro; te sirve para endulzar, para pegar y también para curar de todo



Sandra E. Smith Aguilar
33 años, Ciudad de México

Nombre científico:

Nannotrigona perilampoides

Familia:

Apidae

La trompetilla



Uratsjen si



La “trompetilla” o abeja mosquito es una abeja sin aguijón que vive en árboles huecos, principalmente encinos, y su miel es de sabor agrio, como lo indica su nombre ixcateco que significa “enjambrito agrio”.

La miel se usa para fortalecer a las personas que no quieren comer y su cera se usaba como pegamento. Al ser inofensiva, su miel es fácil de recolectar, pero según algunos pobladores, ya casi no se encuentra en el territorio de Ixcatlán.

Las abejas sin aguijón, también conocidas como “meliponas” ayudan polinizar muchas plantas cultivadas y silvestres en el mundo. En algunos lugares como Yucatán y la Sierra Norte de Puebla se crían para obtener su miel, cuyas propiedades medicinales están siendo reconocidas y aprovechadas para la elaboración de una gran variedad de complementos alimenticios, remedios y productos de cuidado personal, así como por sus beneficios como polinizadores en la producción de varias frutas.



Es chiquito y de color rojo fuerte,
si te enseña el buche, te trae la suerte



La venturilla

Utyucu rriyè



En Ixcatlán, esta pequeña ave es apreciada porque es símbolo de suerte. Cuando se le presenta a alguien mostrando el pecho anuncia buena fortuna, como la presencia o el regreso de un amor o la llegada de dinero.

Se observa comúnmente en el poblado sobre postes, cercas y en arbustos cercanos a los arroyos y manantiales.

El macho se distingue fácilmente por su color rojo brillante en la cabeza y pecho. La hembra es poco llamativa, tiene la cabeza y espalda de color gris, con el pecho blanco manchado y el vientre rosa pálido, pero se hace notar porque se elevan lentamente con movimientos parecidos a los de una mariposa para después dejarse caer rápidamente hasta pararse sobre algo o atrapar algún insecto para alimentarse.



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Pyrocephalus rubinus

Familia:
Tyrannidae



Como sonaja suena, pero no está jugando;
le gustan los ratones y se mueve arrastrando



La víbora de cascabel

Uchixé



La víbora de cascabel se distingue por su sonido y se considera nociva por su veneno. Hasta que se instaló la clínica en el pueblo, su mordedura era tratada picándose con una espina o puya de maguey y aplicando socoya (*Pistacia mexicana*) y nopal de coyote (*Opuntia* sp.), remedio que se sigue utilizando para curar al ganado y otros animales domésticos.

En la región de Tehuacán-Cuicatlán hay al menos tres especies de serpiente de cascabel. Aunque todas son venenosas, normalmente evitan al hombre y solo atacan cuando se sienten en peligro, si esto ocurre, hacen sonar su cascabel y enrollan el cuello en forma de "S". Se recomienda alejarse de ellas y no matarlas, puesto que son muy importantes para controlar las poblaciones de sus presas, como los ratones y ardillas que consumen el maíz, trigo y otros cultivos.

Diego Emerson González Zárate
11 años, Tejuapam, Oaxaca

Nombre científico:
Crotalus sp.

Familia:
Viperidae



Come fruta de nebro y a veces una gallina, tiene cola esponjada y una carita fina



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
Urocyon cinereoargenteus

Familia:
Canidae



La zorra

Urradindyà



En Ixcatlán, como en otras partes, se piensa que la zorra es principalmente carnívora, ya que llega a comerse algún pollo; es poco apreciada por quienes tienen animales de cría en sus casas. Sin embargo, tiene una dieta muy variada, compuesta por ratones, ardillas, lagartijas, aves y una gran diversidad de insectos y frutas.

La versatilidad de su alimentación, al igual que los coyotes, les otorga un papel ecológico muy importante porque mantienen controladas las poblaciones de muchas especies de roedores e insectos que pueden llegar a ser plagas para la agricultura; dispersan y facilitan la germinación de las semillas de muchas plantas, algunas de ellas de gran importancia en Ixcatlán, como el nebro (*Juniperus flaccida*) que se usa como leña y en la construcción de casas, y los nopales (*Opuntia* spp.).

La zorra puede trepar árboles, habilidad que le es muy útil para escapar de depredadores. Al igual que el coyote, forma parejas permanentes, aunque no es común que las parejas de zorras vivan varios años porque con frecuencia mueren a causa de la rabia.

Se dan en árboles y en la peña, en el monte y el solar;
las cuidamos para adornar la urna y el altar



Alma Patricia Valdivia Flores
12 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:

*Epidendrum radioferens**
& *Euchile karwinskii* *

Familia:

Orchidaceae

* Estos nombres científicos hacen referencia a las especies representadas en el dibujo

Las monjitas



Tsjuchà



En el territorio de Ixcatlán se han registrado 18 especies de orquídeas que son conocidas con el nombre de monjitas.

Son muy apreciadas por la belleza y el olor agradable de sus flores, por lo que son consideradas como un “lujo” o adorno del campo que debe ser cuidado para disfrutarlo.

En Semana Santa se adorna la urna del Señor de las Tres Caídas con monjitas amarillas (*Euchile karwinskii*) o coloradas (*Epidendrum radioferens*) y en la celebración de Todos Santos se ofrecen a las ánimas o difuntos las monjitas moradas (*Laelia anceps*) y blancas (*Laelia albida*).

Las monjitas se encuentran en el monte sobre árboles, principalmente encinos, en peñas, en el suelo a pleno sol o al pie de algún arbusto. En el pueblo se propagan algunas monjitas como la amarilla, morada y blanca para que sean un “lujo” en las casas y tener sus flores a la mano para los altares.



Amarillo, colorado y prieto en el monte estás
y de los mismos colores en el fogón te pondrás



Los encinos

Yange



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Nombre científico:
*Quercus liebmannii**

Familia:
Fagaceae

En Ixcatlán hay diez especies de encinos que forman bosques alrededor del pueblo y parajes como Río Frío, Gandudo y Rascatoro.

Los encinos amarillo (*Quercus liebmannii*) y cucharilla (*Quercus urbanii*) son recursos muy importantes para la comunidad de Santa María Ixcatlán. Representan una de las principales fuentes de energía de los hogares, por su uso como leña para cocinar los alimentos, hacer pan y preparar el mezcal. Por la dureza de su madera son muy apreciados para la construcción de casas y fabricar mazos de diversas herramientas.

Las ramas del encino colorado (*Quercus acutifolia* y *Quercus conspersa*) se usan en baños de temazcal después del parto y su corteza sirve para lavar heridas.

El ganado consume las bellotas e incluso se hacen juguetes con ellas, como los trompitos. Al descomponerse, las hojas producen tierra que se usa como abono para el cultivo de plantas en los solares. Además, los bosques de encino albergan una gran variedad de plantas y animales, dándole vida y belleza a los lugares donde se encuentran.

* Esta especie hace referencia al encino amarillo representado en el dibujo

Unos dicen que gente comían y otros que son nuestros antepasados que en cuevas vivían



José Rosario Martínez
45 años, Santa María Ixcatlán

Los gentiles

Cajín



A los antepasados de los ixcatecos se les conoce con el nombre de gentiles. No se sabe mucho sobre ellos, pero dejaron vestigios de su paso, fundamentales para conocer la historia ixcateca.

En todo el territorio se pueden ver piezas de cerámica, metales, collares de conchas, navajas de obsidiana y figuritas que son llamadas “trastecitos de gentil”. En Loma de Muerto hay cuevas donde se han encontrado estos restos. En el paraje de La Murala hay restos de muros y pequeñas pirámides, lo que sugiere que estos sitios fueron asentamientos importantes de los ixcatecos en el pasado.

Los gentiles en otras comunidades de la región pueden tener un significado diferente. Por ejemplo en San Lorenzo Pápalo, una comunidad cuicateca, los gentiles son “seres del monte” que cuidan la naturaleza. Las diferencias en la forma de explicar las cosas entre estas culturas también son una muestra más de la riqueza del patrimonio biocultural de la región del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

LITERATURA CONSULTADA

- Boege, E., 2008. El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Instituto Nacional de Antropología e Historia y Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígena. México.
- Bye, R. y E. Linares, 2000. Los quelites plantas comestibles de México: una reflexión sobre intercambio cultural. CONABIO-Biodiversitas 31:11-14.
- Bye, R., y E. Linares, 2008. La Dalia, Flor Nacional de México. CONABIO-Biodiversitas 76:13-15.
- Canseco, L. y G. Gutiérrez, 2006. Guía de campo de los anfibios y reptiles del Valle de Zapotitlán, Puebla. Sociedad Herpetológica Mexicana, A.C. y Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.
- Ceballos, G. y G. Olivera, 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Del Coro, M. y A. Valiente, 2004. Aves de la reserva de la biósfera Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Ecología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fundación Cuicatlán. México.
- Enríquez-Peña, E.G. y H. Suzán-Azpiri, 2011. Estructura poblacional de *Taxodium mucronatum* en condiciones contrastantes de perturbación en el estado de Querétaro, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 153–67.
- García-Mendoza, A.J., M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (editores), 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund. México.
- García-Mendoza, A.J. 2011. Agavaceae, Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán Fascículo 88. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Hernández, F., 2001. La seda nativa: un recurso potencial para el estado de Veracruz, México. Foresta Veracruzana 3: 53–56.
- Hironymous, M.O., 2007. Santa María Ixcatlan, Oaxaca: From colonial cacicazgo to modern municipio. Tesis para obtener el grado de Doctor en Filosofía. Universidad de Texas. Estados Unidos.
- Krömer, Thorsten, A. Espejo-Serna, A.R. López-Ferrari, R. Ehlers y J. Lautner, 2012. Taxonomic and nomenclatural status of the mexican species in the *Tillandsia viridiflora* complex (Bromeliaceae). Acta Botánica Mexicana, 99: 1–20.
- Linares, E. y R. Bye, 2008. El copal en México. CONABIO-Biodiversitas 78:8-11.
- Macneish, R.S., 1992. The origins of agriculture and setteled life. University of Oklahoma Press. Estados Unidos.
- Molina, M., 2010. La recuperación de la lengua xuani-ixcateca de Oaxaca a través del video. Coordinación de Publicaciones del Colegio Superior para la Educación Integral Intercultural de Oaxaca, Centro de Estudios y Desarrollo de las Lenguas Indígenas de Oaxaca y Fundación Alfredo Harp Helú, Oaxaca. México.
- Rangel-Landa, S., E. Rivera-Lozoya y A. Casas, 2014. Uso y manejo de las palmas *Brahea* spp. (Arecaceae) por el pueblo ixcateco de Santa María Ixcatlán Oaxaca, México. Gaia Ciencia 8:62–78.
- Rangel-Landa, S., A. Casas, E. Rivera-Lozoya, I. Torres-García y M. Vallejo-Ramos, 2016. Ixcatec ethnoecology: plant management and biocultural heritage in Oaxaca, Mexico. Journal Ethnobiology and Ethnomedicine 12(1): e30.
- Solis, L., 2006. Etnoecología cuicateca en San Lorenzo Pápalo, Oaxaca. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Swanton, M., 2008. La escritura indígena como “material lingüístico”. Una carta en lengua ixcateca al presidente Lázaro Cárdenas. En: S. Doesburg (editor). Pictografía y escritura alfabética en Oaxaca. Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca, Oaxaca. pp. 353–387.
- Thornton, E.K., K.F. Emery, D.W. Steadman, C. Speller, R. Matheny y D. Yang, 2012. Earliest Mexican Turkeys (*Meleagris gallopavo*) in the Maya Region: Implications for Pre-Hispanic Animal Trade and the Timing of Turkey Domestication. PLoS ONE 7: e42630.

LITERATURA RECOMENDADA

Para conocer más sobre el patrimonio biocultural ixcateco y de México se puede consultar las siguientes obras:

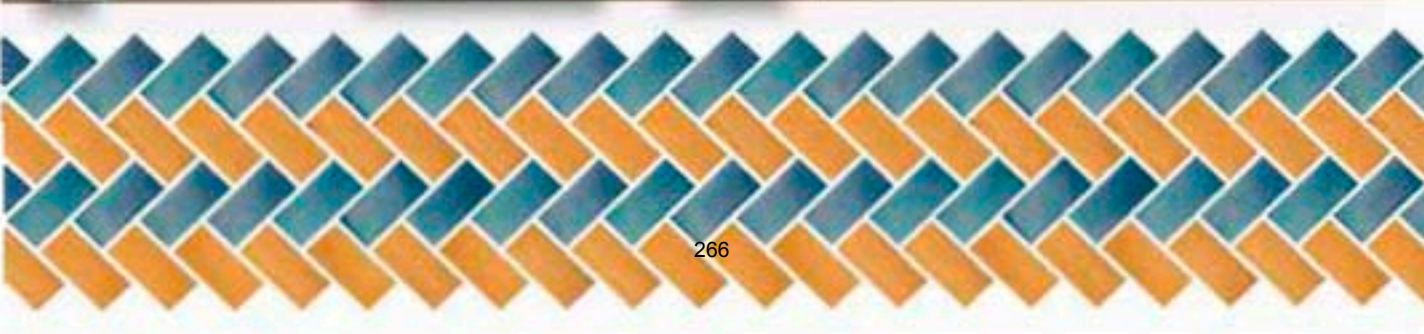
- Bartolomé, M., 1991. Historia Ixcateca. Instituto Nacional de Antropología e Historia, CIESAS unidad Oaxaca y Gobierno del Estado de Oaxaca. México.
- Berruecos, J. y Q. Sotelo, 2005. Ixcatecos, serie Ventana a mi Comunidad. Coordinación General de Educación Intercultural y Bilingüe SEP. México.
- Boege, E., 2008. El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Instituto Nacional de Antropología e Historia y Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígena. México.
- Cook, S.F., 1958. Santa María Ixcatlán: habitat, population, subsistence. University of California Press. Estados Unidos.
- Fernández, T., 1961. Diccionario Ixcateca. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.
- García-Mendoza, A. J., M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas (editores), 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund. México.
- Mendoza, E., 1998. Los eternos tejedores de Santa María Ixcatlán. México Desconocido, 257: 20–25.
- Nava, C. y M. Romero, 2007. Ixcatecos, pueblos indígenas del México contemporáneo. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México.
- Rangel-Landa, S., E. Rivera-Lozoya y A. Casas, 2014. Uso y manejo de las palmas *Brahea* spp. (Arecaceae) por el pueblo ixcateco de Santa María Ixcatlán Oaxaca, México. Gaia Ciencia 8:62–78.
- Swanton, M., 2008. La escritura indígena como “material lingüístico”. Una carta en lengua ixcateca al presidente Lázaro Cárdenas. En: S. Doesburg (editor). Pictografía y escritura alfabética en Oaxaca. Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca, Oaxaca. pp. 353–387.

PATRIMONIO BIOCULTURAL IXCATECO

**DE LA COMUNIDAD DE SANTA MARÍA IXCATLÁN,
OAXACA, MÉXICO**

SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EN DICIEMBRE DE 2016
EN LOS TALLERES DE EDITORIAL MOREVALLADOLID S. DE R.L. DE C.V.
TLALPUJAHUA 445, MORELIA, MICHOACÁN, MEXICO, C.P. 58040
TEL. 443 327 68 81 • fondoeditorialmorevallado@hotmail.com
EL DISEÑO Y ARMADO ESTUVIERON A CARGO DE TONALLI/TPGMORELIA
tonallitpg@gmail.com

SE UTILIZÓ LA FUENTE CRONOS PRO.
LA EDICIÓN CONSTÓ DE 1000 EJEMPLARES.



ANEXO 2

Investigaciones para el manejo de *Agave potatorum*

Torres, I., A. Casas, A. Delgado-Lemus y S. Rangel-Landa. 2013. Aprovechamiento, demografía y establecimiento de *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán, México: aportes etnobiológicos y ecológicos para su manejo sustentable. *Zonas Áridas* 15 (1): 1-16.

Rangel-Landa, S., A. Casas y P. Dávila. 2015. Facilitation of *Agave potatorum*: an ecological approach for assisted population recovery. *Forest Ecology and Management* 347:57–74.

Artículo original

Aprovechamiento, demografía y establecimiento de *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán, México: Aportes ecológicos y etnobiológicos para su manejo sustentable

IGNACIO TORRES, ALEJANDRO CASAS^{1*}, AMÉRICA DELGADO-LEMUS, SELENE RANGEL-LANDA,

Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM),
Apartado Postal 27-3, Santa María Guido, C.P. 58090, Morelia, Michoacán, México.

*Autor para correspondencia. E-mail: acasas@cieco.unam.mx

Recibido: 30 Septiembre 2013

Aceptado: 11 de Diciembre 2013

RESUMEN

Agave potatorum es una especie multipropósito de alto valor cultural y económico en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, México, especialmente para la producción de mezcal. Es una de las especies más vulnerables debido a las elevadas tasas de extracción, la creciente demanda de mezcal, las particularidades de su biología reproductiva y los limitados esfuerzos de manejo. Se integra información etnobiológica, económica y ecológica sobre su aprovechamiento en el territorio de la comunidad de San Luis Atolotitlán, Puebla y se discuten recomendaciones para su manejo sustentable. Estimamos que anualmente se extrae entre 54% y 87% de los individuos reproductivos existentes en ese territorio; aún así, existe un déficit de alrededor de 5,000 agaves que son importados de otras comunidades. Análisis demográficos de poblaciones bien conservadas proyectan una tasa cercana al equilibrio, sin embargo éstas decrecen. La sobrevivencia de las plántulas y juveniles es el valor que más aporta al desempeño demográfico, simulaciones de viabilidad poblacional sugieren que las poblaciones peligran a corto plazo. Se identificaron 12 especies de arbustos con calidad de nodrizas indispensables para el establecimiento de *A. potatorum*. Se proponen bases para recuperación poblacional asistida y reordenamiento de prácticas extractivas y pecuarias bajo un esquema de manejo adaptativo.

Palabras clave: *Agave potatorum*, demografía, extinción local, manejo sustentable, mezcal, nodricismo, reforestación, reordenamiento territorial.

ABSTRACT

Agave potatorum is a multipurpose specie with high cultural and economic value in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico, especially for the production of mescal. It is also one of the most vulnerable species due to its high extraction from forests, increasing demand of mescal, its reproductive biology and limited management efforts. In this paper we review ethnobiological, economic and ecological information generated in the territory of the community of San Luis Atolotitlán, Puebla in order to construct a sustainable management strategy. We estimate that 54 to 85% of all adult plants of this agave occurring in the territory of the village are annually extracted, and people have to import additionally nearly 5,000 agaves from other villages. Demographic analyses indicate that conserved populations are close to the demographic equilibrium, but even these are declining. The survival of seedlings and juvenile plants mostly contribute to demographic performance; population viability analyses suggest that populations are at risk in the relatively short term. We identified 12 shrub species as quality nurse plants indispensable for establishment of *A. potatorum*. From this information we discuss specific recommendations for sustainable use of this agave in the perspective of adaptive management.

Keywords: *Agave potatorum*, demography, local extinction, sustainable management, mescal, nurse plants, reforestation.

INTRODUCCIÓN

La Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC), es uno de los reservorios más importantes de diversidad de *Agave* en México, pues alberga 34 especies de este género (García-Mendoza, 2011). La RBTC se caracteriza también por poseer una gran diversidad cultural, la cual está representada por ocho grupos étnicos indígenas (Casas *et al.*, 2001), así como cientos de comunidades campesinas mestizas, las cuales están íntimamente ligadas con el entorno natural que los rodea y tienen un profundo conocimiento de la flora del área. Así, los estudios etnobotánicos han registrado para la región que de un total de 3,000 especies de plantas vasculares, poco más de 1,600 especies son conocidas y aprovechadas para distintos propósitos por los pobladores del área (Lira *et al.*, 2009; Arellanes *et al.*, 2013). Algunas de estas especies han sido utilizadas desde tiempos prehistóricos (MacNeish, 1967), como son los casos de especies de *Opuntia*, *Stenocereus*, *Lemaireocereus* y otras cactáceas y, particularmente importantes, varias del género *Agave* (Smith, 1967). El uso de agaves ha prevalecido hasta la actualidad, habiéndose documentado para la región de Tehuacán-Cuicatlán 29 especies útiles con 12 categorías de uso diferentes (Delgado-Lemus, 2008; García-Mendoza, 2011).

El aprovechamiento de los recursos vegetales de la RBTC ocasiona impactos y éstos pueden determinar riesgos en la permanencia de poblaciones o especies exclusivas para la región. Por ello, el análisis de los patrones de aprovechamiento y de las condiciones para asegurar la permanencia de poblaciones locales es de primordial importancia. El estado de aprovechamiento y el de conservación de las distintas especies de agave dependen de factores relacionados con la intensidad de la extracción, la demanda de los productos aprovechables, la distribución y abundancia de cada especie, su biología reproductiva (particularmente si presentan o no propagación vegetativa), la parte útil aprovechada (si es todo el individuo o

algunas de sus partes), y si existe o no manejo para abatir el riesgo asociado al aprovechamiento del recurso, entre otros factores. Algunos estudios han incorporado información sobre los aspectos mencionados, con el fin de elaborar índices que permitan evaluar la vulnerabilidad y grado de riesgo de especies con alto valor económico y cultural en la RBTC (Blancas *et al.*, 2013; Arellanes *et al.*, 2013). Mediante indicadores e información generales, en esos estudios se ha identificado que *Agave potatorum* es una de las especies con más altos índices de riesgo (Torres, 2004, 2009; Arellanes *et al.*, 2013), debido principalmente a la elevada extracción de agaves para la elaboración de mezcal, así como a los limitados o inexistentes esfuerzos de manejo para contrarrestar dicho riesgo.

La presión sobre algunos recursos vegetales de la región, entre ellos *A. potatorum*, actualmente se encuentra en aumento. Este es el caso de algunas especies de agaves, principalmente los que se utilizan para elaborar mezcal. Esta bebida destilada ha ganado popularidad desde hace alrededor de dos décadas, y su demanda aumenta paulatinamente, de tal forma que su comercialización ha alcanzado dimensiones internacionales. En total, en México se utilizan 42 especies de agave para producir mezcal (Colunga-García *et al.*, 2007), y aunque algunas especies son cultivadas, la gran mayoría se extraen de poblaciones silvestres y, en la mayoría de los casos, se carece de técnicas de manejo o formas de organización y reglas de aprovechamiento que protejan a estos recursos de la extinción. Por ello, resulta urgente el desarrollo de estrategias integrales que permitan caracterizar los patrones de aprovechamiento, diagnósticos rápidos sobre su distribución y abundancia, caracterizar aspectos ecológicos y determinar los efectos de la extracción en la supervivencia de los individuos y de las poblaciones. Igualmente importante es reconocer los factores que influyen en la germinación y establecimiento de plantas, pues en ello descansa la base para recuperar poblaciones afectadas y desarrollar técnicas de manejo sustentable del recurso y de los ecosistemas en los que se encuentran.

En el presente estudio se revisa información etnobiológica, económica y ecológica de estudios que nuestro grupo de investigación ha realizado en la RBTC, con el fin de aportar a las comunidades regionales elementos para diseñar estrategias de aprovechamiento sustentable de un recurso forestal tan importante como es *A. potatorum*. En particular, el estudio analizó: (1) el balance entre la disponibilidad espacial del recurso y la demanda de aprovechamiento en un territorio concreto, (2) el efecto del aprovechamiento sobre la dinámica de las poblaciones y (3) las condiciones indispensables para la regeneración de las poblaciones, como base para una recuperación asistida de las poblaciones de este recurso. Puesto que la mayor parte de los agaves mezcaleros tienen una situación similar a la de *A. potatorum*, se aspira a que las conclusiones de este estudio sirvan como base para abordar la problemática de otras especies en la propia RBTC y quizás sean de utilidad para abordar el manejo de agaves en otras regiones de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este trabajo se llevó a cabo en la comunidad de San Luis Atolitlán (SLA), municipio de Caltepec, dentro de la RBTC, México (Figura 1). Su territorio cuenta con un área de 11,800 ha, donde predominan los suelos volcánicos y calizos. El clima es semicálido, con una precipitación anual de 407 mm en promedio. Los tipos de vegetación predominantes son

distintos matorrales xerófilos como la chichipera de *Polaskia chichipe* y *P. chende*, el cardonal de *Mitrocereus fulviceps*, el izotal de *Beaucarnea purpusii*, y el matorral rosetófilo de *Dasyllirion serratifolium* (véase Valiente-Banuet *et al.* 2000 para una caracterización de estos tipos de asociación vegetal). La comunidad está compuesta por alrededor de 200 unidades familiares, y principalmente se practica la agricultura de temporal y en muy baja proporción la de riego. La recolección temporal de recursos vegetales silvestres es una actividad muy importante, ya que hemos documentado alrededor de 280 especies de plantas útiles que son utilizadas por las familias campesinas locales. La elaboración de mezcal, la cría extensiva de ganado y la albañilería son otras actividades económicas complementarias. Además, prácticamente todas las mujeres se dedican al tejido de hojas de palma (*Brahea dulcis*) para la elaboración de artesanías (Torres, 2004).

Especie estudiada

Agave potatorum es una especie perteneciente a la familia Asparagaceae (Agavoideae), endémica de los estados de Puebla y Oaxaca. Recibe el nombre común de “maguey papalote” o “papalometl” (del náhuatl: papalotl = mariposa y metl = maguey). Es una especie monocárpica, que tarda de 8 a 12 años en florecer, la cual no presenta reproducción asexual. Por lo general es una planta acaulescente, de rosetas pequeñas con 50 a 80 hojas de color verde glauco, cortamente ovado-lanceoladas, planas, con márgenes ondulados a profundamente crenados, con los dientes y la espina terminal de las hojas de color castaño (Figura 2a). La formación de la inflorescencia (escapo o ‘quiote’) se hace evidente en el mes de junio; ésta puede alcanzar de 3 a 6 m de altura y presenta alrededor de 11 umbelas, cada una formada por alrededor de 10 flores (Figura 2 a y b) (Gentry, 1982; Estrella-Ruíz, 2008). Las flores son protándricas y son visitadas tanto por animales diurnos como por nocturnos, siendo los murciélagos del género *Leptonycteris* spp. los principales polinizadores (Estrella-Ruíz, 2008). En la RBTC se ha reportado la presencia de *A. potatorum* en 14 tipos de asociaciones vegetales (Valiente-Banuet *et al.*, 2000; Delgado-Lemus, 2008), y habita un rango altitudinal que va desde los 1240 a los 2300 msnm (Gentry, 1982).

Importancia y riesgos en el aprovechamiento de *Agave potatorum* en la RBTC

Agave potatorum es una especie de alto valor cultural y económico para algunas comunidades rurales de la RBTC. Es una especie multipropósito que satisface distintas necesidades como alimento, material de construcción, medicina, combustible, forraje, cerca viva, ornamental y control de la erosión de suelos; pero en especial se utiliza ampliamente para la elaboración de mezcal. El mezcal de esta especie es de alta calidad organoléptica y uno de los más apreciados en la región y en México. La elaboración de mezcal con esta especie constituye una de las pocas actividades locales en las que se utilizan especies silvestres y que determinan un ingreso monetario significativo para la economía familiar.

Los productores de mezcal de SLA, reconocen que la calidad y rendimiento del recurso varía según la unidad ambiental en donde crecen las poblaciones; esta variación podría deberse a diferencias en la concentración de inulina y de otros metabolitos secundarios que la planta produce en respuesta a variaciones ambientales. De acuerdo con los productores, el mezcal

elaborado con agaves provenientes de ambientes más xéricos posee propiedades organolépticas superiores y su rendimiento por unidad de masa es mayor a la de mezcales elaborados con agaves provenientes de unidades ambientales con condiciones más méxicas (Delgado-Lemus, 2008). Dichas propiedades son apreciadas por los consumidores, por lo que los agaves que crecen en condiciones relativamente más estresantes son preferidos sobre agaves provenientes de otros lugares.

Sin embargo, en los últimos 10 años la demanda de mezcal ha aumentado en el mercado y ello ha determinado mayor presión sobre las poblaciones silvestres, aumentando el riesgo de que éstas se extingan. Tal situación se debe a que para elaborar mezcal se requiere extraer las plantas completas para utilizar el tallo y las bases foliares (Figura 2 c y d). Pero la extracción debe llevarse a cabo justo antes de que ocurra la producción del escapo y la inflorescencia (Figura 2a). Esto es así, pues los campesinos saben que la producción de la inflorescencia disminuye la cantidad de azúcares en el tallo. No obstante, al coleccionar los agaves en esta etapa se cancela su único evento reproductivo; es decir, la extracción de agaves para producir mezcal anula por completo la producción de semillas. De acuerdo con nuestros estudios, cada individuo en edad reproductiva puede producir de 2,000 a 9,500 semillas (Torres, 2009), mismas que dejan de producirse por cada medio litro de mezcal, pues en promedio dos agaves rinden un litro de esta bebida.

Los pobladores de distintas comunidades rurales han expresado su preocupación por el hecho de que las poblaciones de este agave están paulatinamente más fragmentadas y progresivamente deben ir a coleccionarlas en sitios más alejados de las comunidades rurales. También les preocupa la falta de técnicas de manejo adecuadas para la conservación de este recurso. Tomando en cuenta la problemática que presenta este importante recurso, nuestro grupo de investigación ha llevado a cabo estudios con diferentes enfoques, con la finalidad de generar información útil para su aprovechamiento y manejo sustentable. Los métodos de tales enfoques se explican a continuación.

Caracterización de los patrones de aprovechamiento y distribución

Se documentaron los patrones de aprovechamiento, particularmente evaluando las tasas de extracción de agaves, el valor de la producción y su contribución a la economía campesina. Junto a esta demanda del recurso, se evaluó la disponibilidad total anual de agaves dentro del territorio de la comunidad productora de mezcal. Con estos elementos se analizó la magnitud del impacto asociado al aprovechamiento del agave estudiado. El análisis de la extracción y valor de la producción se realizó con base en estudios etnobiológicos y entrevistas semi-estructuradas a 14 unidades de producción de mezcal. Se reportan aquí los datos para un año de estudio, los datos para años subsecuentes se analizarán en otro foro. La disponibilidad espacial de los recursos se evaluó a través de muestreos de vegetación. Se contabilizaron los agaves en edad reproductiva en un total de 21 puntos de muestreo, cada uno de ellos con una superficie de 500 m². Con base en observaciones de campo geo-referenciadas se determinó el área en la que se encuentra *A. potatorum* dentro del territorio de SLA. Tomando en cuenta el valor promedio de la abundancia de los sitios muestreados y la superficie del territorio de la comunidad en la que se distribuye se estimó la disponibilidad global del recurso dentro de la comunidad (Delgado-Lemus, 2008).

Demografía y análisis prospectivos de viabilidad poblacional

Se caracterizó la dinámica de dos poblaciones conservadas de *A. potatorum* con la finalidad de conocer su desempeño demográfico. Para ello se establecieron dos parcelas de 2,500 m², marcando todos los individuos de agave presentes. Se midieron la altura, diámetro, número de hojas y área foliar de las últimas cuatro hojas producidas por cada individuo. Con base en esta información se determinaron categorías de tamaño de los agaves. Después de un año se estimó el crecimiento o decrecimiento de cada agave medido, su sobrevivencia o mortandad y con base en esta información se estimó la tasa finita de crecimiento (λ) de cada población. Se hicieron análisis de elasticidad para identificar qué categorías y parámetros demográficos son más vulnerables y cuales aportan más al valor de λ . Se analizó la viabilidad futura de las poblaciones y se hicieron simulaciones del efecto de distintas tasas de extracción y de distintos escenarios de recuperación asistida de las poblaciones (véanse detalles de este estudio en Torres 2009; análisis más detallados de los estudios demográficos están en preparación para publicarse en otro foro).

Nodricismo, germinación y establecimiento

Se llevaron a cabo experimentos en campo y laboratorio para analizar las condiciones de germinación y establecimiento de *A. potatorum* en asociación con especies arbustivas y arbóreas de la vegetación natural. Para ello se analizó la distribución espacial de los individuos de agave mencionados en el párrafo anterior, se analizó si su distribución era aleatoria o sesgada en asociación con especies particulares de arbustos y árboles que cumplen el papel de nodrizas. Se identificaron aquellas nodrizas más importantes en los sitios estudiados, con el fin de desarrollar recomendaciones particulares para técnicas de recuperación asistida de poblaciones con mayor probabilidad de éxito. Se evaluó la germinación y sobrevivencia de plántulas debajo de plantas nodrizas y sitios abiertos, así como el crecimiento y producción de hojas en plantas juveniles de agave trasplantadas a tales condiciones experimentales (los detalles metodológicos de este estudio se pueden consultar en Rangel-Landa 2009; análisis más detallados de este estudio se encuentran en preparación para su publicación en otro foro).

RESULTADOS

El trabajo llevado a cabo por Delgado-Lemus (2008), registró que *A. potatorum* tiene en la comunidad de SLA los siguientes usos: (i) como alimento, consumiéndose los botones florales hervidos, y el escapo tierno y las bases foliares horneadas; (ii) como especie medicinal se utilizan las hojas crudas u horneadas; (iii) como material de construcción se utiliza el escapo seco así como para elaborar utensilios; (iv) como forraje, la gente reconoce que el ganado bovino consume los escapos tiernos de este agave, y nuestras observaciones de campo permitieron corroborarlo; (v) como planta ornamental y ceremonial, se utilizan las plantas juveniles completas trasplantadas a los solares y otros sitios de horticultura, así como a los altares erigidos en actividades religiosas, particularmente la festividad de la Virgen de Guadalupe el 12 de diciembre; y (vi) el uso más relevante desde el punto de vista económico, que es el aprovechamiento para la elaboración de mezcal. Esta actividad involucra y beneficia a 60 (30% del total) familias de SLA. Las ganancias generadas por esta actividad son repartidas entre los

distintos eslabones de producción. El 58% es absorbido por los productores, el 26% lo reciben los peones, el 11% los colectores de agaves y el 4% los comerciantes que lo expenden en la comunidad. El intermediarismo para su comercialización al exterior de la comunidad es aún incipiente y poco importante.

Se estima que anualmente para satisfacer las necesidades de las 14 unidades de producción se necesitan en promedio cerca de 12,000 agaves (Delgado-Lemus, 2008); dentro del territorio de la comunidad se extraen sólo entre 4,000 y 6,400, mientras que el resto se compra a las comunidades vecinas. Se estimó que *A. potatorum* se distribuye en un área de 608 ha dentro del territorio de la comunidad (Delgado-Lemus, 2008) y que en promedio existe una disponibilidad de 12 ± 16 agaves adultos por hectárea, por lo que calculamos que anualmente estarían disponibles cerca de 7,300 individuos de agave adultos, extraíbles para la elaboración de mezcal. Los cálculos de extracción indican que en el territorio de SLA se aprovechan entre el 54% y el 87% del total de individuos reproductivos disponibles. La percepción de los pobladores de SLA sobre el estado actual del recurso es que hoy en día se requiere ir cada vez más lejos para extraer agave mezcalero. Los campesinos afirman que hace 30 o 40 años, en diversos parajes cercanos al pueblo existía una gran abundancia de esta especie y que ahora han desaparecido debido a la actividad mezcalera, es decir se documentaron casos de extinción de poblaciones locales. Actualmente es posible identificar y mapear los sitios en donde había agaves y sus poblaciones se extinguieron.

Los análisis demográficos (Torres, 2009) indicaron que las poblaciones en mejor estado de conservación se encuentran cercanas al equilibrio, sin embargo, presentan tendencias al decrecimiento (en el sitio denominado “Machiche” $\lambda = 0.9903$, el límite inferior 0.9536, y el límite superior 1.016; en el sitio denominado “Xochiltepec” $\lambda = 1.021$, el límite inferior 0.991, y el límite superior 1.053, Figura 4). El patrón demográfico y las categorías de tamaño que más aportan al desempeño demográfico de ambas poblaciones son la permanencia de las tres primeras categorías (plántulas y juveniles de uno y dos años aproximadamente, véase Figura 3), siendo la sobrevivencia de las plántulas (P) la más importante. Estas categorías son también las más vulnerables a los efectos del disturbio, principalmente el pastoreo de cabras y bovinos. Los análisis de viabilidad poblacional sugieren que en un escenario de proyección a 30 años, aun sin extracción, las poblaciones decrecen en el tiempo. Una de las poblaciones estudiadas, la población “Machiche” que está en condiciones relativamente más xéricas decrecerá cerca del 90%; la otra población, relativamente más métrica, la denominada “Xochiltepec” decrecerá hasta 30%. Los análisis prospectivos de extracción de agaves adultos, al parecer no afectan drásticamente al desempeño poblacional. Esto se puede explicar debido a que los análisis de elasticidad muestran que la sobrevivencia de los individuos adultos y la fecundidad no tienen un aporte significativo sobre el crecimiento poblacional λ . Sin embargo, es claro que para que haya plántulas es necesario asegurar la disponibilidad de semillas. Así, las simulaciones de reforestación indican que en las poblaciones estudiadas un esfuerzo de reforestación de 20% del número de individuos de la categoría P, determina que el valor de λ sobrepase un umbral por arriba de la unidad. Una de las limitaciones que deben tomarse en cuenta es que nuestros análisis se basaron solo en un año de muestreo. No obstante, los análisis sugieren que son necesarias acciones inmediatas para la recuperación y conservación de estas poblaciones, las

cuales cabe mencionar fueron las más conservadas que se encontraron para llevar a cabo los análisis demográficos. Los análisis indican que cada población necesita de acciones diferentes, dependiendo de la unidad ambiental donde crece, pues en cada sitio la asociación vegetal y las condiciones ambientales y estructura de la vegetación son diferentes (Figura 4).

Las investigaciones sobre asociación y condiciones de establecimiento (Rangel-Landa, 2009), indican que en el sitio “Xochiltepec” *A. potatorum* presenta un patrón de distribución asociado a plantas nodrizas. De 233 plantas de agave marcadas, el 90.5% se encuentra asociada al 28% de las especies de arbustos y árboles registrados en el sitio. En el sitio “Machiche”, de 242 plantas de agave el 78.1% se encontró asociada al 35% de especies de arbustos encontrados en el sitio. La orientación del agave con respecto a la nodriza fue significativa hacia el norte y el oeste de la planta nodriza (Rangel-Landa, 2009). Con base en experimentos en campo se determinó que la asociación con árboles y arbustos es crucial en el establecimiento, tomando en cuenta la germinación y sobrevivencia de las plántulas durante un año. Hay especies de árboles y arbustos que presentan la mayor calidad como plantas nodriza: *Gochnatia hypoleuca*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Prerostemon rotundifolia*, *Calliandropsis nervosum*, *Rhus chondroloma*, *Wimmeria microphylla*, *Bouvardia longiflora*, *Neopringlea viscosa*, *Dalea* spp., *Perymenium discolor*, *Mimosa* spp. (Rangel-Landa, 2009; Figura 5). En el análisis de la sobrevivencia y crecimiento de plantas producidas en vivero y trasplantadas después de 2 años de la germinación, se encontró que la sobrevivencia fue casi del 100% en los dos sitios, sin embargo la tasa de crecimiento medida como el volumen y número de hojas (comparando estos parámetros al momento del trasplante y después de un año en cada individuo) fue significativamente mayor en los agaves trasplantados bajo el dosel de arbustos en comparación con los que se trasplantaron en sitios abiertos. En los agaves trasplantados en espacios abiertos también se observó que tenían menor vigor (hojas más delgadas, frágiles y de coloración muy rojiza), lo que los vuelve más vulnerables ante los depredadores y las sequías.

DISCUSIÓN

Recomendaciones de manejo integral

Con base en los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas, consideramos que es imprescindible iniciar un proceso de reordenamiento territorial de las prácticas extractivas forestales de *A. potatorum*, así como de las actividades ganaderas en áreas forestales donde se encuentra esta especie, pues el ganado afecta significativamente la sobrevivencia de plántulas y juveniles. Tal proceso de reorganización deberá contar con una plataforma participativa, bajo un modelo de manejo adaptativo (Akçakaya & Sjögren-Gulve, 2000; Berkes, 2000). La propuesta se basa en que el proceso asegure que la toma de decisiones para las acciones se lleve a cabo por todos los ejidatarios, y en éste los investigadores participen brindando asesoría y sugerencias con base en las propuestas técnicas derivadas del estudio. Es importante la inclusión de todos los habitantes de la comunidad, no solamente los productores o participantes en la cadena de producción de mezcal, pues se trata de áreas y recursos de uso común. Sugerimos incluir la información técnica generada en el presente trabajo y en otros estudios científicos similares (Jiménez-Valdés *et al.*, 2010; Martín *et al.*, 2011), así como experiencias organizativas encaminadas al mismo propósito (Illsley *et al.*, 2005, 2007). Es crucial además reforzar el

diálogo y fomentar el trabajo en conjunto con la Dirección de la Reserva de la Biósfera RBTC, pues hay iniciativas institucionales valiosas pero no necesariamente acertadas; como por ejemplo, la promoción de la plantación de agaves externos a la zona por parte de dependencias gubernamentales, o prohibiciones de uso forestal sin una adecuada información, lo que genera malestar y falta de participación de la población local.

Una de las principales y urgentes acciones a llevarse a cabo es un monitoreo y ubicación de las poblaciones silvestres remanentes, caracterizando su densidad y estructura poblacional. Estos podrán ser los bancos de germoplasma a conservar *in situ* para programas futuros de recuperación asistida de poblaciones. Asimismo, es factible y de gran utilidad realizar la identificación de asociaciones con plantas nodrizas bajo muestreos rápidos en una mayor variedad de ambientes dentro del territorio de SLA y de otras comunidades. Este diagnóstico permitirá ampliar rápidamente el espectro de condiciones seguras o de mayor probabilidad de éxito en las acciones de trasplante de plantas de vivero para recuperación asistida de las poblaciones.

Con base en los mapas de distribución potencial elaborados en el presente estudio (Delgado-Lemus, 2008), así como la identificación de sitios en donde las poblaciones de *A. potatorum* se extinguieron recientemente, es posible identificar áreas en las que es posible la recuperación de poblaciones extintas y la de poblaciones deterioradas. En tales áreas, los modelos de nuestros estudios permiten hacer recomendaciones concretas sobre los ciclos y tasas más adecuadas de plantación, las orientaciones y especies de plantas nodrizas adecuadas para aumentar las probabilidades de éxito de las acciones de reforestación. En los sitios descubiertos de vegetación, en los cuales las plantas nodriza están ausentes, es factible experimentar la plantación de agaves utilizando sombras artificiales con materiales locales (ramas, palmas) o con mallas de sombra. En cuanto a los patrones de extracción, los modelos demográficos efectuados sugieren que no hay un efecto drástico en la dinámica poblacional asociada a la extracción de agaves adultos; sin embargo, consideramos pertinente proponer a las asambleas comunitarias regular que se evite el corte de más del 70% de los individuos maduros en una unidad de manejo. Esta propuesta tiene la finalidad de asegurar la producción de semillas para que se lleve a cabo el establecimiento de manera natural y la disponibilidad de germoplasma que pueda colectarse con el fin de propagación controlada en vivero.

De acuerdo con Martín (2011), el reordenamiento del libre pastoreo de ganado es una acción crucial para la protección de *A. potatorum* y otros recursos forestales. En SLA, el pastoreo se practica en zonas extensas en las cuales no se puede efectuar un control del impacto del ganado. Protegiendo las poblaciones remanentes del ganado (como las dos poblaciones analizadas en los estudios reportados aquí), se lograría proteger el desarrollo de plántulas y plantas juveniles pequeñas, las categorías más importantes para el desempeño demográfico de la especie estudiada y las cuales son también las etapas del ciclo de vida más vulnerables al forrajeo de caprinos y al pisoteo de bovinos. Es también necesario proteger los escapos tiernos, los cuales se desarrollan de junio a agosto y son especialmente susceptibles a la herbivoría por el ganado. El aislamiento del ganado con barreras físicas permitiría establecer unidades espaciales de manejo que serían útiles para el ordenamiento de la actividad pecuaria y el control de su impacto sobre las áreas forestales. Cabe mencionar que la gente local ya lleva a cabo estrategias para planear el acceso del ganado a las áreas forestales. Nuestro estudio brinda sugerencias complementarias a las que ya se practican.

Con la finalidad de conservar la mayor diversidad genética y adaptaciones locales en las poblaciones manejadas de agave es necesario designar diversos sitios para la colecta de semilla, al menos por tipo de vegetación o de las asociaciones vegetales definidas por Valiente-Banuet *et al.* (2000, 2009) y de esta manera aumentar las probabilidades de éxito en el establecimiento de las poblaciones manejadas, así como la regeneración natural de generaciones subsecuentes. Las semillas pueden propagarse fácilmente en viveros comunitarios. Sin embargo, es necesaria una debida identificación del origen del material propagado, para que pueda decidirse adecuadamente el destino más apropiado de las plantas producidas en vivero, de acuerdo con las características de los sitios a reforestar. Se debe asegurar que el destino de las plantas sea en sitios similares a aquellos en donde se recolectó el germoplasma, al menos en condiciones bioclimáticas similares, tomando en cuenta el tipo de vegetación, suelos y altitud. En el momento de hacer la recolección, es necesario tener cuidado de recolectar solamente las cápsulas que estén maduras y dejar a las inmaduras que terminen su desarrollo. Las flores de *A. potatorum* tienen un desarrollo asincrónico y la maduración de semillas no se alcanza durante el almacenamiento; es preferible su maduración y eventual dispersión *in situ*. Tomando en cuenta las recomendaciones de León (2013), la recolección de semillas se puede llevar a cabo con la ayuda de una tijera de garrocha, puesto que las inflorescencias no rebasan los seis metros de altura. Es recomendable dispersar manualmente semillas en los sitios de origen de las plantas, específicamente en micrositos seguros, bajo el dosel de plantas perennes que interactúan como nodrizas; ello favorecería significativamente la probabilidad de establecimiento de plantas de esta especie.

La estructura ideal para la siembra es un vivero cerrado, que aisle a las plántulas de depredadores tales como aves, roedores, hormigas y conejos, los cuales son los depredadores de los agaves en esta etapa de desarrollo. El vivero debe poseer un techo de malla sombra para proteger las plántulas de la radiación solar excesiva. Una vez que las plántulas tengan alrededor de seis meses, deben trasplantarse a bolsas de plástico independientes y en ellas permanecer al menos dos años. Seis meses antes de la reforestación los agaves deben pasar por una etapa de endurecimiento o aclimatación, con la finalidad de que al ser trasplantados, puedan soportar las condiciones ambientales contrastantes del campo. Existen diversas técnicas que van desde la adaptación a la sequía y radiación solar quitando el riego y exponiéndolas al sol paulatinamente, hasta otras más elaboradas como quitarles la tierra y dejar las raíces expuestas (o incluso cortarlas). La elección depende de la especie y las condiciones de cada sitio. Una forma de encontrar la mejor técnica para cada lugar es rescatar las prácticas locales, experimentar, combinarlas con las recomendaciones técnicas y monitoreando los resultados obtenidos, para lograr la aclimatación.

El trasplante debe llevarse a cabo bajo las plantas nodrizas identificadas. En sitios abiertos la mortalidad puede ser de hasta un 90%. Bajo el dosel de plantas perennes es posible encontrar las condiciones de sombra, humedad y disponibilidad de nutrientes adecuadas para aumentar la probabilidad de establecimiento.

Sin embargo, en la RBTC existe una gran diversidad de unidades ambientales y por ende una gran variación en la composición de las especies vegetales, por lo que se recomienda observación, experimentación y monitoreo del crecimiento y sobrevivencia. Según lo

encontrado, las especies que son mejores nodrizas son aquellas que tienen un follaje denso, que son perennes o conservan su follaje a lo largo del año, que no producen sustancias alelopáticas y que poseen sistemas radiculares no superficiales. Para aumentar la sobrevivencia de las plántulas, los trasplantes deben efectuarse hacia el norte y el oeste de la planta nodriza, orientaciones hacia donde se proyecta la sombra y donde reciben mayor protección de la radiación solar excesiva en la época de sequía. En los sitios desprovistos de vegetación se recomienda hacer uso de sombras artificiales, pero aún falta experimentar la factibilidad duradera de esta técnica. En todo caso es mejor promover la presencia de plantas que puedan hacer el papel de nodrizas y tengan otros efectos positivos en los sitios como la formación de suelo. Esto favorece el establecimiento de otras plantas que tienen otras funciones ecológicas y usos como la producción de leña, importante en la subsistencia de estas comunidades y la misma producción del mezcal. Es factible además, incorporar *A. potatorum* a los sistemas agroforestales, trasplantando plantas en linderos y franjas de vegetación como parte de la estrategia para la recuperación y aprovechamiento de la especie.

Para el aprovechamiento de las poblaciones silvestres es recomendable establecer unidades espaciales de manejo, fijando ciclos de rotación de cosecha y monitoreo, como lo recomiendan Illsley *et al.* (2005, 2007). Esto con el fin de que las poblaciones de estas áreas florezcan libremente y logren establecerse de manera natural. Además, en esta situación es factible realizar monitoreo comunitario para conocer aspectos de la densidad y la estructura poblacional, elementos fundamentales para tomar decisiones sobre las acciones futuras necesarias para cada unidad espacial de manejo. Es necesario diseñar muestreos rápidos de monitoreo mediante técnicas participativas con los campesinos encargados de la reforestación, cosecha y rotación del ganado para así facilitar la identificación de las mejores técnicas adaptadas a esas características particulares.

Una alternativa que puede ayudar a encaminar al aprovechamiento sustentable de este recurso es la inclusión del mezcal en mercados orgánicos y de comercio justo, en donde se puedan obtener mayores ganancias que las actuales. Una parte fundamental en este tipo de experiencias es la organización social, la cual depende de que los actores principales se apoderen de las técnicas y sean directamente los manejadores de sus recursos naturales.

CONCLUSIONES

Agave potatorum es un recurso forestal no maderable a escala local y regional, de alta importancia económica y ecológica. Su aprovechamiento sin un manejo que recupere las poblaciones está destinado a la extinción local a corto plazo. El manejo sustentable del recurso requiere considerar la recuperación asistida de poblaciones extintas y deterioradas y acuerdos comunitarios para cosechar no más del 70% de individuos adultos por población. Los acuerdos deben comprender regulaciones para controlar el acceso del ganado a las áreas forestales. La recuperación asistida de poblaciones es altamente recomendable pues la germinación de semillas es alta en condiciones controladas; asimismo, la sobrevivencia de plantas juveniles de dos años de edad es alta bajo las plantas nodrizas adecuadas. Cuidar plantas nodrizas y agaves es fundamental en el sistema. Monitorear sistemáticamente las acciones bajo un esquema de manejo adaptativo permitirá aumentar las posibilidades de éxito en las acciones de manejo. El intercambio de experiencias entre comunidades puede potenciar la efectividad de las acciones y acortar el camino para el aprovechamiento sustentable de esta y otras especies forestales de las zonas áridas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México y al CONACYT por el apoyo a los estudios de posgrado de los autores. Asimismo, al CONACYT y a la DGAPA, UNAM por el apoyo financiero a las investigaciones reportadas (CB-2008-01-103551, IN205111-3 y IN203213). Asimismo, agradecemos el apoyo técnico de Edgar Pérez-Negrón y la generosidad de los pobladores y autoridades de San Luis Atolotitlán y San Francisco Xochiltepec.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellanes, Y., A. Casas, A. Arellanes, E. Vega, J. Blancas, M. Vallejo, I. Torres, S. Rangel-Landa, A. I. Moreno-Calles, L. Solís & E. Pérez-Negrón. 2013. Influence of traditional markets on plant management in the Tehuacán Valley. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9:38.
- Akçakaya, H. R. & Sjögren-Gulve, P. 2000. Population viability analyses in conservation planning: an overview. *Ecological Bulletin* 48: 9-21.
- Berkes F., J. Colding & C. Folke. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10(5):1251–1262.
- Blancas, J., A. Casas, D. Pérez-Salicrup, J. Caballero & E. Vega. 2013. Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in Náhuatl communities of the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9:39.
- Casas, A., A. Valiente-Banuet, J.L. Viveros, J. Caballero, L. Cortés, P. Dávila, R. Lira & I. Rodríguez. 2001. Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany* 55:129–166.
- Colunga-García, M. P., D. Zizumbo-Villarreal y J. Martínez-Torres. 2007. Tradiciones en el aprovechamiento de los agaves mexicanos: una aportación a su protección legal y conservación biológica y cultural. En: P. Colunga-García Marín, L. Eguiarte, A. Largué S, y D. Zizumbo-Villarreal (Eds). *“En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves”*. 229-248. CICY-CONACYT-CONABIO-INE.
- Delgado-Lemus, A. 2008. Aprovechamiento y disponibilidad especial de *Agave potatorum* en San Luis Atolotitlán, Puebla, México. Tesis de maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, Morelia.
- Estrella-Ruíz, P. 2008. Efecto de la explotación humana en la biología de la polinización de *Agave salmiana* y *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Tesis de maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- García-Mendoza, A. J., 2011. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 88 Agavaceae. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gentry, H. S. 1982. Agaves of Continental North America. The University of Arizona Press, Tucson.
- Illsley, C., A. Tlacotempa, G. Rivera, P. Morales, L. García, L. Casarrubias, M. Calzada, R. Calzada, C. Barranca, J. Flores & E. Omar. 2005. Maguey papalote. En: *La riqueza de los bosques mexicanos: mas allá de la madera. Experiencias de comunidades rurales*. SEMARNAT, CONAFOR, CIFOR, INE, Overbook foundation, People and Plants. Primera edición. México, D.F.

Illsley, C., E. Vega, I. Pisanty, A. Tlacotempa, P. García, P. Morales, G. Rivera, J. García, V. Jiménez, F. Castro & M. Calzada. 2007. Maguey papalote: hacia el manejo campesino sustentable de un recurso colectivo en el trópico seco de Guerrero, México. En: *En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves*. 319-338. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. México.

Jiménez-Valdés, M., H.G. Álvarez, J. Caballero & R. Lira. 2010. Population dynamics of *Agave marmorata* Roetzl. under two contrasting management systems in Central Mexico. *Economic Botany* 64(2): 149-160.

León, A. 2013. Aspectos de la fenología, visitantes florales y polinización de *Agave inaequidens* Koch ssp. *inaequidens* (Agavaceae), en el estado de Michoacán. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México, Morelia.

Lira, R., A. Casas, R. Rosas-López, M. Paredes Flores, E. Pérez-Negrón, S. Rangel-Landa, L. Solís, I. Torres & P. Dávila. 2009. Traditional knowledge and useful plant richness in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany* 63:271-287.

MacNeish, R.S. 1967. A summary of subsistence. En: Byers, D.S. (ed.). *The prehistory of the Tehuacán Valley Vol. 1: Environment and subsistence*. 290-309. Universidad de Texas Press. Austin.

Martin, M.P., C.M. Peters, M.I. Palmer & C. Illsley. 2011. Effect of habitat and grazing on the regeneration of wild *Agave cupreata* in Guerrero, Mexico. *Forest Ecology and Management* 262: 1443-1451.

Rangel-Landa, S., 2009. Establecimiento de *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Smith, E.C. 1967. Plant remains. En: Byers, D.S. (ed.). *The prehistory of the Tehuacán Valley Vol. 1: Environment and subsistence*. Universidad de Texas Press, Austin TX, E.U.A.

Torres, I. 2004. Aspectos etnobotánicos y ecológicos de los recursos vegetales en la comunidad de San Luis Atolotitlán, municipio de Caltepec, Puebla. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México, Morelia.

Torres, I. 2009. Dinámica poblacional de dos morfos de *Agave potatorum* Zucc. (Agavaceae) en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán: bases para su manejo sustentable. Tesis de maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, Morelia.

Valiente-Banuet, A.; A. Casas; A. Alcántara, P. Dávila; N. Flores, M.C. Arizmendi, J.L. Villaseñor, J. Ortega & J.A. Soriano. 2000. La vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 67: 25-74.

Valiente-Banuet, A., L. Solís, P. Dávila, M.C. Arizmendi, C. Silva, J. Ortega-Ramírez, J. Treviño, S. Rangel-Landa & A. Casas. 2009. Guía de la vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Fundación para la Reserva de la Biósfera Cuicatlán A.C. México, D.F.

FIGURAS

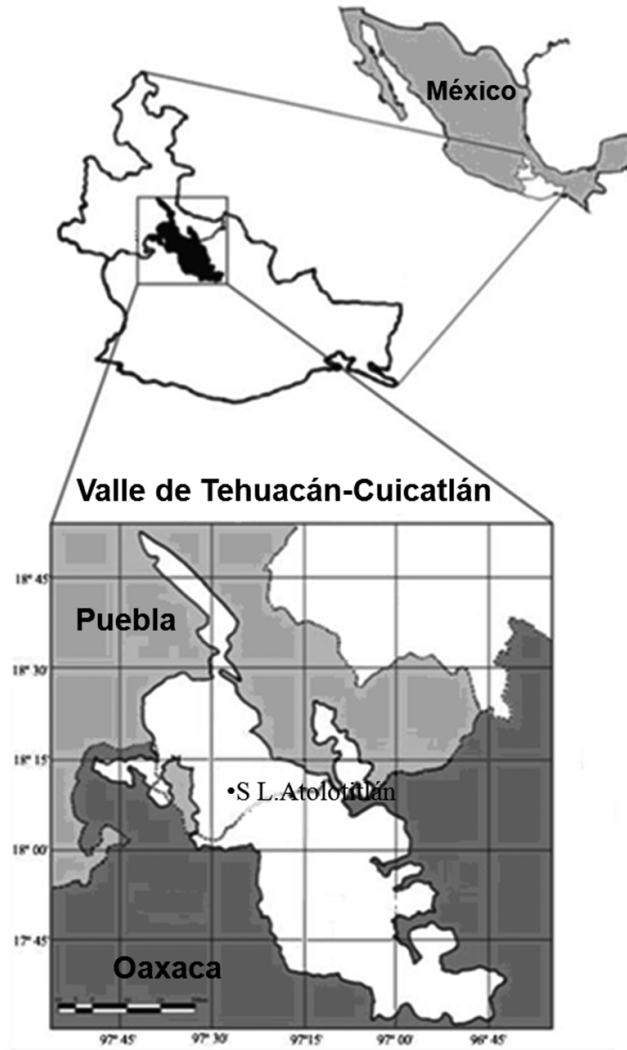


Figura 1. Mapa de ubicación de San Luis Atolotlán en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán en los estados de Puebla y Oaxaca, México.



Figura 2. Aspectos del recurso forestal estudiado y su aprovechamiento. a) *Agave potatorum*, b) *A. potatorum* en floración, c) extracción de *A. potatorum* con machete y d) tallos y bases foliares de *A. potatorum* cosechados.

Aprovechamiento, demografía y establecimiento de *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán, México:
Aportes ecológicos y etnobiológicos para su manejo sustentable

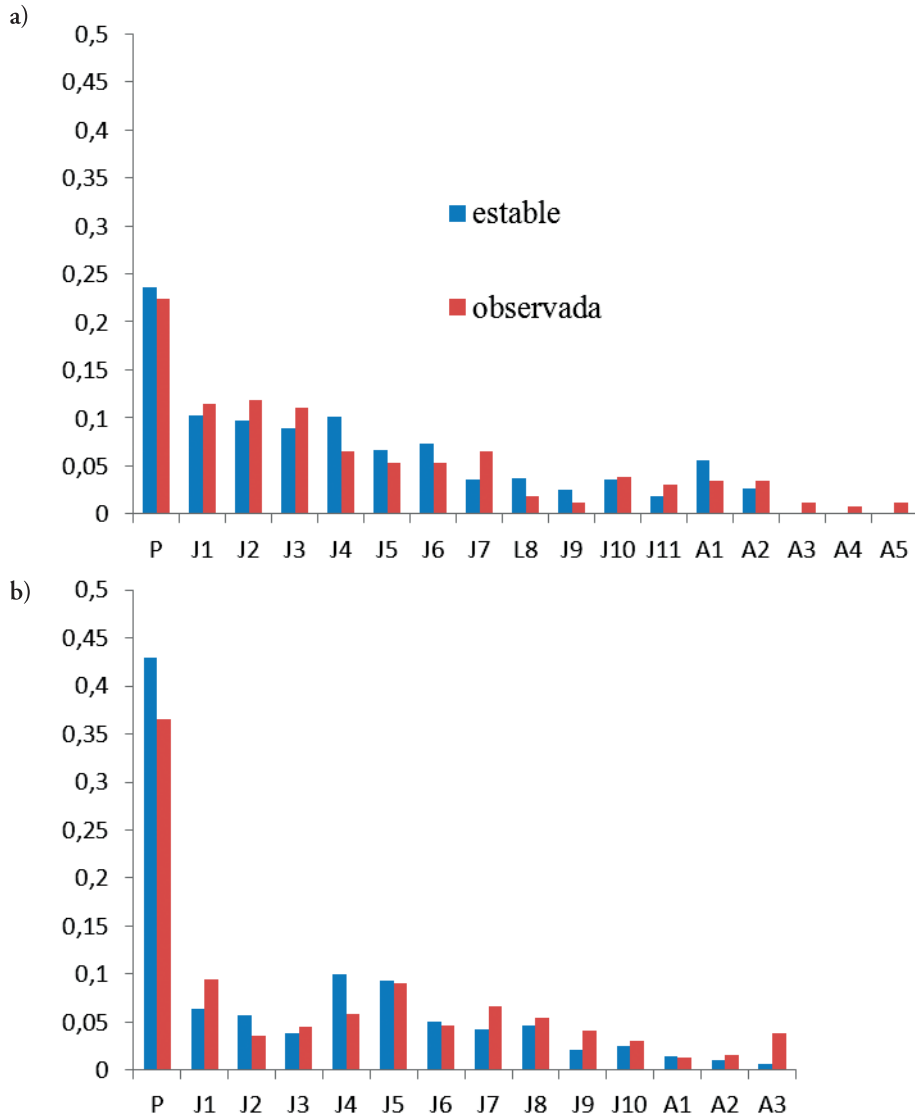


Figura 3. Estructura poblacional esperada y observada de los individuos de *Agave potatorum* con distintas categorías de tamaño para la población: a) "Xochiltepec" y b) "Machiche"

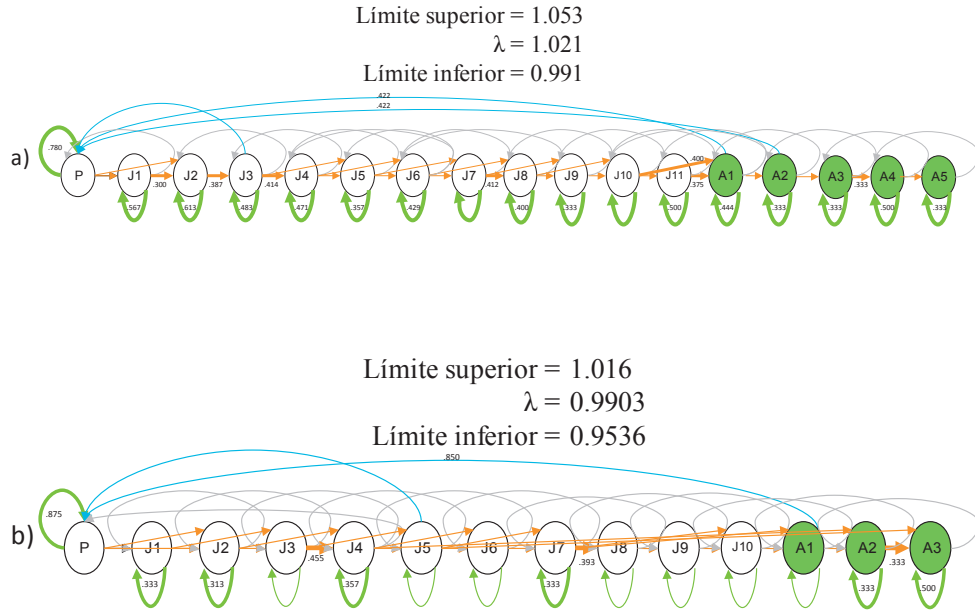
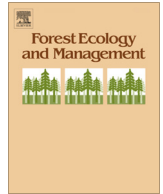


Figura 4. Ciclo de vida de *Agave potatorum*. Diagramas flujo numérico poblacional para la población a) "Xochiltepec" y b) "Machiche". La probabilidad de supervivencia se muestra con las flechas verdes, la de transición con las flechas naranjas, la regresión con las flechas grises y la fecundidad con la línea azul. Los detalles metodológicos y los resultados de este estudio pueden consultarse en Torres (2009). Se encuentra en preparación una publicación detallada sobre este tema.



Figura 5. Aspecto de individuos juveniles de *Agave potatorum* asociados al microambiente benéfico aportado por *Gochnatia hypoleuca* una especie nodriza sobresaliente.



Facilitation of *Agave potatorum*: An ecological approach for assisted population recovery



Selene Rangel-Landa ^{a,1}, Alejandro Casas ^{a,*}, Patricia Dávila ^b

^a Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM, Campus Morelia, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8711, Morelia, Michoacán 58190, Mexico

^b UBIPRO, FES Iztacala, UNAM, Avenida de los Baños No. 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México 54090, Mexico

ARTICLE INFO

Article history:

Received 30 November 2014

Received in revised form 27 February 2015

Accepted 2 March 2015

Keywords:

Magüey

Mescal

Nurse plant

Population recovery

Sustainable management

Tehuacán Valley

ABSTRACT

Extraction of *Agave potatorum* from forests for mescal production is a main cause of its populations' decline and extinction in central Mexico. Sustainable harvest of agaves and populations' recovery actions are needed for protecting this and other agave species similarly threatened. Our study aimed to identify mechanisms determining seedling establishment and sapling plants growth of *A. potatorum* in order to generate information helpful for enhancing populations' growing and reforestation strategies. We hypothesized that (1) *A. potatorum* plants are spatially associated, probably species-specific, to shrub species, the frequency of facilitation being higher in the earlier stages of life cycle, varying among sites under different stress conditions, (2) germination and seedling survival are higher beneath nurse plants canopy compared with open areas, seeds and plants from a particular site performing better in the original conditions than in others, (3) nurse plants have a positive effect in the net balance of the growth rate of *A. potatorum* despite the negative effects of shade on carbon gain. We studied the association of *A. potatorum* with shrub and tree species by analysing their distribution patterns in two sites with contrasting environments (one relatively more xeric than the other). In these site we conducted experiments for testing seedling establishment and growth of agaves. Reciprocal transplanting experiments tested seed germination and seedling survival of agaves in open areas and beneath nurse plants. Two-years-old saplings were planted in open areas and beneath nurse plants to analyse their relative growth rate. We found a significant association of both young and adult plants to nurse plants, some of them being markedly specific. Germination and survival were higher under nurse plants, we also found negative effects of shade in carbon gain, but growth was higher there than in open spaces. We suggest that protection against solar radiation is a main factor influencing the association. Provenance of seeds was significant for germination success and early establishment. Nurse plants are crucial for the establishment of *A. potatorum*; however, several species may play the role of nurse plants and these may be different among sites. Therefore, rapid identification of nurse plant species in different vegetation types would allow agile actions for successful reforestation. Manual dispersion of seeds beneath canopies of shrubs that are high quality nurse plants, as well as producing sapling agaves in nurseries and transplanting them after two years associated to nurse plants are recommendable techniques for populations' recovery.

© 2015 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Facilitation is a crucial positive plant–plant interaction for survival, growth, and general performance of a number of plant species (Brooker et al., 2008; Callaway, 1995). It is also fundamental for structuring biotic communities and maintaining their diversity (Armas and Pugnaire, 2005; Michalet et al., 2006; Miriti, 2007; Valiente-Banuet and Verdú, 2007; Verdú and Valiente-Banuet,

2008), consequently, facilitation may be a key factor for species management and forest recovery plans.

Nurse plants provide facilitation beneath their canopies, where beneficiary plants find favourable environments for seedling establishment, survival, growth and reproductive output compared with open areas (Baumeister and Callaway, 2006; Callaway, 1995; Filazzola and Lortie, 2014). Canopy shade decreases solar radiation, buffers extreme temperatures, and reduces evapotranspiration (Gómez-Aparicio et al., 2005a–c; Valiente-Banuet and Ezcurra, 1991). Nurse plants may also increase available organic matter, soil nutrients, and water availability (Callaway, 1995; Dawson, 1993; Gómez-Aparicio et al., 2005b; Pugnaire et al., 2004, 1996), and

* Corresponding author. Tel.: +52 4433222704.

E-mail address: acasas@cieco.unam.mx (A. Casas).

¹ Tel.: +52 4433222704.

may influence indirect interactions with other plant species, herbivores, mycorrhizal fungi, pollinators and dispersers (Callaway, 1995; van der Heijden and Horton, 2009; van der Putten, 2009). This plant–plant interaction is dynamic and may have negative effects (Holmgren et al., 1997), such as reduction of photosynthetic active radiation (PAR), competence for water and resources, and interception of rain, among others. The outcome of this interaction depends on the balance between costs and benefits on vital functions of the interacting plants and the effects of other factors (Baumeister and Callaway, 2006). Such balance can be mediated by the environmental conditions and resources availability and could change throughout the life cycle (Miriti, 2006; Valiente-Banuet and Verdú, 2008). In addition, it may involve phenotypic plasticity (Liancourt and Tielbörger, 2011) influencing offspring development patterns that may give rise to specific associations (Callaway, 1998), and changes in the sign and intensity of the interactions along stress gradients (Bertness and Callaway, 1994; Callaway and Walker, 1997).

The importance of facilitation to explain the dynamics of populations and communities has led to consider this interaction as a key factor for vegetation restoration and the recovery of declining populations (Brooker et al., 2008; Castro et al., 2004; Cortina et al., 2011; Gómez-Aparicio, 2009; Gómez-Aparicio et al., 2004; Maestre et al., 2001; Padilla and Pugnaire, 2006). This is the case for several species of *Agave*, a genus widely distributed in México where these plants also bear their highest diversity (Gentry, 1982). Populations of more than 150 agave species have been used by Mexican peoples as food, construction, cords, clothing, firewood, and other purposes (Colunga-GarcíaMarín et al., 2007), but extraction of agave products from forests have affected their populations. Agaves are abundant in several vegetation types throughout México (Gentry, 1982) and at least 53 species have been used by local cultures for production of distilled beverages called 'mescal' (Colunga-GarcíaMarín et al., 2007; Delgado-Lemus et al., 2014b; Torres et al., 2015). Most species used with this purpose are wild plants harvested from forests, just before sexual reproduction and, consequently, agave populations used have been severely damaged. Some species, among them *Agave potatorum* Zucc. are now considered highly endangered because of their extraction for mescal production (Casas et al., 2008; Delgado-Lemus et al., 2014b). In the case of *A. potatorum*, it has been documented that in some traditional rural communities, people may extract 54–87% of all reproductive individual plants per year in their territories, but populations closer to the village are even more intensively extracted, becoming extinct in some localities (Delgado-Lemus et al., 2014a).

For maintenance of *A. potatorum* populations, it is recognized the need to assist population recovery, by enhancing seedling recruitment in wild populations *in situ*, as well as by producing and maintaining plants in nurseries, and then planting young plants in forests and traditional agroforestry systems (Delgado-Lemus et al., 2014a,b; Moreno-Calles and Casas, 2010; Torres et al., 2015). Such management strategies can be alternative models to the intensive monocultures of *Agave angustifolia* Haw. and *Agave tequilana* Weber, which have generated problems such as loss of genetic diversity and forest cover, soil erosion and contamination because of the use of agrochemicals, and the high cost of maintaining intensive systems (Bowen and Valenzuela Zapata, 2009; Martínez et al., 2007; Sánchez, 2005). Therefore, information about factors and mechanisms related to the establishment of agave seedlings and saplings in order to develop appropriate techniques for their recovery and sustainable use of their populations is urgently needed.

Studies of seedling establishment in agave species have documented to occur similarly to other succulent plant species, with low recruitment rates associated to events of high rainfall and

associated to nurse plants. These are for instance the cases of *Agave deserti* Engelm. (Nobel, 1992), *Agave macroacantha* Zucc., *Agave karwinskii* Zucc., *Agave marmorata* Roez., *Agave peacocki* Croucher, and *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck (Arizaga and Ezcurra, 2002; Valiente-Banuet and Verdú, 2008). Therefore, developing experiences of assisted populations' recovery with *A. potatorum* may be useful for several *Agave* species.

We assumed that if *A. potatorum* is a facilitation beneficiary: (1) seedlings, sapling and adult plants of *A. potatorum* are spatially associated with shrub species; their distribution around the shrubs being not at random but according to the shrub shade projection, and the frequency of facilitation being higher in sites with higher environmental stress; (2) germination and survival is higher under shrub canopies compared with open areas and could be different between shrub species (differences in nursing quality); similarly, seed provenance is also important for germination and seedling performance in different environments; and (3) nurse plants have a positive effect in the net balance of the growth rate of *A. potatorum* plants, even though the negative effects of shade on carbon gain and leaf production. For testing these hypotheses, we identified the association and possible specificity in seed germination, seedling establishment and growth in sites with relatively more xeric and mesic environments, respectively, considering that the identity of nurse plant species with significant association is crucial for designing populations' recovery. We expected to identify the mechanisms of facilitation to *A. potatorum* in order to determine bases to develop methods for populations' recovery for this and other agave species influenced by facilitation.

2. Material and methods

2.1. Study area

Our study was carried out responding to a demand of information to improve results of actions for reforesting *A. potatorum* by the community of San Luis Atolotitlán Puebla, in the Tehuacán Valley, central Mexico. Local people have been carrying out actions in this direction since 2004, but their success is hindered by the high mortality of sapling agaves planted in the forest (Casas et al., 2008; Torres et al., 2013).

Rainfall in the study area is highly variable, having ranged from 187 to 845 mm per year in the last 50 years (Quintas, 2000). One of the sites studied belongs to the territory of the community of San Francisco Xochiltepec (ahead called mesic site), located at 97°25'4.85"W, 18°13'6.28"N, and elevation of 2100 m, in a slope south-eastern oriented, with soils 20–30 cm deep, derived from calcareous rocks (Appendix A). This site has relatively more mesic environmental conditions than the second site described below; vegetation is scrub forest dominated by *Euphorbia rossiana* Pax, with a shrubby-arboreal stratum up to 1.7 m in height. The canopies cover more than 90% of the total surface, leaving small open areas less than 1 m² each. In this site, adult individuals of *A. potatorum* average 57 ± 10 cm in height, with a canopy diameter averaging 77 ± 15 cm, generally acaulescent, with dark green leaves.

The other site is located in the hill called Machiche, in the territory of the village of San Luis Atolotitlán (ahead called xeric site), 2 km apart from the mesic site. This site is located at 97°25'30.77"W, 18°12'7.39"N, and elevation of 2300 m, in a slope south-eastern oriented. Vegetation is thorn-scrub forest dominated by *Dasyliirion serratifolium* Baker and *Gochnatia hypoleuca* A. Gray. It is distributed in patches of less than 1 m² each, with shrubby components averaging 60 cm in height. The total vegetation canopies cover 35% of the surface, the soils are 15 cm deep and are derived from calcareous rocks (Appendix A). In this site the

environment is relatively more xeric than in the mesic site, with lower temperatures, higher relative humidity, higher albedo caused by calcareous rocks emerging in open areas and stronger wind incidence (Appendix A). Adult individuals of *A. potatorum* have on average 33 ± 7 cm in height and 41 ± 7 cm in diameter, most frequently being caulescent, with glaucous or reddish green leaves. Nearly 30% of plant species composing the vegetation are shared among the studied sites.

2.2. Species description

A. potatorum produces relatively small rosettes, it is semelparous and its effective propagation is only through sexual means (Gentry, 1982), which occurs 10–12 years after germination. The blooming season is from September to December and it is pollinated by bats of the genus *Leptonycteris* (Estrella-Ruiz, 2008). A total of 2000–9500 seeds are produced per individual plant (Torres et al., 2015), which are dispersed by the wind from January to April. Seed germination occurs during the rainy season between June and September. *A. potatorum* is endemic to the states of Puebla and Oaxaca, central Mexico ranging at elevations between 1300 and 2400 m. It grows in tropical deciduous forest, xeric shrubland and their transitions to *Quercus* forest on thin soils derived from calcareous rocks (García-Mendoza, 2011). It may be morphologically variable according to features of local environment, a fact recognized and used by people to decide which places provide agaves for the best mescal quality.

2.3. Methods

2.3.1. Spatial distribution and association

In each site we established a 2500 m² plot where we estimated the total surface open areas, and recorded two diameters of the canopies of all perennial plants inside the plot (ahead referred to as micro-environments), in order to estimate the total surface of each micro-environment within the sampled area. All individuals of *A. potatorum* were recorded, indicating their height, if they were in open spaces or associated to other plant species (beneath their canopies) and their azimuth orientation with respect to the associated plants (North from 315° to 360° and 0° to 45°, East from 45° to 135°, South from 135° to 225°, West from 225° to 315°). In order to detect ontogenic shifts in the association patterns, the agaves recorded were classified into two groups, one comprising seedlings and sapling plants (less than 35 cm in the mesic site and less than 20 cm in the xeric site, respectively), and the other including nearly adult and adult plants (35–80 cm in height in the mesic site and 20–54 cm in the xeric site, respectively).

In order to determine whether the frequency of facilitation differed among mesic and xeric sites in shared microenvironments, we estimated the relative intensity index RII (Armas et al., 2004), calculated as $RII = (P_{nurse} - P_{open}) / (P_{nurse} + P_{open})$, where P_{nurse} was the number of agave plants under the canopy of a plant and P_{open} the number of agave plants recorded in open spaces (Armas et al., 2011; Soliveres et al., 2012).

2.3.2. Seed germination and seedling survival

Preliminary experiments of seed germination were conducted in order to evaluate the germination rates of seeds from the two study sites at 25 °C and neutral photoperiod (12 h light/darkness) in a growth chamber (Percival Scientific I-35 LL, Boone, Iowa). Five replicates of 50 seeds each were placed in petri dishes with 1% agar. Before the experiment, seeds were disinfected during 15 min in a solution of 70% NaClO. Germination was recorded every 24 h for 15 days; seeds were considered to have germinated when radicle protrusion was observed.

In order to compare how microenvironments and provenance site of seeds influence the establishment of agaves, reciprocal transplanting experiments were conducted in both study sites; seeds from the two sites were sowed in open spaces and beneath canopies of four plant species. To evaluate the impact of predation we included treatments with and without dispositive of exclusion of predators in open areas and beneath canopies of four shrubs species. The species selected were *E. rossiana*, *Rhus chondroloma* Standl., *Pterostemon rotundifolius* Ramirez, *Wimmeria microphylla* Radlk. in the mesic site, and *G. hypoleuca*, *P. rotundifolius*; *Amelanchier denticulate* (Kunth) K. Koch, and *Calliandropsis nervosus* (Britton & Rose) H.M. Hern. & P. Guinet in the xeric site (a description of the conditions under their canopies is provided in Appendix A). These species were selected considering the surface covered by their canopies, in order to ensure the availability of enough area for the experimental treatments and repetitions, as well as the association with *A. potatorum*.

Experimental treatments included five replicates, each one with 50 seeds. Seed predators' exclusion dispositives were designed to exclude birds, rodents and not flying insects; these were 25 cm diameter metallic net cages, and using the resin "tangle foot" at the basis of the cage. Treatments without exclusion were labelled with circles 25 cm diameter made of stones of less than 5 cm in height.

We recorded seed germination by observing their emergence every two days for two weeks and then seedling survival and new emergence every 30 days during one year. We considered that the total percentage of seedling emergence was the maximum number of seedlings recorded until 99 days after starting the experiments.

The seeds for all experiments were collected from reproductive plants in each site from at least five agave plants. Seeds of each site were mixed and stored in paper bags in darkness at 20.6 ± 0.05 °C and 57% of relative humidity.

2.3.3. Carbon gain

We measured the nocturnal increasing of titratable acidity of malic acid in foliar tissue as indicator of the amount of CO₂ fixed during the night (Nobel, 1988). We collected 10 tissue samples (4.5 cm⁻² each) of the youngest leaf north oriented from individuals of 20–40 cm height established in the microenvironments used for testing establishment; the only exception was *Amelanchier denticulata* in the xeric site where it was scarce. Instead, we used the microenvironment of *D. serratifolium*.

Samples were collected at dawn and at dusk and immediately were conserved in liquid nitrogen. The samples were grounded, diluted in 30 ml of distilled water and titrated with NaOH 0.01 N up to pH 7. The increase rate of titratable acidity was calculated as the difference of ml of NaOH used in samples collected at dusk, with respect to those collected at dawn, multiplied for the molarity of the solution (Nobel, 1988).

2.3.4. Growth

We transplanted into the study sites two years old sapling agaves with 10.3 ± 0.2 leaves, which were produced in a nursery at the community of San Luis Atolotitlán. In each site we transplanted 15 agaves in each microenvironment used in the experiments (Appendix A). We measured height, two perpendicular diameters and the number of leaves of each agave planted at the beginning and at the end of the experiment that lasted 337 days.

The relative growth rate (ahead RGR) was estimated by assessing the volume of the individual plants since rosettes grow in both height and diameter. This method avoided destructive measurement of biomass. For this purpose we used the formula: $(\ln V_{t_2} - \ln V_{t_1}) / (t_2 - t_1)$ (Gómez-Aparicio et al., 2005b), in which V_{t_1} was the volume at the beginning of the experiment and V_{t_2}

was the volume after 337 days. In addition, the total number, the production and mortality of leaves was also considered. The volume of plants was estimated using the formula: $V = 4\pi/3ab^2$, in which a was the height and b was the average of the perpendicular radius.

2.4. Data analyses

2.4.1. Spatial distribution and association

In order to identify whether or not *A. potatorum* plants at different stages of their life cycle were associated to specific microenvironments we performed Chi-square goodness of fit tests for seedlings–sapling and adult plants stages of *A. potatorum* per mesic and xeric site. The expected number of agaves associated to each environment was estimated based on the probability that one *A. potatorum* plant was found at random in a microenvironment, which was estimated by the proportion of the total surface occupied by each microenvironment. Microenvironments with expected values lower than 5 were grouped (Asteraceae, Fabaceae and others) in order to meet the criteria of Chi-square test (Sheskin, 2004). To identify which microenvironments or cells had a higher contribution to the significant differences in Chi-square tests, we calculated the standardized residuals as $R = (O - E)/\sqrt{E}$, where O was the observed and E the expected agave individuals. For this purpose, we considered that cells with absolute residual values ≥ 1.96 at $\alpha \leq 0.05$ were significant microenvironments (Sheskin, 2004). We in addition assumed that positive values indicated that *A. potatorum* was specifically associated to that microenvironment, whereas negative values indicated that *A. potatorum* was not associated to that microenvironment. The data analyses were performed through STATISTICA 6 (StatSoft-Inc., 2003).

For determining whether or not the orientation of *A. potatorum* plants with respect to the closest plant shrub was placed at random in each site, we conducted Chi-square goodness of fit tests and checked the standardized residuals to identify which azimuth orientation had a higher contribution to *A. potatorum* distribution orientation. The expected values were calculated dividing the total number of *A. potatorum* plants recorded in each of the four azimuth orientations.

In order to determine if microenvironment association frequency differed among sites we compared the interaction intensity index RII of shared microenvironments between sites through a Wilcoxon Signed-Rank Test (Sheskin, 2004).

2.4.2. Germination and seedling survival

The effect of microenvironment and exclusion of predators on seed germination was analysed by site using factorial ANOVAs and Tukey multiple range tests, previously testing the normality of data. These analyses were conducted through STATISTICA 6 (StatSoft-Inc., 2003).

The effect of seed provenance (mesic or xeric site), microenvironment and seed predators' exclusion on survival rate (proportion of seedlings alive per month) was evaluated through deviance analyses using GLM (Crawley, 1993) by site. In the model, the proportion of surviving seedlings was the dependent variable and time was the independent one. The two sites of seeds provenance, the five micro-environments treatments with and without exclusion of seed predators were all categorical variables. We used the binomial error and a logistic link function as indicated for proportional dependent variables. For this error type the deviance (equivalent to variance in a model with normal type error) explained by independent variables can be considered to be an approximated Chi-square value (Crawley, 1993). The proportion of seedlings survival after t days was given by the model:

$$y = \frac{e^{[(a+(bt)-(ct^2))]}{1 + e^{[(a+(bt)-(ct^2))]}}$$

In this model y is the proportion of seedlings survival, a is the intercept or the starting of the seedling survivorship decreasing, b is a coefficient indicating the starting survival rate, c is a coefficient indicating how the survival rate decreases. The effect of seeds provenance site, the micro-environment and the seed predators' exclusion on seedling survival was evaluated as the deviance explained by the interaction of each factor or both with the linear (t) and quadratic time (t^2). The deviance explained by each independent variable was calculated based on values of Chi-square at $\alpha < 0.05$ (Crawley, 1993). Statistical analyses were conducted using software GLIM version 3.77 (Royal-Statistical-Society, 1985). In cases in which a term was not significant it was removed from the model.

2.4.3. Carbon gain and growth

The differences in RGR, the total number of leaves per plant, the leaf production and mortality, and titratable acidity in agave plants associated to five microenvironments in each site, were tested through factorial one-way ANOVAs by variable and per site. Tukey multiple range tests were performed for significant differences. Non-normal variables were analysed by Kruskal-Wallis tests (Sheskin, 2004). All these analyses were conducted with STATISTICA 6 (StatSoft-Inc., 2003).

3. Results

3.1. Spatial distribution

3.1.1. Association

In the mesic site we recorded 226 individual plants of *A. potatorum*, only 4% of them distributed in open spaces, 6% associated to dead shrubs, and 90% associated to 22 (from a total of 76) species of shrubs and trees recorded in the site. Seedlings and sapling plants of *A. potatorum* were distributed in a non-random pattern ($X^2 = 39.72$, $df = 9$, $p < 0.001$), similarly as adult plants ($X^2 = 21.445$, $df = 9$, $p = 0.011$). Seedlings and sapling agaves were particularly more abundant than expected beneath the canopy of *E. rossiana* (Table 1) and less than expected under the canopy of *Krameria cytisoides* (Table 1). Adult plants were less abundant than expected also under canopy of *K. cytisoides* and in open areas (Table 1).

In the xeric site we recorded a total of 234 individual plants of *A. potatorum*, 19.66% of them distributed in open areas, 2.14% associated to dead shrubs and 78.2% associated to 21 (from a total of 59) species of shrubs recorded. Seedlings and saplings of *A. potatorum* were not distributed at random ($X^2 = 98.29$, $df = 4$, $p < 0.001$), similarly as adult plants were not ($X^2 = 224.442$, $df = 4$, $p < 0.001$) (Table 1). Both seedling–sapling and adult agave plant categories were significantly associated to *G. hypoleuca*. Agave plants from both categories analysed were significantly less abundant than expected in open areas (Table 1).

3.1.2. Orientation in relation to the nurse plant

In all our records, *A. potatorum* plants were significantly oriented towards north and west (in the mesic site: $X^2 = 30.531$, $df = 3$, $p < 0.001$; in the xeric site: $X^2 = 46.895$, $df = 3$, $p < 0.001$) (Fig. 1).

3.1.3. Frequency of facilitation between sites

The frequency of facilitation in microenvironments shared in the two sites studied were not significantly different ($Z = 1.1976$, $df = 18$, $p = 0.231$) (Fig. 2, Appendix B).

Table 1

Percentage of area covered by canopies of perennial plant species and open spaces in the mesic and xeric sites. Number of individual plants of *Agave potatorum* observed, number expected and standardized residual values of the association with seedlings, sapling and adult plants (* absolute values of standardized residuals ≥ 1.96 are significant at $p < 0.05$ by Chi-square test).

Species	Area (%)	Agaves observed	Agaves expected	Standardized residuals
Mesic site				
Seedlings and sapling plants				
<i>Bursera</i> sp.	6.322	6	8.471	-0.849
<i>Euphorbia rossiana</i>	14.129	41	18.932	5.072*
<i>Krameria cytisoides</i>	6.541	1	8.765	-2.623*
<i>Pterostemon rotundifolius</i>	8.211	14	11.003	0.903
<i>Rhus chondroloma</i>	8.429	7	11.295	-1.278
<i>Wimberia pubescens</i>	10.201	13	13.669	-0.181
Open spaces	10.037	7	13.450	-1.759
Asteraceae (9 species) ^a	9.645	12	12.924	-0.257
Fabaceae (10 species) ^a	13.426	19	17.990	0.238
Other 51 species and dead shrubs ^a	13.059	14	17.499	-0.837
Adult plants				
<i>Bursera</i> sp.	6.322	3	5.816	-1.168
<i>Euphorbia rossiana</i>	14.129	17	12.998	1.110
<i>Krameria cytisoides</i>	6.541	1	6.018	-2.045*
<i>Pterostemon rotundifolius</i>	8.211	11	7.554	1.254
<i>Rhus chondroloma</i>	8.429	8	7.755	0.088
<i>Wimberia pubescens</i>	10.201	15	9.385	1.833
Open spaces	10.037	2	9.234	-2.381*
Asteraceae (9 species) ^a	9.645	6	8.873	-0.965
Fabaceae (10 species) ^a	13.426	11	12.352	-0.385
Other 51 species and dead shrubs ^a	13.059	18	12.014	1.727
Xeric site				
Seedlings and sapling plants				
<i>Gochmatia hypoleuca</i>	11.2	32	12.6	5.448*
Open spaces	64.7	25	73.1	-5.629*
Asteraceae (15 species) ^a	4.4	15	5.0	4.463*
Fabaceae (12 species) ^a	4.3	11	4.8	2.799*
Other 31 species and dead shrubs ^a	15.4	30	17.4	3.028*
Adult plants				
<i>Gochmatia hypoleuca</i>	11.2	48	13.5	9.372*
Open spaces	64.7	21	78.3	-6.477*
Asteraceae (15 species) ^a	4.4	13	5.4	3.296*
Fabaceae (12 species) ^a	4.3	16	5.2	4.750*
Other 31 species and dead shrubs ^a	15.4	23	18.6	7.825*

^a In these cases species were grouped because individually almost all had less than 1 expected values.

3.2. Seed germination and seedling emergence

In laboratory at 25 °C and neutral photoperiod, the final percentage of seeds germination from the xeric site was different ($F = 11.902$, $df = 1$, $p = 0.009$). Germination of seeds from the xeric site was on average $92.8 \pm 1.4\%$ and that from the mesic site $82.8 \pm 2.7\%$.

In the mesic site, the final percentage of seedling emergence was influenced by the microenvironment ($F = 6.135$, $df = 4$, $p < 0.001$) and the exclusion from predators ($F = 37.433$, $df = 1$, $p < 0.001$). The highest percentages of seedling emergence were recorded under the canopy of *R. chondroloma* and the predation exclusion treatments, whereas the lowest percentages were recorded in open areas (Table 2). The site of seed provenance was no significant ($F = 2.071$, $df = 1$, $p = 0.154$), but it was significant in interaction with microenvironment ($F = 3.281$, $df = 4$, $p = 0.015$), the lowest emergence percentages recorded for seeds of the mesic site was in open areas, whereas for seeds of the xeric site the lowest emergence percentages were recorded under the canopy of *E. rossiana* and open areas (Table 2).

In the xeric site there were no significant differences in seedling emergence neither among microenvironments ($F = 1.393$, $df = 4$, $p = 0.242$), nor among treatments excluding or not predators ($F = 2.566$, $df = 1$, $p = 0.113$) (Table 2). But the site provenance of seeds was a significant factor ($F = 6.342$, $df = 1$, $p = 0.014$), seedling emergence was higher for seeds from the xeric site. The interaction of seed provenance and microenvironment was also significant ($F = 7.16$, $df = 4$, $p < 0.001$). The seedling emergence from seeds of the xeric site was higher under the canopies of *P. rotundifolius*, *A. denticulata* and *G. hypoleuca*, whereas that of the mesic site was higher in open areas (Table 2).

3.3. Seedling survival

After 411 days of starting the experiment, in the mesic site only 15 seedlings survived. Exclusion against predators was the main factor explaining 26% of the deviance (Fig. 3, Table 3). The microenvironment explained 8%, and the seeds provenance explained 2% (14 surviving seedlings were from seeds of the xeric site). Seedlings from seeds of the two sites had the highest survival rate in treatments with predators' exclusion beneath the canopies of *R. chondroloma*, *P. rotundifolius* and *E. rossiana*, whereas the lowest rate occurred in open areas. Only one seedling survived in treatments without exclusion to the end of the experiment under the *R. chondroloma* (Fig. 3).

In the xeric site, eight seedlings remained alive in the treatments with exclusion of predators, explaining 11% of the survival

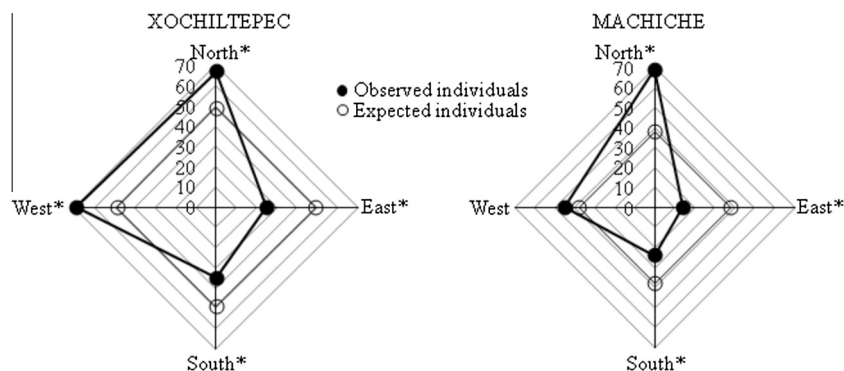


Fig. 1. Azimuth orientation of *Agave potatorum* individual plants with respect to the closest plant shrub in mesic and xeric sites. Azimuth orientations followed with an asterisk are significant at $p < 0.05$ (absolute values of standardized residuals ≥ 1.96 by Chi-square test).

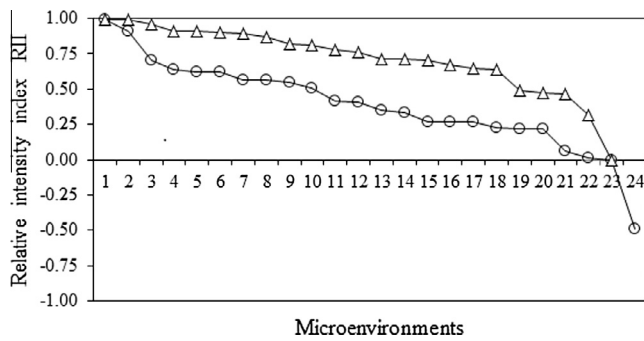


Fig. 2. Frequency of facilitation between sites (intensity of the interaction index RII) of *Agave potatorum* with shrubs shared between the mesic and xeric sites studied. Solid bars indicate interactions in the mesic site, empty bars indicate interactions in the xeric site.

deviance (Fig. 3, Table 3). The microenvironment explained 14% of the deviance, since six seedlings were beneath canopies of *C. nervosus*, *P. rotundifolius* y *G. hypoleuca*, mientras que dos se encontraban en los espacios abiertos. The site of provenance of seeds and its interaction with the microenvironment and exclusion of predators explained 23% of deviance. Five of eight seedlings surviving were from seeds of the mesic site, three were beneath the canopy of *P. rotundifolius* and two open areas, while the other three surviving seedlings were from seeds of the xeric site and were beneath the canopies of *G. hypoleuca* and *C. nervosus* (Fig. 3, Table 3).

In both sites time was significant (Table 3), indicating that the survival rate declined throughout time. Only in the xeric site slopes of curves that describe survival rates, measured through the quadratic time, varied significantly between some micro-environments with respect to the exclusion (Table 3, Appendix C), under the canopies of *C. nervosus* and *G. hypoleuca* without exclusion. The maximum mortality rates were reached more quickly than in open areas and than beneath the canopy of *P. rotundifolius* (Fig. 3, Appendix C).

3.4. Carbon gain

The average titratable acidity of *A. potatorum* in the mesic site was 66.51 ± 6.14 mmol H^+ m^{-2} and no significant differences were found between plants in open areas and those under shrub canopies ($H = 0.59$, $df = 4$, $p = 0.975$; Fig. 4).

In the xeric site the average titratable acidity was 62.22 ± 7.94 mmol H^+ m^{-2} . Plants in open spaces had values

significantly higher than those under shrub canopies ($H = 11.78$, $df = 4$, $p = 0.019$; Fig. 4).

3.5. Sapling agave plants growth

In the mesic site the RGR was positive in all treatments (Fig. 5), but significantly higher beneath shrub canopies compared with those agaves transplanted in open areas ($F = 11.80$, $df = 4$, 67 , $p < 0.001$). The average number of leaves of sapling agaves after 337 days of transplanted was 9.04 ± 0.28 , with no significant differences among microenvironments ($F = 0.92$, $df = 4$, 67 , $p = 0.457$; Fig. 5). On average, the sapling agaves produced 3.67 ± 0.15 leaves during the experiment. The individuals transplanted under *E. rossiana* produced significantly less leaves ($H = 12.01$, $df = 4$, $p = 0.017$), while those transplanted in open spaces produced more leaves, similarly to the treatments beneath the canopies of *R. chondroloma*, *W. microphylla* and *P. rotundifolius* (Fig. 5). No significant differences were identified in leaf mortality among treatments ($H = 8.88$, $df = 4$, $p = 0.064$; Fig. 5).

In the xeric site, the RGR was negative in open areas, and it was significantly lower than growth of those agaves transplanted beneath the shrub canopies ($H = 31.118$, $df = 4$, $p < 0.001$). However, there were no differences between environments under canopies of shrub species (Fig. 5). The average number of leaves of the transplanted agaves by the end of the experiment was 8.10 ± 0.26 , which was significantly lower in open areas ($F = 2.93$, $df = 4$, $p = 0.027$; Fig. 5). Average leaf production was 2.71 ± 0.14 per plant, which was significantly higher in open areas than under shrub canopies ($H = 10.69$, $df = 4$, $p = 0.030$; Fig. 5). However, agaves transplanted to open areas had significantly higher leaf mortality ($H = 26.52$, $df = 4$, $p < 0.001$) than agaves transplanted under shrub canopies; the lowest mortality was identified under *G. hypoleuca* (Fig. 5).

4. Discussion

Plants of *A. potatorum* were not distributed at random. In both sites, agaves were significantly associated to shrubs while scarce or absent in open areas, a pattern that suggests that facilitation is fundamental for the permanence and recovering of populations of this species. In addition, this result indicates that facilitation plays an important role in structuring the communities where this and other agave species occur (Arizaga and Ezcurra, 2002; Valiente-Banuet and Verdú, 2008). In the xeric site, the association to shrubs occurs in the states of seedling–sapling, as well as in adults, whereas in the mesic site the lowest number of *A. potatorum* individuals was identified in open areas but it was

Table 2

Seedling emergence (mean percentage \pm standard error) at the end of the experiment. Treatments with seeds from mesic and xeric sites in open areas and beneath canopies of four plant species per site, with and without exclusion of predators. Means followed by different superscript letters are significantly different at $p < 0.05$ by factorial ANOVAs and Tukey multiple range tests.

Microenvironment	Seeds from the mesic site		Seeds from the xeric site	
	With exclusion	Without exclusion	With exclusion	Without exclusion
<i>Mesic site</i>				
Open spaces	4.0 ± 1.5^{abcde}	2.4 ± 0.9^{cde}	7.600 ± 1.6^{abcde}	4.800 ± 2.2^{abcde}
<i>Euphorbia rossiana</i>	13.6 ± 3.3^{abc}	2.8 ± 0.8^{bcde}	8.800 ± 3.1^{abcde}	0^e
<i>Pterostemon rotundifolius</i>	10.4 ± 2.2^{abcd}	2.8 ± 1.7^{cde}	13.200 ± 4.4^{abcd}	2.000 ± 2.0^{de}
<i>Rhus chondroloma</i>	13.6 ± 4.7^{abcd}	6.4 ± 1.7^{abcde}	20.400 ± 4.7^a	15.600 ± 6.0^{abc}
<i>Wimmeria microphylla</i>	7.6 ± 2.8^{abcde}	4.8 ± 2.1^{abcde}	18.000 ± 4.1^{ab}	7.600 ± 2.1^{abcde}
<i>Xeric site</i>				
Open spaces	15.6 ± 3.8^a	16.0 ± 5.0^a	3.600 ± 1.5^{ab}	2.400 ± 1.2^{ab}
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	5.6 ± 5.1^{ab}	0.8 ± 0.8^{ab}	12.800 ± 5.9^{ab}	2.000 ± 0.9^{ab}
<i>Pterostemon rotundifolius</i>	5.2 ± 4.7^{ab}	0^b	11.600 ± 4.6^{ab}	12.000 ± 7.3^{ab}
<i>Amelanchier denticulata</i>	1.2 ± 1.2^{ab}	2.4 ± 2.4^{ab}	9.200 ± 3.1^{ab}	6.800 ± 2.9^{ab}
<i>Calliandropsis nervosus</i>	3.6 ± 1.2^{ab}	1.6 ± 0.9^{ab}	5.200 ± 3.4^{ab}	14.000 ± 7.3^{ab}

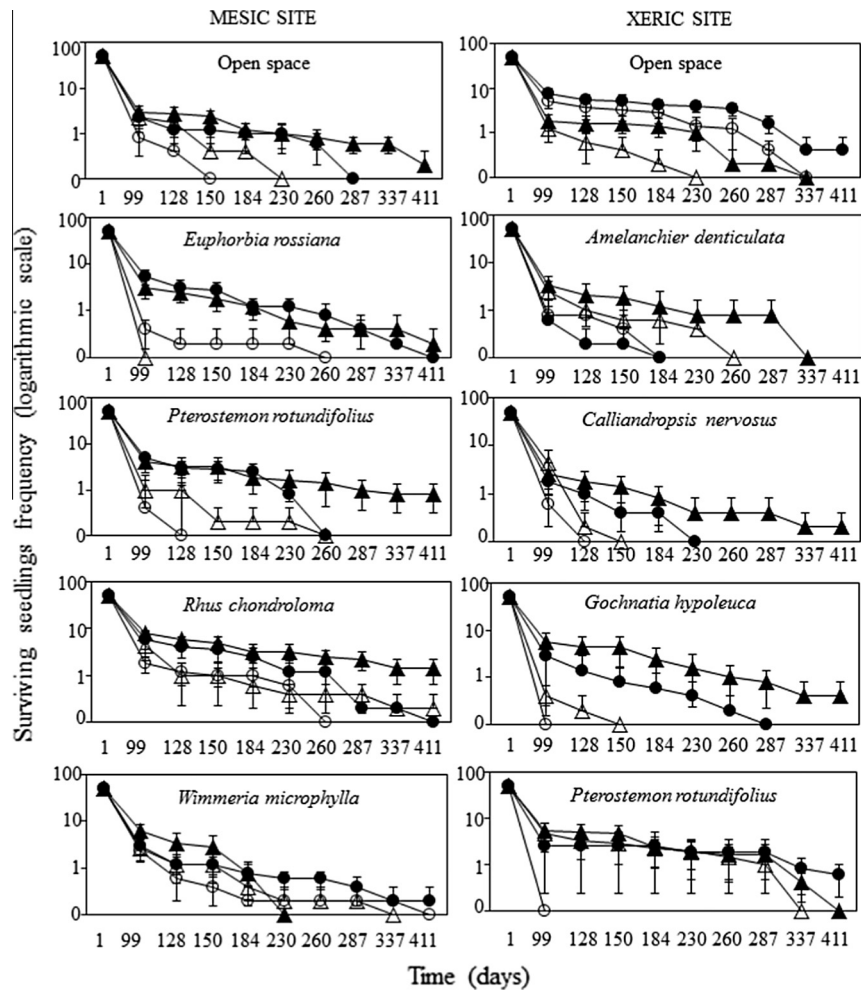


Fig. 3. Seedlings survival (means ± standard error) in open spaces and beneath canopies of four plants species with and without exclusion of predators in mesic and xeric site. Circles indicate seedlings originating from the mesic site seeds, triangles those from the xeric site seeds; solid symbols indicate treatments with exclusion, those empty indicate treatments without exclusion.

Table 3
Deviance analysis of the seedling survival in mesic and xeric sites, in open spaces and beneath canopies of four plants species with and without exclusion of predators.

Factor	Deviance (X ²)	df	r ²	p
<i>Mesic site</i>				
Seed provenance	5.900	1	0.019	0.015
Micro-environment	25.885	4	0.083	<0.001
Exclusion	79.99	1	0.258	<0.001
Micro-environment * exclusion	11.947	4	0.038	0.018
Time	143.500	1	0.462	<0.001
Model	267.222	11	0.861	
Error	43.151	168	0.139	
Total	310.41	179		
<i>Xeric site</i>				
Micro-environment	49.540	4	0.144	<0.001
Exclusion	37.730	1	0.110	<0.001
Seed provenance * micro-environment	62.870	5	0.183	<0.001
Micro-environment * exclusion	15.492	4	0.045	0.004
Seed provenance * micro-environment * exclusion	18.356	5	0.053	0.003
Time	120.810	1	0.351	<0.001
Time * micro-environment * exclusion	17.51	9	0.051	0.041
Quadratic time	4.15	1	0.012	0.042
Model	326.458		0.948	
Error	17.799	149		
Total	344.26	179		

significant only for adult agaves, which suggests that although facilitation is important in both sites, there are differences among sites. Agave plants are mainly established at north and west orientation with respect to the nurse plants in both sites. This fact supports the suggestion that canopy shade is determinant of favourable conditions for establishment. It is important to consider that in the Tehuacán Valley, solar radiation is lower in the western side of the nurse plants throughout the day and in their northern side throughout the year. Such distribution pattern contrasts with that reported for some cacti species of the region, which although are generally associated to nurse plants, it has been recorded that their azimuth orientation is randomly distributed with respect to the nearest main stem of the shrubs (Valiente-Banuet et al., 1991). This pattern suggests that species like *A. potatorum* are more susceptible to damage by excessive solar radiation (Nobel, 1988) than species randomly oriented, reason why protection by shade is particularly important. We suggest that shade provided by nurse plants canopies is a main factor determining facilitation of *A. potatorum*, but other factors influencing in a nested hierarchical way should not be discarded (Baumeister and Callaway, 2006).

It has been proposed that the distribution associated to shrubs may be due to patterns of distribution of seeds caused by their differential dispersion (Suzán-Azpiri and Sosa, 2006). We consider that this factor influences indeed. Seeds may be accumulated and even germinate in open areas or in spaces between rocks, but in

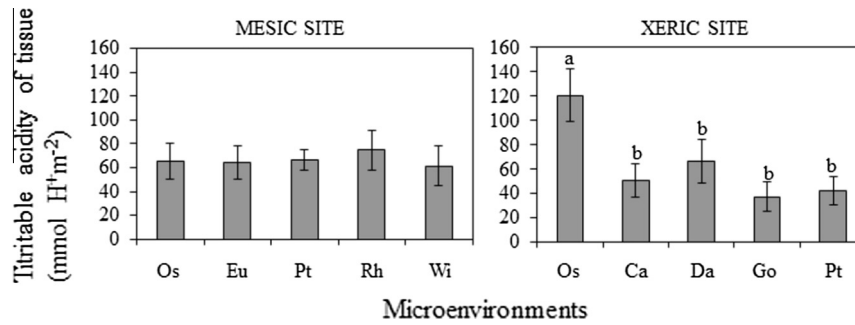


Fig. 4. Total number, production and mortality of leaves (means \pm standard errors and confidence intervals) after 337 days of young plants transplanting (2 years old) of *Agave potatorum* and their RGR (in volume), in open spaces and under the canopies of four shrubs in mesic and xeric site. Means followed by different superscript letters are significantly different at $p < 0.05$ by factorial one-way ANOVAs or Kruskal–Wallis tests in cases of leaf production in the mesic site, RGR and leaf production in xeric site. Os = open space, Am = *Amelanchier denticulata*, Ca = *Calliandropsis nervosus*, Eu = *Euphorbia rossiana*, Go = *Gochnatia hypoleuca*, Pt = *Pterostemon rotundifolius*, Rh = *Rhus chondroloma*, Wi = *Wimmeria microphylla*.

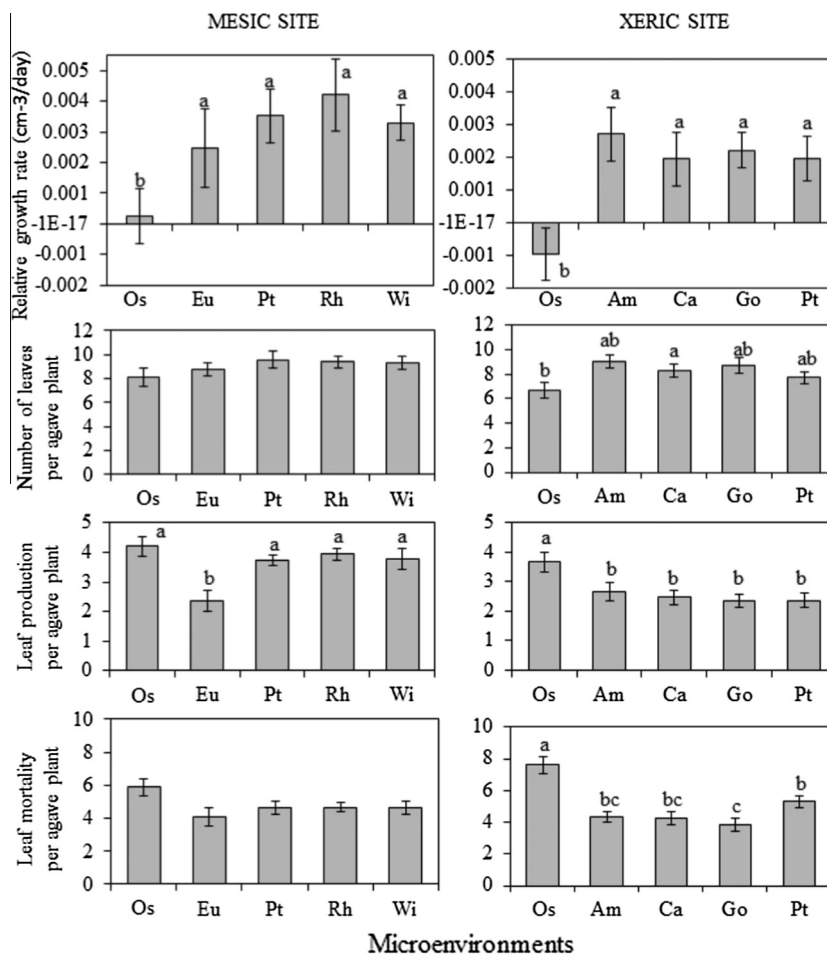


Fig. 5. Carbon gain measured as titratable acidity of tissue of *Agave potatorum* (means \pm standard errors) in open spaces and under the canopies of nurse plants in the mesic and xeric sites. Means followed by different superscript letters are significantly different at $p < 0.05$ by Kruskal–Wallis tests. Os = open space, Am = *Amelanchier denticulata*, Ca = *Calliandropsis nervosus*, Eu = *Euphorbia rossiana*, Go = *Gochnatia hypoleuca*, Pt = *Pterostemon rotundifolius*, Rh = *Rhus chondroloma*, Wi = *Wimmeria microphylla*.

these microenvironments there is a high mortality of seedlings, compared with sites beneath canopies of shrubs (Gómez-Aparicio, 2008; Munguía-Rosas and Sosa, 2008), a pattern that was consistent with results of our research.

The association of *A. potatorum* occurs only with a fraction of the shrub species (29% of species in the mesic site and 36% of species in the xeric site), a slightly lower proportion to that reported

by Valiente-Banuet and Verdú (2007) in biotic communities dominated by columnar cacti, where 34–46% of plant species are nurse plants. We identified significant association with *E. rossiana* and *G. hypoleuca*, which suggests specificity of interaction with these species, probably due to their functional characteristics, their particular form of modifying microenvironments and interactions with other species. All these factors may influence a good performance

and higher survival of *A. potatorum* in different stages of its life cycle (see Callaway, 1998 for a deeper discussion about this topic).

Although in both study sites facilitation is crucial, we expected a higher frequency of the association in the xeric site (Bertness and Callaway, 1994); however, no significant differences were identified in frequency of association between sites even though the strong differences in vegetation physiognomy, environmental temperature and relative humidity (Appendix A). Intraspecific differential adaptations may influence the balance of interactions (Pennings et al., 2003). In the case of *A. potatorum*, the absence of differences in the frequency of facilitation among sites may be due to it is a species with high plasticity (Gentry, 1982) in stress tolerance (Nobel, 1988). However, it is still necessary investigating more about this topic, including more sites that allow visualizing a broader spectrum of environmental conditions. The study sites are only representative of the higher elevations of the range of distribution of *A. potatorum* (García-Mendoza, 2011).

Observations about the differences in colour of agave leaves among sites and the surface occupied by calcareous rocks in the sites allow suggesting that the UV-B radiation incidence, may be determining differential stress of *A. potatorum*, similarly as reported for *A. striata* by Fondom et al. (2009). UV-B radiation causes damage to DNA, photo-oxidation and direct photosynthetic damage, and one plant response is activation of the flavonoid biosynthetic pathway than influence the reflective properties of the leaf surface by anthocyanins production that tend to mask the green chlorophyll pigments and confer a red colour to leaves (Stapleton, 1992). These ecophysiological adaptations may be influencing significantly the interactions of *A. potatorum* with its nurse plants. Studying facilitation as response to stress by UV radiation may be an important research line for further studies (Caldwell and Flint, 1994; Zhang et al., 2012).

Exclusion of predators was the most important factor influencing seedling emergence and survival in the mesic site, contrarily to what occurs in the xeric site where predation only was important for seedling survival. It has been reported that environmental factors such as light intensity and soil humidity significantly influence the presence and density of seed predators (Antvogel and Bonn, 2008). Sites having wide areas without vegetation cover are evaded by seed predators as could occur in the xeric site, where we observed less signs of seed predation. The interaction of predation with microenvironment in seedling survival suggests that predators may have higher incidence in particular microenvironments (Callaway, 1995; Jaksic and Fuentes, 1980), where seedlings are exposed and are more accessible to predators, as we observed in open areas, or where predators find good conditions under the canopies of some particular species. This latter could have been the cases of *E. rossiana* and *P. rotundifolius* in the mesic site or *C. nervosus* and *G. hypoleuca* in the xeric site, where the mortality of seedlings in the not excluded predation treatments occurred more rapidly than in other microenvironments. This result suggests that facilitation in these development steps of *A. potatorum* is dynamic and influenced by differential intensity of factors determining stress among sites (Soliveres et al., 2010).

Effects of microenvironments beneath the canopy of shrubs on seedling emergence were significant only in the mesic site, where we also found strong differences in the environmental temperature and relative humidity among microenvironments. This results suggests that shrubs may have positive effects on germination and that some species have higher quality as nurse plants, in the case studied *R. chondroloma*.

For seedling survival, the microenvironment type was determinant in both sites. Almost all seedlings that survived after one year were those under nurse plants canopies, and we identified shrub

species beneath which survival was higher, but the better species varied among sites.

The positive effects of interactions are of particular importance in the development of techniques for enhancing establishment of *A. potatorum* in natural populations through the manual dispersion of seeds beneath the canopies of recognized nurse plants. This practice is recommendable in areas of difficult access where other actions would have high cost (Delgado-Lemus et al., 2014b; Torres et al., 2015).

Seed provenance was important in the treatment of germination under optimal conditions, seedling emergence and survival. Seeds from the xeric site had a better performance in the xeric site, but it was also good in the mesic site. Contrarily, seeds from the mesic site had lower rates of seedling emergency in both sites. This difference could be due to different germination behavior associated to differences in resource storing capacity of the endosperm and the seed coat (Sultan, 2000), as well as in seedling vigor, as it was documented for *Atactorhynchus duranguensis* (Barriada-Bernal et al., 2013).

The percentage of seedling emergence recorded in field experiments were generally lower compared to those recorded for an atypical year of high rainfall in the region (Arizaga and Ezcurra, 2002) and also lower than the optimum conditions simulated in the laboratory. It is worthy to say that during our experiments the rainfall rate was lower than the annual average (260 mm) and we did not record naturally established seedlings in plots where we conducted the experiments, which suggests that germination and successful establishing of *A. potatorum* may be episodic, such as in other species of arid and semiarid areas, during years of rainfall higher than average (Nobel, 1992), which may be 500–600 mm annual in the study site (Quintas, 2000).

In both sites studied, interception of photosynthetic active radiation by shrubs canopy could have negative effects on leaf production, but also positive effects preventing damage on leaf tissue, decreasing leaf mortality (Callaway, 1995; Franco and Nobel, 1989; Holmgren et al., 1997). The final balance of these effects was a higher number of leaves and leaf growth rate. Contrarily, agaves transplanted to open areas had a higher production of new leaves, but in most individuals the high mortality of leaves only allowed recording slight growth or decrease of agaves size. This information suggests that in open spaces the environmental conditions are adverse for agaves, particularly during the first years. This was actually found during our first evaluation of the reforestation carried out by people of San Luis Atolotitlán, before this study. At that time we found that after two years of transplanted, only 44% of agave plants transplanted in open spaces survived, most of them with signs of poor vigor, contrarily to those transplanted under canopy of shrubs where 84% of plants transplanted survived. Unfortunately few agaves (nearly 25%) had been transplanted near or beneath shrub canopies (Casas et al., 2008; Torres et al., 2013).

The significant association of agaves with *E. rossiana* and *G. hypoleuca*, and the negative interaction recorded with *K. cytisoides*, as well as the highest rates of emergence and survival beneath canopy of *R. chondroloma*, suggest that although shade is the principal factor influencing the association, other processes may additionally influence the quality of the different species as nurse plants. However, according to Baumeister and Callaway (2006) and Callaway (1998), the hierarchic influence of other factors become important only when more general mechanisms such as shade do operate. Some of the other factors may be indirect interactions with a third plant species, mycorrhizal fungi, natural enemies, or N fixing bacteria (Van der Heijden and Horton, 2009; Van der Putten, 2009). This situation could be due to a markedly

variable balance of short term interactions (Armas and Pugnaire, 2005; Lloret et al., 2005; Miriti, 2007).

Findings of this study allow new information basic to develop techniques for reforestation and enhancing seedling establishment in wild populations. Our current proposals should be considered for starting adaptive management, in which new experiments, monitoring and evaluation of actions (Grumbine, 1994; Holling, 1978) allow adjusting strategies for the diversity of situations. This approach has the challenge of developing methods to rapid identification of shrub species that are better nurse plants. Transects in conserved areas identifying nurse plant species, presence, absence and number of seedlings, saplings, and adult agaves could be helpful before conducting manual seed dispersion and transplanting of young plants from nurseries. Rapid sampling to determine the spatial distribution of the target species in sites where management actions are going to be conducted may help to understand the resulting effect of the observed variation in the different steps of the life cycle. Such sampling is particularly important in a region like the Tehuacan Valley with high β diversity. The sites of our study were 2 km separated and shared only 30% of shrub species.

Documenting the relation between functional characteristics as the foliar area index, and the variety of mechanisms of facilitation, may help to identify important differences of the nature of stress and how it decreases due to the influence of neighboring plants (Butterfield and Callaway, 2013).

It has been suggested that the close phylogenetic relatedness is a good approach to predict the outcome of plant–plant interactions (Soliveres et al., 2012; Valiente-Banuet and Verdú, 2013, 2008; Verdú et al., 2012). Even more, it has been proposed that for restoration, the minimum phylogenetic distance between nurse and facilitated species to enhance early survival of the latter is around 100 Ma (Verdú et al., 2012). *A. potatorum* is mainly associated with species of the Magnoliopsida, which are on average 163 Ma diverging (Kumar and Hedges, 2011); however we found cases such as the negative interaction with *K. cytisoides* (163 Ma) in the mesic site, as well as the positive interaction with *D. serratifolium*, a closely related species (52 Ma) (Kumar and Hedges, 2011). This information suggests that the phylogenetic distance may provide a first approach for selecting species to be used as nurse plants, but it is also necessary identifying the exceptions.

5. Conclusions

Studies of plant–plant interactions provide key criteria in restoration programmes, and according to our study it is crucial for recovering populations of *A. potatorum*. The assisted reforestation of nurse plants and the target species may have important associated benefits for biodiversity conservation.

The ecological theory may provide important criteria to identify the role of facilitation in the dynamics of species whose recovering is targeted, as well as the causing mechanisms involved.

Shade appears to be a primary factor in facilitation of *A. potatorum*, although other factors (protection against predation and characteristic of the microenvironments) influence the quality of shrubs as nurse plants.

The provenance of seeds influenced the success of seed germination and seedling establishment. Which suggests that local adaptations should be taken into account for planing actions in favour of populations' recovery.

Although deeper studies on mechanisms influencing facilitation, particularly the influence of interactions of other species

are still necessary, the results of this study provides helpful information to design strategies for maximizing the benefits of interactions, techniques for improving nursing and transplanting of agaves, selecting the specific nurse plants or simulate their effects.

Local people started actions, some of them successful (seed germination and maintenance of plants in nursery, exclusion of cattle from forest areas), but others unsuccessful (transplanting of agave plants in open areas). Our studies provide useful information for making decisions and actions for protecting and recovering *A. potatorum* populations, but implementation, continual evaluation and adjusting of the better practices according to their success are crucial for ensuring the recovering of populations and its long term utilization. This experience indicates that designing adaptive management strategies together with local people and researchers may be more successful rather than working separately without communication.

Authors' contributions

SR main author, involved in the study design, field and laboratory work, analysis of data, wrote the first draft and concluded the final version of this paper. AC main coordinator–supervisor of the research project; participated in fieldwork, data analyses and reviewed several drafts of the manuscript. PD contributed to designing and following progress of the research and field work and data analyses and reviewed final drafts of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Acknowledgements

The authors thank the Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM and CONACYT, Mexico for MSc studies of the first author. We sincerely thank people and local authorities of San Luis Atlotitlán and San Francisco Xochiltepec, as well as authorities of the Biosphere Reserve Tehuacán-Cuicatlán for the facilities for conducting field studies. We also thank the CONACYT (Project CB CB-2013-01-221800), and the DGAPA, UNAM (PAPIIT, IN209214) for financial support. MSc Edgar Pérez-Negrón provided fieldwork assistance. Dr. Alfonso Valiente-Banuet gave valuable advice and suggestions during the research and a preliminary manuscript.

Table A.1

Temperature and relative humidity in the mesic and xeric sites. Values are means \pm standard error.

		Mesic site	Xeric site
<i>May</i>			
Temperature (°C)	Diurnal	33.097 \pm 0.641	24.392 \pm 0.480
	Nocturnal	17.689 \pm 0.182	14.636 \pm 0.176
Relative humidity (%)	Diurnal	37.935 \pm 1.762	48.663 \pm 1.714
	Nocturnal	60.999 \pm 0.230	73.392 \pm 0.949
<i>June</i>			
Temperature (°C)	Diurnal	28.474 \pm 0.150	28.491 \pm 1.408
	Nocturnal	14.331 \pm 0.098	11.738 \pm 0.144
Relative humidity (%)	Diurnal	36.065 \pm 1.132	38.029 \pm 0.720
	Nocturnal	75.447 \pm 0.414	82.919 \pm 0.490

Environmental conditions in sites mesic and xeric were measured with HOBO H8 sensors (Onset Computer Corporation, Massachusetts, USA) located in three sampling stations per site distributed in open spaces. These sensors recorded simultaneously temperature, relative humidity and light every five minutes for 24 h.

Table A.2

Environmental and soil characteristics in the microenvironments used for testing emergence, survival, CO₂ absorption, and growth in the mesic and xeric sites. Values are means ± standard error. Means followed by different superscript letters are significantly different at $p < 0.05$.

Site	Microenvironment					Data analysis
	Open space	<i>Euphorbia rossiana</i> 1.5 m height, perennial foliage of 1.6 m	<i>Pterostemon rotundifolius</i> 1.7 m height, seasonal foliage of 2.1 m ⁻²	<i>Rhus chondroloma</i> 1.3 m height, perennial foliage of 2.5 m ⁻²	<i>Wimmeria microphylla</i> 1.3 m height, seasonal foliage of 1.2 m ⁻²	
Mesic site						
Environment June						
Temperature (°C)						
Diurnal	25.88 ± 0.24	21.92 ± 0.39	–	23.18 ± 0.15	–	
Nocturnal	14.34 ± 0.15	14.97 ± 0.024	–	14.75 ± 0.047	–	
Relative humidity (%)						
Diurnal	39.91 ± 0.146	49.05 ± 0.87	–	45.85 ± 0.190	–	
Nocturnal	74.24 ± 0.02	72.44 ± 0.34	–	72.19 ± 0.65	–	
Light intensity (lumens/ft ⁻²)	837.19 ± 48.36	398.61 ± 90.32	–	590.81 ± 14.32	–	
Soil						
Clay (%)	17.80 ± 2.00	18.47 ± 2.40	19.13 ± 1.33	19.80 ± 0.00	19.80 ± 0.00	F = 0.346, df = 4.10, p = 0.841
Silt (%)	20.67 ± 3.33	23.34 ± 1.76	26.00 ± 2.00	23.33 ± 1.76	25.33 ± 0.67	F = 0.999, df = 4.10, p = 0.452
Sand (%)	61.53 ± 5.33	58.21 ± 4.00	54.87 ± 1.76	56.87 ± 1.76	54.87 ± 0.67	F = 0.757, df = 4.10, p = 0.576
Field capacity (%)	14.23 ± 2.20	15.43 ± 2.02	16.60 ± 0.80	16.24 ± 0.53	16.84 ± 0.21	F = 0.570, df = 4.10, p = 0.691
pH	7.83 ± 0.04	7.80 ± 0.04	7.77 ± 0.08	7.72 ± 0.11	7.91 ± 0.06	F = 0.951, df = 4.10, p = 0.475
Organic matter (%)	8.13 ± 0.36	9.59 ± 1.88	9.81 ± 0.73	12.08 ± 2.49	9.65 ± 1.96	F = 0.669, df = 4.10, p = 0.628
Ammonia nitrogen (ppm)	6.99 ± 3.63	9.24 ± 2.60	3.83 ± 0.98	5.86 ± 2.88	8.79 ± 4.13	F = 0.529, df = 4.10, p = 0.718
Mineral nitrogen (ppm)	8.68 ± 3.51	11.04 ± 2.81	4.25 ± 1.25	4.21 ± 0.64	10.15 ± 4.33	F = 1.287, df = 4.10, p = 0.339
Phosphorus (ppm)	6.89 ± 0.49	6.12 ± 1.29	5.86 ± 0.71	5.64 ± 0.41	6.40 ± 0.35	F = 0.444, df = 4.10, p = 0.775
Potassium (ppm)	154.28 ± 29.41	221.71 ± 71.70	142.18 ± 9.11	187.37 ± 21.05	194.01 ± 36.18	F = 0.651, df = 4.10, p = 0.639
Calcium (ppm)	7700.00 ± 583.79	7466.67 ± 384.41	6883.33 ± 142.40	7466.67 ± 187.82	8083.33 ± 174.00	F = 1.656, df = 4.10, p = 0.236
Magnesium (ppm)	620.00 ± 276.22	620.00 ± 199.99	240.00 ± 51.96	520.00 ± 36.05	600.00 ± 121.24	F = 0.970, df = 4.10, p = 0.465
Carbonates (%)	12.28 ± 0.03	12.28 ± 0.03	12.14 ± 0.14	12.08 ± 0.17	12.27 ± 0.14	F = 0.648, df = 4.10, p = 0.641
	Open space	<i>Calliandropsis nervosus</i> 0.35 m height, seasonal foliage of 0.3 m ⁻²	<i>Amelanchier denticulata</i> 0.4 m height, seasonal foliage of 0.9 m ⁻²	<i>Gochnatia hypoleuca</i> 0.6 m height, perennial foliage of 0.6 m ⁻²	<i>Pterostemon rotundifolius</i> 0.7 m height, seasonal foliage of 0.8 m ⁻²	
Xeric site						
Environment June						
Temperature (°C)						
Diurnal	27.57 ± 0.73	–	–	22.93 ± 1.66	22.87 ± 0.11	
Nocturnal	10.92 ± 0.27	–	–	11.78 ± 0.24	11.84 ± 0.03	
Relative humidity (%)						
Diurnal	38.67 ± 1.2	–	–	43.25 ± 2.74	43.29 ± 0.26	
Nocturnal	81.62 ± 0.57	–	–	79.30 ± 0.20	79.83 ± 0.66	
Light intensity (lumens/ft ⁻²)	921.86 ± 11	–	–	825.96 ± 109.46	648.61 ± 39.43	

(continued on next page)

Table A.2 (continued)

Site	Microenvironment					Data analysis
	Open space	<i>Euphorbia rossiana</i> 1.5 m height, perennial foliage of 1.6 m	<i>Pterostemon rotundifolius</i> 1.7 m height, seasonal foliage of 2.1 m ⁻²	<i>Rhus chondroloma</i> 1.3 m height, perennial foliage of 2.5 m ⁻²	<i>Wimmeria microphylla</i> 1.3 m height, seasonal foliage of 1.2 m ⁻²	
Soil						
Clay (%)	19.13 ± 1.76 ^b	19.13 ± 0.67 ^b	17.80 ± 2.31 ^b	13.13 ± 0.67 ^{ab}	11.13 ± 1.33 ^a	F = 6.566, df = 4.10, p = 0.007
Silt (%)	22.67 ± 1.33	24.67 ± 0.67	24.67 ± 2.91	23.33 ± 0.67	24.67 ± 1.33	F = 0.340, df = 4.10, p = 0.845
Sand (%)	58.20 ± 2.00	56.20 ± 1.16	57.53 ± 4.37	63.53 ± 0.67	64.20 ± 2.31	F = 2.220, df = 4.10, p = 0.14
Field capacity (%)	15.61 ± 1.17 ^{ab}	16.19 ± 0.58 ^b	15.38 ± 1.99 ^{ab}	11.93 ± 0.36 ^{ab}	11.10 ± 1.04 ^a	F = 3.985, df = 4.10, p = 0.035
pH	7.65 ± 0.09	7.82 ± 0.04	7.82 ± 0.05	7.80 ± 0.05	7.70 ± 0.03	F = 2.083, df = 4.10, p = 0.158
Organic matter (%)	13.88 ± 1.61	9.09 ± 0.43	10.33 ± 1.62	12.64 ± 0.53	12.50 ± 1.29	F = 2.672, df = 4.10, p = 0.095
Ammonia nitrogen (ppm)	7.44 ± 1.41 ^b	34.49 ± 8.12 ^a	15.56 ± 2.74 ^{ab}	19.39 ± 3.93 ^{ab}	46.90 ± 18.55 ^a	F = 3.542, df = 4.10, p = 0.048
Mineral nitrogen (ppm)	8.59 ± 1.26 ^b	30.25 ± 7.92 ^a	17.32 ± 2.75 ^{ab}	20.54 ± 3.93 ^{ab}	52.62 ± 17.35 ^a	F = 5.522, df = 4.10, p = 0.013
Phosphorus (ppm)	7.82 ± 1.21	7.40 ± 1.03	8.24 ± 0.69	7.14 ± 0.49	6.99 ± 1.15	F = 0.285, df = 4.10, p = 0.881
Potassium (ppm)	211.37 ± 3.47	180.32 ± 38.66	246.15 ± 34.77	329.18 ± 71.60	341.33 ± 67.22	F = 2.052, df = 4.10, p = 0.163
Calcium (ppm)	9433.33 ± 2333.45	7716.67 ± 622.67	9183.33 ± 2233.46	12500.00 ± 435.88	8566.67 ± 3686.06	F = 0.668, df = 4.10, p = 0.628
Magnesium (ppm)	890.00 ± 121.65 ^b	590.00 ± 183.57 ^b	1120.00 ± 259.42 ^b	1080.00 ± 147.98 ^b	7400.00 ± 1259.29 ^a	F = 24.489, df = 4.10, p < 0.001
Carbonates (%)	26.02 ± 7.60	36.34 ± 0.19	21.65 ± 1.16	21.82 ± 1.68	26.58 ± 4.91	F = 2.069, df = 4.10, p = 0.16

Environmental conditions in microsites were measured with HOBO H8 sensors (Onset Computer Corporation, Massachusetts, USA) located in two sampling stations per microsite per site. They recorded simultaneously temperature, relative humidity and light every five minutes for 24 h.

Appendix A

Description of the environmental characteristics of the mesic and xeric sites studied, and those of the microenvironments used for testing emergence, survival, CO₂ absorption and growth (see Tables A.1 and A.2).

Three soil samples by microenvironment were collected from upper 15 cm of the soil in each site. Clay, silt and sand by were determined by the Bouyoucos hydrometer method; field capacity was estimated. Soil pH was measured with an Accumet AR20 pH meter (Fisher Scientific Company, Pittsburgh, Pennsylvania, USA). Organic matter was measured. Ammonia nitrogen was measured by the Nessler method and mineral nitrogen by spectrophotometry (Spectronic 21D, Milton Roy, Rochester, New York, USA). Water-soluble phosphorus was estimated by ultraviolet–visible spectrophotometry (Spectronic 21D, Milton Roy, Rochester, New York, USA); potassium was measured by spectrophotometry (Flame photometer Cole-Parmer 2655-00, Cole-Parmer

Instrument Co., Chicago, Illinois, E.U.); calcium and magnesium were measured volumetrically with EDTA; and carbonates percentage by volumetric analysis.

Differences in soil characteristics were tested through factorial one-way ANOVAs by variable and per site, Tukey multiple range tests were performed for significant differences, these analyses were conducted with STATISTICA 6 (StatSoft-Inc., 2003). Variables expressed in percentage were arcsine square root transformed.

Appendix B

Microenvironments surface, number of *Agave potatorum* plants of the categories seedling–sapling and adults associated to each microenvironment, and relative interaction index (RII) in the mesic and xeric sites based on number of individuals m⁻².

Microenvironment		Mesic site					Xeric site				
Family	Specie	Total microenvironment cover (%)	Seedling and sapling plants (number)	Adult plants (number)	Total Agave plants (ind/m ⁻²)	RII	Total microenvironment cover (%)	Seedling and sapling plants (number)	Adult plants (number)	Total Agave plants (ind/m ⁻²)	RII
Acanthaceae		0.01	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Adiantaceae		0.02	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Agavaceae	<i>Agave kerchovei</i>	0.05	0	0	<0.01	-1	0.14	0	0	<0.01	-1
Agavaceae	<i>Agave salmiana</i>	0.21	0	0	<0.01	-1	0.02	0	0	<0.01	-1
Agavaceae	<i>Agave sp.</i>	0.53	0	0	<0.01	-1	0.36	0	0	<0.01	-1
Agavaceae	<i>Yucca periculosa</i>	0.11	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Anacardiaceae	<i>Actinocheita potentillifolia</i>	0.20	0	0	<0.01	-1	<0.01	0	0	<0.01	-1
Anacardiaceae	<i>Pseudosmodingium multifolium</i>	-	-	-	-	-	<0.01	0	0	<0.01	-1
Anacardiaceae	<i>Rhus chondroloma</i>	8.43	7	8	0.07	0.33	-	-	-	-	-
Araliaceae	<i>Aralia humilis</i>	<0.01	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Asteraceae	<i>Ageratina espinosarum</i>	3.22	4	1	0.06	0.27	0.82	3	2	0.24	0.78
Asteraceae	<i>Ageratina hebes</i>	1.42	2	0	0.06	0.22	0.04	0	0	<0.01	-1
Asteraceae		0.72	1	0	0.06	0.22	-	-	-	-	-
Asteraceae		-	-	-	-	-	0.12	0	2	0.65	0.91
Asteraceae		-	-	-	-	-	0.16	0	0	<0.01	-1
Asteraceae		-	-	-	-	-	0.72	8	3	0.62	0.91
Asteraceae		-	-	-	-	-	0.07	0	0	<0.01	-1
Asteraceae		-	-	-	-	-	0.24	1	0	0.17	0.70
Asteraceae	<i>Brickellia veronicifolia</i>	-	-	-	-	-	0.09	0	0	<0.01	-1
Asteraceae	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	-	-	-	-	-	11.18	32	48	0.29	0.81
Asteraceae	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.03	0	0	<0.01	-1	0.46	1	1	0.17	0.71
Asteraceae	<i>Perymenium discolor</i>	3.13	5	5	0.13	0.56	0.65	2	5	0.43	0.87
Asteraceae	<i>Pittocaulon praecox</i>	0.21	0	0	<0.01	-1	<0.01	0	0	<0.01	-1
Asteraceae	<i>Verbesina sp.</i>	0.39	0	0	<0.01	-1	0.69	0	0	<0.01	-1
Asteraceae	<i>Verbesina sp.</i>	0.20	0	0	<0.01	-1	0.18	0	0	<0.01	-1
Asteraceae	<i>Viguiera pinnatilobata</i>	0.31	0	0	<0.01	-1	0.18	0	0	<0.01	-1
Asteraceae	<i>Zexmenia pringlei</i>	-	-	-	-	-	0.02	0	0	<0.01	-1
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	0.01	0	0	<0.01	-1	<0.01	0	0	<0.01	-1
Bromeliaceae	<i>Hechtia sp.</i>	2.29	3	2	0.09	0.42	0.46	0	1	0.09	0.49
Bromeliaceae	<i>Tillandsia sp.</i>	<0.01	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Burseraceae	<i>Bursera sp.</i>	6.32	6	3	0.06	0.23	-	-	-	-	-
Cactaceae	<i>Ferocactus flavovirens</i>	0.25	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Cactaceae	<i>Lophocereus marginatus</i>	<0.01	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-

(continued on next page)

Microenvironment		Mesic site					Xeric site				
Family	Specie	Total microenvironment cover (%)	Seedling and sapling plants (number)	Adult plants (number)	Total Agave plants (ind/m ⁻²)	RII	Total microenvironment cover (%)	Seedling and sapling plants (number)	Adult plants (number)	Total Agave plants (ind/m ⁻²)	RII
Cactaceae	<i>Mammillaria sphacelata</i>	–	–	–	–	–	0.01	0	0	<0.01	–1
Cactaceae	<i>Opuntia pilifera</i>	0.72	0	0	<0.01	–1	0.07	0	0	<0.01	–1
Celastraceae	<i>Wimmeria pubescens</i>	10.20	13	15	0.11	0.51	–	–	–	–	–
Convolvulaceae	<i>Ipomoea arborescens</i>	0.22	0	0	<0.01	–1	–	–	–	–	–
Cupressaceae	<i>Juniperus flaccida</i>	<0.01	0	0	<0.01	–1	–	–	–	–	–
Ephedraceae	<i>Ephedra compacta</i>	–	–	–	–	–	0.06	0	0	<0.01	–1
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscylus tehuacanensis</i>	<0.01	0	0	<0.01	–1	–	–	–	–	–
Euphorbiaceae	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	0.01	0	0	<0.01	–1	–	–	–	–	–
Euphorbiaceae	<i>Croton rzedowskii</i>	0.55	0	0	<0.01	–1	–	–	–	–	–
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia rossiana</i>	14.13	41	17	0.16	0.64	–	–	–	–	–
Euphorbiaceae		0.09	0	0	<0.01	–1	0.01	0	0	<0.01	–1
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	0.11	0	0	<0.01	–1	–	–	–	–	–
Flacourtiaceae	<i>Neopringlea viscosa</i>	2.95	1	2	0.04	0.06	0.07	1	0	0.59	0.90
Krameriaceae	<i>Krameria cytisoides</i>	6.54	1	1	0.01	–0.49	1.40	0	2	0.06	0.32
Lamiaceae		0.05	0	0	<0.01	–1	–	–	–	–	–
Lamiaceae	<i>Salvia candicans</i>	0.09	0	0	<0.01	–1	1.48	2	1	0.08	0.47
Lamiaceae	<i>Salvia thymoides</i>	–	–	–	–	–	0.87	2	1	0.14	0.64
Leguminosae	<i>Bauhinia deserti</i>	0.15	0	0	<0.01	–1	–	–	–	–	–
Leguminosae	<i>Calliandropsis nervosus</i>	0.04	0	0	<0.01	–1	2.41	2	11	0.22	0.76
Leguminosae	<i>Dalea</i> sp.	2.14	3	1	0.07	0.35	0.07	8	0	4.87	0.99
Leguminosae	<i>Dalea</i> sp.	1.09	1	0	0.04	0.01	0.03	1	0	1.47	0.96
Leguminosae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	1.93	2	1	0.06	0.27	0.05	0	0	<0.01	–1
Leguminosae		0.05	0	1	0.77	0.91	0.04	0	0	<0.01	–1
Leguminosae		–	–	–	–	–	0.04	0	0	<0.01	–1
Leguminosae		–	–	–	–	–	0.03	0	0	<0.01	–1
Leguminosae	<i>Mimosa luisana</i>	0.52	0	2	0.15	0.62	–	–	–	–	–
Leguminosae	<i>Mimosa</i> sp.	2.77	8	1	0.13	0.57	0.05	0	0	<0.01	–1
Leguminosae		–	–	–	–	–	0.01	0	0	<0.01	–1
Leguminosae		–	–	–	–	–	0.06	0	0	<0.01	–1
Leguminosae		–	–	–	–	–	1.32	0	5	0.15	0.67
Leguminosae	<i>Senna galeottiana</i>	4.73	5	5	0.08	0.40	–	–	–	–	–
Leguminosae	<i>Senna</i> sp.	0.01	0	0	<0.01	–1	0.18	0	0	<0.01	–1
Malpighiaceae	<i>Galphimia glauca</i>	0.02	0	0	<0.01	–1	0.11	0	0	<0.01	–1
Nolinaceae	<i>Dasyllirion serratifolium</i>	0.97	3	2	0.21	0.70	2.48	6	5	0.18	0.71
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	0.03	0	0	<0.01	–1	–	–	–	–	–

(continued)

Microenvironment		Mesic site					Xeric site				
Family	Specie	Total microenvironment cover (%)	Seedling and sapling plants (number)	Adult plants (number)	Total Agave plants (ind/m ⁻²)	RII	Total microenvironment cover (%)	Seedling and sapling plants (number)	Adult plants (number)	Total Agave plants (ind/m ⁻²)	RII
Rosaceae	<i>Amelanchier denticulata</i>	0.64	0	1	0.06	0.27	3.40	1	6	0.08	0.47
Rosaceae	<i>Xerospirea hartwegiana</i>	-	-	-	-	-	0.36	0	0	<0.01	-1
Rubiaceae	<i>Bouvardia longiflora</i>	1.28	2	3	0.16	0.63	0.30	2	2	0.53	0.89
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp.	0.31	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	0.14	0	0	<0.01	-1	0.03	0	0	<0.01	-1
Saxifragaceae	<i>Pterostemon rotundifolius</i>	8.21	14	11	0.12	0.54	1.83	12	2	0.31	0.82
Scrophulariaceae	<i>Penstemon campanulatus</i>	-	-	-	-	-	0.59	1	1	0.14	0.64
Scrophulariaceae	<i>Russelia coccinea</i>	0.03	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Simaroubaceae	<i>Castela tortuosa</i>	-	-	-	-	-	0.45	0	0	<0.01	-1
Turneraceae	<i>Turnera diffusa</i>	0.13	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Verbenaceae	<i>Lantana</i> sp.	0.03	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i>	<0.01	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Verbenaceae	<i>Lippia oaxacana</i>	0.04	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		0.13	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		0.01	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		0.01	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		0.20	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		0.03	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		0.03	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		0.01	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		0.08	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		0.01	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		<0.01	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		0.14	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		<0.01	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		0.05	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		0.02	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		0.15	0	0	<0.01	-1	-	-	-	-	-
Undetermined		-	-	-	-	-	0.03	0	0	<0.01	-1
Undetermined		-	-	-	-	-	<0.01	0	0	<0.01	-1
Undetermined		-	-	-	-	-	0.01	0	0	<0.01	-1
Undetermined		-	-	-	-	-	0.01	0	0	<0.01	-1
Undetermined		-	-	-	-	-	<0.01	0	0	<0.01	-1
Undetermined		-	-	-	-	-	0.03	0	0	<0.01	-1
Undetermined		-	-	-	-	-	0.77	0	0	<0.01	-1
	Dead shrubs	0.09	5	8	6.01	0.99	0.03	3	2	6.51	0.99
	Open space	10.04	7	2	0.04	0	64.72	25	21	0.03	0

Appendix C

Rates of starting survival (linear parameter), throughout time (linear parameter) and throughout quadratic time of the seedling survival of seeds from the mesic and xeric sites, in open spaces and beneath canopies of shrubs with and without predator exclusions.

Appendix D. Supplementary material

Supplementary data associated with this article can be found, in the online version, at <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2015.03.003>. These data include Google maps of the most important areas described in this article.

Site	Microenvironment	Starting survival rate		Survival rate throughout time		Survival rate throughout quadratic time	
		With exclusion	Without exclusion	With exclusion	Without exclusion	With exclusion	Without exclusion
Mesic site							
Mesic site seeds	Open spaces	-2.475	-3.699	-0.397	-0.397		
	<i>Euphorbia rossiana</i>	-2.189	-5.318	-0.397	-0.397		
	<i>Pterostemon rotundifolius</i>	-1.975	-4.400	-0.397	-0.397		
	<i>Rhus chondroloma</i>	-1.451	-2.834	-0.397	-0.397		
	<i>Wimmeria microphylla</i>	-2.394	-3.140	-0.397	-0.397		
Xeric site seeds	Open spaces	-2.097	-3.321	-0.397	-0.397		
	<i>Euphorbia rossiana</i>	-1.811	-4.940	-0.397	-0.397		
	<i>Pterostemon rotundifolius</i>	-1.597	-4.021	-0.397	-0.397		
	<i>Rhus chondroloma</i>	-1.073	-2.456	-0.397	-0.397		
	<i>Wimmeria microphylla</i>	-2.015	-2.761	-0.397	-0.397		
Xeric site							
Xeric site seeds	Open spaces	-1.755	-1.879	-0.003	-0.172	-0.035	-0.035
	<i>Calliandropsis nervosus</i>	-3.482	-1.151	-0.194	-3.260	-0.035	-0.035
	<i>Amelanchier denticulata</i>	-4.978	-3.476	-0.118	-0.456	-0.035	-0.035
	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	-3.103	-11.030	-0.129	-1.241	-0.035	-0.035
	<i>Pterostemon rotundifolius</i>	-2.648	-13.490	0.0607	-0.053	-0.035	-0.035
Mesic site seeds	Open spaces	-3.250	-3.950	-0.003	-0.172	-0.035	-0.035
	<i>Calliandropsis nervosus</i>	-2.638	0.964	-0.194	-3.260	-0.035	-0.035
	<i>Amelanchier denticulata</i>	-2.559	-2.540	-0.118	-0.456	-0.035	-0.035
	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	-1.822	-3.433	-0.129	-1.241	-0.035	-0.035
	<i>Pterostemon rotundifolius</i>	-2.349	-2.252	0.0607	-0.053	-0.035	-0.035

References

- Antvogel, H., Bonn, A., 2008. Environmental parameters and microspatial distribution of insects: a case study of carabids in an alluvial forest. *Ecography (Cop.)* 24, 470–482. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0587.2001.tb00482.x>.
- Arizaga, S., Ezcurra, E., 2002. Propagation mechanisms in *Agave macroacantha* (Agavaceae), a tropical arid-land succulent rosette. *Am. J. Bot.* 89, 632–641. <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.89.4.632>.
- Armas, C., Pugnaire, F.I., 2005. Plant interactions govern population dynamics in a semi-arid plant community. *J. Ecol.* 93, 978–989. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01033.x>.
- Armas, C., Ordiales, R., Pugnaire, F.I., 2004. Measuring plant interactions: a new comparative index. *Ecology* 85, 2682–2686. <http://dx.doi.org/10.1890/03-0650>.
- Armas, C., Rodríguez-Echeverría, S., Pugnaire, F.I., 2011. A field test of the stress-gradient hypothesis along an aridity gradient. *J. Veg. Sci.* 22, 818–827. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1654-1103.2011.01301.x>.
- Barriada-Bernal, G., Almaraz-Barca, N., Gallardo-Velázquez, T., Torres-Morán, I., Herrera-Arrieta, Y., González-Elizondo, S., Delgado-Alvarado, E.A., 2013. Seed vigor variation of agave durangensis. *Am. J. Pl. Sc.* 4, 2227–2239.
- Baumeister, D., Callaway, R.M., 2006. Facilitation by *Pinus flexilis* during succession: a hierarchy of mechanisms benefits other plant species. *Ecology* 87, 1816–1830. [http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(2006\)87\[1816:FBPFDS\]2.0.CO](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(2006)87[1816:FBPFDS]2.0.CO).
- Bertness, M.D., Callaway, R.M., 1994. Positive interactions in communities. *Trends Ecol. Evol.* 9, 191–193. [http://dx.doi.org/10.1016/0169-5347\(94\)90088-4](http://dx.doi.org/10.1016/0169-5347(94)90088-4).
- Bowen, S., Valenzuela Zapata, A., 2009. Geographical indications, terroir, and socioeconomic and ecological sustainability: the case of tequila. *J. Rural Stud.* 25, 108–119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrurstud.2008.07.003>.
- Brooker, R.W., Maestre, F.T., Callaway, R.M., Lortie, C.J., Cavieres, L.A., Kunstler, G., Liancourt, P., Tielbörger, K., Travis, J.M.J., Anthelme, F., Armas, C., Coll, L., Corcket, E., Delzon, S., Forey, E., Kikvidze, Z., Olofsson, J., Pugnaire, F.I., Quiroz, C.L., Saccone, P., Schiffrers, K., Seifan, M., Touzard, B., Michalet, R., 2008. Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. *J. Ecol.* 96, 18–34. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2007.01295.x>.
- Butterfield, B.J., Callaway, R.M., 2013. A functional comparative approach to facilitation and its context dependence. *Funct. Ecol.* 27, 907–917. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2435.12019>.
- Caldwell, M.M., Flint, S.D., 1994. Stratospheric ozone reduction, solar UV-B radiation and terrestrial ecosystems. *Clim. Change* 28, 375–394. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01104080>.
- Callaway, R.M., 1995. Positive interactions among plants. *Bot. Rev.* 61, 306–349. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02912621>.
- Callaway, R.M., 1998. Are positive interactions species-specific? *Oikos* 82, 202–207. <http://dx.doi.org/10.2307/3546931>.
- Callaway, R.M., Walker, L.R., 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology* 78, 1958–1965. [http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(1997\)078\[1958:CAFASA\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(1997)078[1958:CAFASA]2.0.CO;2).
- Casas, A., Rangel-Landa, S., Torres, I., Pérez-Negrón, E., Solís, L., Parra, F., Delgado, A., Blancas, J., Farfán-Heredia, B., Moreno, A.I., 2008. In situ management and conservation of plant resources in the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico: an ethnobotanical and ecological perspective. In: de Albuquerque, U.P., Alves, M. (Eds.), *Current Topics in Ethnobotany*. Research Signpost, Kerala, pp. 1–23.
- Castro, J., Zamora, R., Hódar, J.A., Gómez, J.M., Gómez-Aparicio, L., 2004. Benefits of using shrubs as nurse plants for reforestation in mediterranean mountains: a 4-year study. *Restor. Ecol.* 12, 352–358. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1061-2971.2004.0316.x>.
- Colunga-GarcíaMarín, P., Zizumbo-Villarreal, D., Martínez, J., 2007. Tradiciones en el aprovechamiento de los agaves mexicanos: una aportación a la protección legal y conservación de su diversidad biológica y cultural. In: Colunga-GarcíaMarín, P., Larqué, A., Eguiarte, L.E., Zizumbo-Villarreal, D. (Eds.), *En lo Ancestral Hay Futuro: Del Tequila, Mezcales y Otros Agaves*. Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. Mérida, pp. 229–248.
- Cortina, J., Amat, B., Castillo, V., Fuentes, D., Maestre, F.T., Padilla, F.M., Rojo, L., 2011. The restoration of vegetation cover in the semi-arid Iberian southeast. *J. Arid Environ.* 75, 1377–1384. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.08.003>.
- Crawley, M.J., 1993. *GLIM for Ecologists*. Blackwell scientific publications, Oxford, UK.
- Dawson, T.E., 1993. Hydraulic lift and water use by plants: implications for water balance, performance and plant–plant interactions. *Oecologia* 95, 565–574. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00317442>.
- Delgado-Lemus, A., Casas, A., Téllez, O., 2014a. Distribution, abundance and traditional management of *Agave potatorum* in the Tehuacan Valley, Mexico: bases for sustainable use of non-timber forest products. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 10, 63. <http://dx.doi.org/10.1186/1746-4269-10-63>.
- Delgado-Lemus, A., Torres, I., Blancas, J., Casas, A., 2014b. Vulnerability and risk management of *Agave* species in the Tehuacan Valley, México. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 10, 53. <http://dx.doi.org/10.1186/1746-4269-10-53>.
- Estrella-Ruiz, J.P., 2008. Efecto de la Explotación Humana en la Biología de la Polinización de *Agave salmiana* y *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán-Cuicatlan. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Filazzola, A., Lortie, C.J., 2014. A systematic review and conceptual framework for the mechanistic pathways of nurse plants. *Glob. Ecol. Biogeogr.* <http://dx.doi.org/10.1111/geb.12202>, Early View, n/a–n/a.
- Fondom, N.Y., Castro-Nava, S., Huerta, A.J., 2009. Photoprotective mechanisms during leaf ontogeny: cuticular development and anthocyanin deposition in two morphs of *Agave striata* that differ in leaf coloration. *Botany* 87, 1186–1197. <http://dx.doi.org/10.1139/B09-076>.
- Franco, A.C., Nobel, P.S., 1989. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *J. Ecol.* 77, 870–886. <http://dx.doi.org/10.2307/2260991>.
- García-Mendoza, A.J., 2011. *Agavaceae. Flora del Val. Tehuacán-Cuicatlan* 88, 1–95.
- Gentry, H.S., 1982. *Agaves of Continental North America*. The University of Arizona Press, Tucson.
- Gómez-Aparicio, L., 2008. Spatial patterns of recruitment in Mediterranean plant species: linking the fate of seeds, seedlings and saplings in heterogeneous landscapes at different scales. *J. Ecol.* 96, 1128–1140. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2008.01431.x>.
- Gómez-Aparicio, L., 2009. The role of plant interactions in the restoration of degraded ecosystems: a meta-analysis across life-forms and ecosystems. *J. Ecol.* 97, 1202–1214. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01573.x>.
- Gómez-Aparicio, L., Zamora, R., Gómez, J.M., Hódar, J.A., Castro, J., Baraza, E., 2004. Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecol. Appl.* 14, 1128–1138. <http://dx.doi.org/10.1890/03-5084>.
- Gómez-Aparicio, L., Gómez, J.M., Zamora, R., 2005a. Microhabitats shift rank in suitability for seedling establishment depending on habitat type and climate. *J. Ecol.* 93, 1194–1202. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01047.x>.
- Gómez-Aparicio, L., Gómez, J.M., Zamora, R., Boettinger, J.L., 2005b. Canopy vs. soil effects of shrubs facilitating tree seedlings in Mediterranean montane ecosystems. *J. Veg. Sci.* 16, 191–198. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1654-1103.2005.tb02355.x>.
- Gómez-Aparicio, L., Valladares, F., Zamora, R., Quero, J.L., 2005c. Response of tree seedlings to the abiotic heterogeneity generated by nurse shrubs: an experimental approach at different scales. *Ecography (Cop.)* 28, 757–768. <http://dx.doi.org/10.1111/j.2005.0906-7590.04337.x>.
- Grumbine, R.E., 1994. What is ecosystem management? *Conserv. Biol.* 8, 27–38. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.1994.08010027.x>.
- Holling, C.S., 1978. *Adaptive Environmental Assessment and Management*. John Wiley and Sons, Chichester, UK.
- Holmgren, M., Scheffer, M., Huston, M.A., 1997. The interplay of facilitation and competition in plant communities. *Ecology* 78, 1966–1975. [http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(1997\)078\[1966:TIOFAC\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(1997)078[1966:TIOFAC]2.0.CO;2).
- Jaksic, F.M., Fuentes, E.R., 1980. Why are native herbs in the Chilean matorral more abundant beneath bushes: microclimate or grazing. *J. Ecol.* 68, 665–669. <http://dx.doi.org/10.2307/2259427>.
- Kumar, S., Hedges, S.B., 2011. TimeTree2: species divergence times on the iPhone. *Bioinformatics* 27, 2023–2024. <http://dx.doi.org/10.1093/bioinformatics/btr315>.
- Liancourt, P., Tielbörger, K., 2011. Ecotypic differentiation determines the outcome of positive interactions in a dryland annual plant species. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 13, 259–264. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ppees.2011.07.003>.
- Lloret, F., Peñuelas, J., Estiarte, M., 2005. Effects of vegetation canopy and climate on seedling establishment in Mediterranean shrubland. *J. Veg. Sci.* 16, 67–76. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1654-1103.2005.tb02339.x>.
- Maestre, F.T., Bautista, S., Cortina, J., Bellot, J., 2001. Potential for using facilitation by grasses to establish shrubs on a semiarid degraded steppe. *Ecol. Appl.* 11, 1641–1655. [http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761\(2001\)011\[1641:PFUFBC\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761(2001)011[1641:PFUFBC]2.0.CO;2).
- Martínez, L.M., Gerritsen, P.-W., Rosales, J.J., Moreno, A., Contreras, S., Solís, A., Rivera, L.E., Cárdenas, O.G., Iñiguez, L.L., Cuevas, R., Palomera, C., García, E., Aguirre, A., Olguín, J.L., 2007. Implicaciones socioambientales de la expansión del cultivo de agave azul (1995–2002) en el municipio de Tonaya, Jalisco, México. In: Colunga-GarcíaMarín, P., Larqué, A., Eguiarte, L.E., Zizumbo-Villarreal, D. (Eds.), *En lo Ancestral hay Futuro: Del Tequila, Mezcales y Otros Agaves*. Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. Mérida, pp. 265–284.
- Michalet, R., Brooker, R.W., Cavieres, L.A., Kikvidze, Z., Lortie, C.J., Pugnaire, F.I., Valiente-Banuet, A., Callaway, R.M., 2006. Do biotic interactions shape both sides of the humped-back model of species richness in plant communities? *Ecol. Lett.* 9, 767–773. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00935.x>.
- Miriti, M.N., 2006. Ontogenetic shift from facilitation to competition in a desert shrub. *J. Ecol.* 94, 973–979. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2006.01138.x>.
- Miriti, M.N., 2007. Twenty years of changes in spatial association and community structure among desert perennials. *Ecology* 88, 1177–1190. <http://dx.doi.org/10.1890/06-1006>.
- Moreno-Calles, A.I., Casas, A., 2010. Agroforestry systems: restoration of semiarid zones in the Tehuacán Valley, Central Mexico. *Ecol. Restor.* 28, 361–368. <http://dx.doi.org/10.3368/er.28.3.361>.
- Munguía-Rosas, M.A., Sosa, V.J., 2008. Nurse plants vs. nurse objects: effects of woody plants and rocky cavities on the recruitment of the *Pilosocereus leucocephalus* columnar cactus. *Ann. Bot.* 101, 175–185. <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcm302>.
- Nobel, P.S., 1988. *Environmental Biology of Agaves and Cacti*. Cambridge University Press, New York.
- Nobel, P.S., 1992. Annual variations in flowering percentage, seedling establishment, and ramet production for a desert perennial. *Int. J. Plant Sci.* 153, 102–107.
- Padilla, F.M., Pugnaire, F.I., 2006. The role of nurse plants in restoration of degraded environments. *Front. Ecol. Environ.* 4, 196–202.
- Pennings, S.C., Selig, E.R., Houser, L.T., Bertness, M.D., 2003. Geographic variation in positive and negative interactions among salt marsh plants. *Ecology* 84, 1527–1538. [http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(2003\)084\[1527:GVIPAN\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(2003)084[1527:GVIPAN]2.0.CO;2).

- Pugnaire, F.I., Haase, P., Puigdefabregas, J., 1996. Facilitation between higher plant species in a semiarid environment. *Ecology* 77, 1420. <http://dx.doi.org/10.2307/2265539>.
- Pugnaire, F.I., Armas, C., Valladares, F., 2004. Soil as a mediator in plant–plant interactions in a semi-arid community. *J. Veg. Sci.* 15, 85–92.
- Quintas, I., 2000. ERIC II, Documentación de la Base de Datos Climatológica y del Programa Extractor. Morelos, México.
- Royal-Statistical-Society, 1985. GLIM (General Linear Interactive Model) versión 3.77.
- Sánchez, A., 2005. Oaxaca Tierra de Maguey y Mezcal, second ed. Alberto Sánchez López, Oaxaca, México.
- Sheskin, D.J., 2004. Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures, third ed. Chapman & Hall, Boca Raton, USA.
- Soliveres, S., DeSoto, L., Maestre, F.T., Olano, J.M., 2010. Spatio-temporal heterogeneity in abiotic factors modulate multiple ontogenetic shifts between competition and facilitation. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 12, 227–234. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ppees.2010.02.003>.
- Soliveres, S., Torices, R., Maestre, F.T., 2012. Evolutionary relationships can be more important than abiotic conditions in predicting the outcome of plant–plant interactions. *Oikos* 121, 1638–1648. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.20309.x>.
- Stapleton, A.E., 1992. Ultraviolet Radiation and Plants: Burning Questions, vol. 4, pp. 1353–1358.
- StatSoft-Inc., 2003. STATISTICA 6 (data analysis software system) versión 6. <www.statsoft.com.Tulsa>, Oklahoma.
- Sultan, S.E., 2000. Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. *Trends Plant Sci.* 5, 537–542. [http://dx.doi.org/10.1016/S1360-1385\(00\)01797-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1360-1385(00)01797-0).
- Suzán-Azpíri, H., Sosa, V.J., 2006. Comparative performance of the giant cardon cactus (*Pachycereus pringlei*) seedlings under two leguminous nurse plant species. *J. Arid Environ.* 65, 351–362. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.08.002>.
- Torres, I., Casas, A., Delgado-Lemus, A., Rangel-Landa, S., 2013. Aprovechamiento, demografía y establecimiento de *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán, México: aportes etnobiológicos y ecológicos para su manejo sustentable. *Zo. Arid.* 15, 92–109.
- Torres, I., Casas, A., Vega, E., Martínez-Ramos, M., Delgado-Lemus, A., 2015. Population dynamics and sustainable management of mesal Agaves in Central Mexico: *Agave potatorum* in the Tehuacán-Cuicatlán Valley. *Econ. Bot.* 1–16. <http://dx.doi.org/10.1007/s12231-014-9295-2>.
- Valiente-Banuet, A., Ezcurra, E., 1991. Shade is a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacan Valley, Mexico. *J. Ecol.* 79, 961–970. <http://dx.doi.org/10.2307/2261091>.
- Valiente-Banuet, A., Verdú, M., 2007. Facilitation can increase the phylogenetic diversity of plant communities. *Ecol. Lett.* 10, 1029–1036. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01100.x>.
- Valiente-Banuet, A., Verdú, M., 2008. Temporal shifts from facilitation to competition occur between closely related taxa. *J. Ecol.* 96, 489–494. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2008.01357.x>.
- Valiente-Banuet, A., Verdú, M., 2013. Plant facilitation and phylogenetics. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 44, 347–366. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110512-135855>.
- Valiente-Banuet, A., Bolongaro-Crevanna, A., Briones, O., Ezcurra, E., Rosas, M., Nuñez, H., Barnard, G., Vazquez, E., 1991. Spatial relationships between cacti and nurse shrubs in a semi-arid environment in central Mexico. *J. Veg. Sci.* 15–20.
- Van der Heijden, M.G.a., Horton, T.R., 2009. Socialism in soil? The importance of mycorrhizal fungal networks for facilitation in natural ecosystems. *J. Ecol.* 97, 1139–1150. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01570.x>.
- Van der Putten, W.H., 2009. A multitrophic perspective on functioning and evolution of facilitation in plant communities. *J. Ecol.* 97, 1131–1138. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01561.x>.
- Verdú, M., Valiente-Banuet, A., 2008. The nested assembly of plant facilitation networks prevents species extinctions. *Am. Nat.* 172, 751–760. <http://dx.doi.org/10.1086/593003>.
- Verdú, M., Gómez-Aparicio, L., Valiente-Banuet, A., 2012. Phylogenetic relatedness as a tool in restoration ecology: a meta-analysis. *Proc. Biol. Sci.* 279, 1761–1767. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2011.2268>.
- Zhang, R.-C., Lin, Y., Yue, M., Li, Q., Zhang, X.-F., Liu, X., Chi, H., Chai, Y.-F., Wang, M., 2012. Effects of ultraviolet-B irradiance on intraspecific competition and facilitation of plants: self-thinning, size inequality, and phenotypic plasticity. *PLoS One* 7, e50822. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0050822>.