



Acta Botanica Mexicana

Usos y conocimiento tradicional de las gimnospermas en el noreste de Oaxaca, México

Traditional knowledge and uses of gymnosperms in the northeast of Oaxaca, Mexico

Luis Alberto Bernal-Ramírez^{1,5} , David Bravo-Avilez¹ , Rosa María Fonseca-Juárez² , Laura Yáñez-Espinosa³ , David S. Gernandt⁴ , Beatriz Rendón-Aguilar¹ 

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: En México existen alrededor de 156 especies de gimnospermas nativas pertenecientes a seis familias. Para el estado de Oaxaca, se registran 45 especies de gimnospermas y sus habitantes poseen un sobresaliente conocimiento ancestral en el uso tradicional de este grupo taxonómico. El presente estudio contribuye al registro y documentación del conocimiento tradicional de las gimnospermas en Oaxaca, a evaluar la importancia de las familias botánicas como fuente de recursos, analizar las relaciones existentes entre los grupos étnicos y la riqueza de especies útiles, así como a comparar los registros obtenidos con el número de gimnospermas a nivel nacional y estatal.

Métodos: El estudio se realizó en 84 municipios en tres Regiones Terrestres Prioritarias al noreste de Oaxaca. Los datos etnobotánicos fueron recopilados mediante observación participante moderada, caminatas etnobotánicas, entrevista libre a guías locales y colecta de ejemplares botánicos. Los datos se analizaron cualitativamente para integrar el conocimiento tradicional, etnoflorístico y los aspectos ecológicos de las especies.

Resultados clave: Se registraron 30 especies de las familias Cupressaceae, Pinaceae, Podocarpaceae y Zamiaceae. El mayor número de especies útiles (16) registradas pertenece a Pinaceae. Entre los zapotecos se encontraron usos para 16 diferentes especies, los mixes utilizan diez y los mazatecos nueve. Todos los taxa registrados tienen nombre común, 71% en lengua local y 97% en español. Los usos más frecuentes fueron el maderable, la construcción, el ornamental y el combustible. El bosque mesófilo de montaña es el tipo de vegetación del área estudiada que contiene el mayor número de gimnospermas útiles, con 15 especies. De los taxa registrados 45% son endémicos de México, seis especies de Pinaceae y ocho de Zamiaceae se consideran endémicos de Oaxaca.

Conclusiones: Este estudio incrementa los registros sobre gimnospermas útiles en el estado de Oaxaca. Se requiere reconsiderar y entender el valor local de estas especies dentro de la cosmovisión étnica, para preservar los usos tradicionales y promover programas de manejo sostenible.

Palabras clave: Cupressaceae, grupos étnicos, Pinaceae, Podocarpaceae, Regiones Terrestres Prioritarias, Zamiaceae.

Abstract:

Background and Aims: Approximately 156 gymnosperm species divided into six families occur naturally in Mexico. Oaxaca has a high richness of gymnosperms, with 45 species, and its inhabitants have an ancient knowledge about the traditional use of this group. The present study contributes to the documentation of traditional knowledge of the gymnosperms in Oaxaca, to evaluate the importance of plant families as useful resources, to understand the relationships between ethnic groups and richness of useful species, as well as to compare our records of gymnosperms with those at state and national levels.

Methods: This study was carried out in 84 municipalities within three Priority Terrestrial Regions in the northeast of Oaxaca. The ethnobotanical data were collected through participant observation, ethnobotanical fieldtrips, content-free interviews of the local guides, and botanical specimens were collected. All data were analyzed qualitatively to integrate ethnofloristic and traditional knowledge, as well as ecological aspects of species studied.

Key results: We recorded 30 species belonging to the families Cupressaceae, Pinaceae, Podocarpaceae and Zamiaceae. The largest number of useful species (16) registered belongs to Pinaceae. Among the Zapotecs, uses were found for 16 different species, the Mixes use ten and the Mazatec nine. All taxa registered with any use have a common name, 71% in the local language and 97% in Spanish. The most common uses were timber, construction, ornamental and fuel. The montane cloud forest is the vegetation type with the largest number of useful gymnosperms, with 15 species. Forty-five percent of the registered taxa are endemic to Mexico, six species of Pinaceae and eight of Zamiaceae are considered endemic to Oaxaca.

Conclusions: This research contributes to increase records of useful gymnosperms in the state of Oaxaca. It is necessary to reconsider and understand the local value of species within the ethnic worldview in order to preserve traditional uses and promote sustainable management programs.

Key words: Cupressaceae, ethnic groups, Pinaceae, Priority Terrestrial Regions, Podocarpaceae, Zamiaceae.

1 Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Biología, Unidad Iztapalapa, Apdo. postal 55-535, 09340 Ciudad de México, México.

2 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología Comparada, Laboratorio de Plantas Vasculares, Ciudad Universitaria, Apdo. postal 70-282, 04510 Ciudad de México, México.

3 Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Apdo. postal 504, 78377 San Luis Potosí, México.

4 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Departamento de Botánica, Ciudad Universitaria, Apdo. postal 70-233, 04510 Ciudad de México, México.

5 Autor para la correspondencia: techalotl@gmail.com

Recibido: 30 de octubre de 2018.

Revisado: 13 de diciembre de 2013.

Aceptado por Marie-Stéphanie Samain: 24 de enero de 2019.

Publicado Primero en línea: 26 de febrero de 2019.

Publicado: Acta Botanica Mexicana 126 (2019).

Citar como:

Bernal-Ramírez, L. A., D. Bravo-Avilez, R. M. Fonseca-Juárez, L. Yáñez-Espinosa, D. S. Gernandt y B. Rendón-Aguilar. 2019. Usos y conocimiento tradicional de las gimnospermas en el noreste de Oaxaca, México. Acta Botanica Mexicana 126: e1471. DOI: 10.221829/abm126.2019.1471



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons 4.0 Atribución-NonCommercial (CC BY-NC 4.0 Internacional).

e-ISSN: 2448-7589

Introducción

Las gimnospermas son un grupo de espermatofitas con óvulos desnudos; es decir, que no están encerrados en un carpelo como en las angiospermas (Tomlinson y Takason, 2002). Las especies vivientes comprenden poco más de 1000, pero representan cuatro de los cinco linajes principales de plantas con semilla (Christenhusz et al., 2011). En este grupo se incluyen las cícadas, las coníferas, los ginkgos y las gnétidas (Christenhusz et al., 2011; Wang y Ran, 2014).

Las gimnospermas tienen un gran valor ecológico y económico (Farjon y Styles, 1997; Farjon y Filer, 2013; Wang y Ran, 2014). Las coníferas son importantes comercialmente por ser maderables; en México 87% de la producción de madera proviene de éstas (Torres, 2006); sus bosques tienen importancia como parte del paisaje que atrae al ecoturismo, además de proporcionar servicios ambientales (Del Castillo et al., 2004). Por otro lado, las cícadas por su peculiar morfología tienen un potencial importante como plantas de ornato, son escasas (Vázquez-Torres et al., 1989) y tienen una antigüedad aproximada de 12 millones de años (Nagalingum et al., 2011).

En México, crecen de manera natural alrededor de 156 especies de gimnospermas pertenecientes a las familias Cupressaceae (29), Ephedraceae (8), Pinaceae (61), Podocarpaceae (3), Taxaceae (1) y Zamiaceae (54) (Villanueva-Almanza y Fonseca, 2011; Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014; Nicolalde-Morejón et al., 2014). México, además de ser un centro secundario de diversificación de *Pinus* L. (Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014), alberga la mayor diversidad mundial de especies del género (Farjon y Styles, 1997; Sánchez-González, 2008; Farjon y Filer, 2013) y es el segundo centro de diversificación del orden Cycadales (Nicolalde-Morejón et al., 2014).

De los estados mexicanos, Oaxaca es uno de los más biodiversos y con mayor número de especies de gimnospermas, superior a otros como Chiapas (42 especies, Pérez-Farrera et al., 2013) y Jalisco (35 especies, Pérez-de la Rosa y Vargas-Amado, 2017), pues posee 45 especies (García-Mendoza y Meave, 2012); es decir, 29% del total nacional con al menos un taxon de cada familia nativa presente de manera natural en México. Esas 45 especies están agrupadas en 12 géneros, de los cuales *Pinus* es el que contiene la mayor cantidad (14) (Del Castillo et al., 2004), seguido de

Ceratozamia Brongn. y *Dioon* Lindl. (ocho cada uno) (García-Mendoza y Meave, 2012).

La diversidad cultural de Oaxaca también es destacable al ser uno de los cinco estados con mayor riqueza étnica y lingüística (De Ávila, 2008). Distinguidos entre sí y con base en un criterio lingüístico, en el territorio oaxaqueño actual conviven al menos 16 grupos étnicos originarios, estos son: amuzgos, chatinos, chinantecos, chocholtecos, chontales, cuicatecos, huaves, ixcatecos, mazatecos, mixes, mixtecos, nahuas, tacuates, triquis, zapotecos y zoques (CDI, 2008). Las complejas formas de interacción entre este mosaico étnico y su biodiversidad permiten al estado ser una de las regiones con mayor tradición etnobotánica del país (Caballero et al., 2004; De Ávila, 2008).

Los 16 pueblos indígenas que habitan Oaxaca se distribuyen por una amplia variedad de ecosistemas, en los que el conocimiento tradicional es trascendente ya que es el reflejo de la coexistencia entre los grupos étnicos y el ambiente en el que se encuentran (Toledo, 2001; Toledo et al., 2001; Boege, 2008; De Ávila, 2008; Saynes-Vásquez et al., 2013; Maffi, 2014; Hoagland, 2017; Aswani et al., 2018). Las comunidades indígenas interactúan con el entorno natural a tal grado que la cosmovisión de cada una está íntimamente relacionada con los fenómenos que en ella ocurren, derivando en procesos que son la base de su existencia material y espiritual (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Una evidencia de lo anterior es que 90% de la población indígena ocupa áreas arboladas con bajo deterioro ambiental en México (Toledo et al., 2001). Gran parte de la superficie con vegetación conservada o propicia para la conservación coincide con el área de los territorios indígenas (Arriaga et al., 2000; Toledo et al., 2001; Boege, 2008), por lo que los pueblos indígenas y campesinos se consideran como custodios de la naturaleza. Así, es de esperarse que el conocimiento tradicional sea dinámico, la gente de los pueblos tradicionales suele recurrir a los conocimientos ancestrales, pero también los actualiza constantemente (De Ávila, 2008). Lo anterior es parte del patrimonio biocultural de nuestro país y merece ser valorado para la inclusión de éstos en las políticas nacionales de desarrollo, así como en aquellas de manejo y conservación de recursos y territorios indígenas.

La estrecha correlación entre diversidad biológica y cultural es motivo para indagar sobre los usos que las comunidades indígenas oaxaqueñas hacen de su entorno vegetal. Particularmente para el caso de las gimnospermas, los únicos trabajos que abordan desde la perspectiva etnobotánica el estudio de dicho grupo de plantas enlistan como máximo diez taxa (por ejemplo: [Frei et al., 1998, 2000](#); [Carrillo, 2002](#); [Solís, 2006](#); [Aguilar-Santelises, 2007](#); [Luna-José y Rendón-Aguilar, 2008](#); [Martínez-López et al., 2016](#); [Pérez-Nicolás et al., 2017](#)), por lo que resulta relevante ampliar la documentación sobre los usos y conocimiento tradicional de las gimnospermas en Oaxaca.

El presente estudio tiene como objetivos: a) contribuir al registro y documentación del conocimiento tradicional en el aprovechamiento de las gimnospermas en tres Regiones Terrestres Prioritarias en el estado de Oaxaca, México; b) evaluar la importancia de las familias botánicas como fuente de recursos; c) detectar las posibles relaciones existentes entre los grupos étnicos y la riqueza de gimnospermas útiles, considerando sus particularidades ecológicas (p. ej.: tipos de vegetación donde crecen, altitud, endemismos) y d) establecer una comparación de los registros obtenidos en el presente estudio con las estimaciones del número de gimnospermas a nivel nacional y estatal.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La región analizada comprende 84 municipios pertenecientes a diez Distritos, cinco Regiones Territoriales y tres Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs) ([Apéndice 1](#)), ubicados principalmente hacia la zona noreste del estado de Oaxaca. El área forma parte de diversas reservas y Regiones Prioritarias para la Conservación (RPCs), como la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, RPC Chinantla, RPC Istmo Oaxaqueño y RPC Sierra Norte ([Ortega del Valle et al., 2010](#)).

El presente trabajo forma parte del inventario etnoflorístico elaborado por [Rendón-Aguilar et al. \(2017a\)](#), donde se toman como referencia geográfica principal tres de las RTPs propuestas por [Arriaga et al. \(2000\)](#) para Oaxaca. Así, en el territorio del área de estudio se pueden encontrar una amplia gama de altitudes (intervalo: 70-3300 m s.n.m.), climas (alrededor de siete) y tipos de vegetación (19) ([Rendón-Aguilar et al., 2017a](#)). Además de la gran di-

versidad biológica, orográfica y climática, existe una gran pluralidad étnica y cultural, la cual es sintetizada de la siguiente manera: RTP 121 (Valle de Tehuacán-Cuicatlán) habitado por cuicatecos y mazatecos, RTP 130 (Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe) con presencia de chinantecos, mixes, mixtecos, nahuas y zapotecos, y RTP 132 (Selva Zoque-La Sepultura), donde sólo se hallan zoques ([Fig. 1](#)). En toda el área de estudio también se pueden localizar pueblos mestizos.

Grupo botánico de estudio

A partir del inventario etnoflorístico elaborado por [Rendón-Aguilar et al. \(2017a\)](#), el presente trabajo se enfocó en todas aquellas especies nativas y útiles pertenecientes al grupo de gimnospermas que se distribuyen de manera natural en el estado de Oaxaca, México, que según la clasificación lineal de [Christenhusz et al. \(2011\)](#) comprende las cícadas (Subclase Cycadidae), las gnétidas (Subclase Gnetidae) y las coníferas (Subclase Pinidae).

Obtención de la información etnobotánica

En cada municipio se planteó el proyecto ante las autoridades (i.e., Presidencia Municipal y Comisariado de Bienes Comunales/Ejidales), con el fin de informar los propósitos y compromisos. Se solicitaron los permisos para explorar las áreas naturales y realizar la colecta botánica. Se requirió el apoyo de guías conocedores del uso de la vegetación local y de los senderos en los distintos ecosistemas, cuando fue posible se trató de recorrer los distintos tipos de vegetación de cada municipio. Prácticamente en todos los casos se entregó un documento solicitante-informativo membreado, gestionando la contra entrega de una copia con sello de recibido.

Los datos etnobotánicos fueron recopilados mediante las técnicas de observación participante moderada ([Spradley, 1980](#)), caminatas etnobotánicas ([Aguilar et al., 1994](#)) y entrevista libre a las personas que sirvieron de guías locales. Las caminatas guiadas se realizaron en aquellos sitios indicados por las autoridades, procurando siempre que estuvieran ecológicamente conservados o fueran considerados sagrados (i.e., cercanos a cascadas, cañadas, bosques densos, zonas con ruinas arqueológicas, pedimentos) para obtener las plantas que se han recolectado histó-

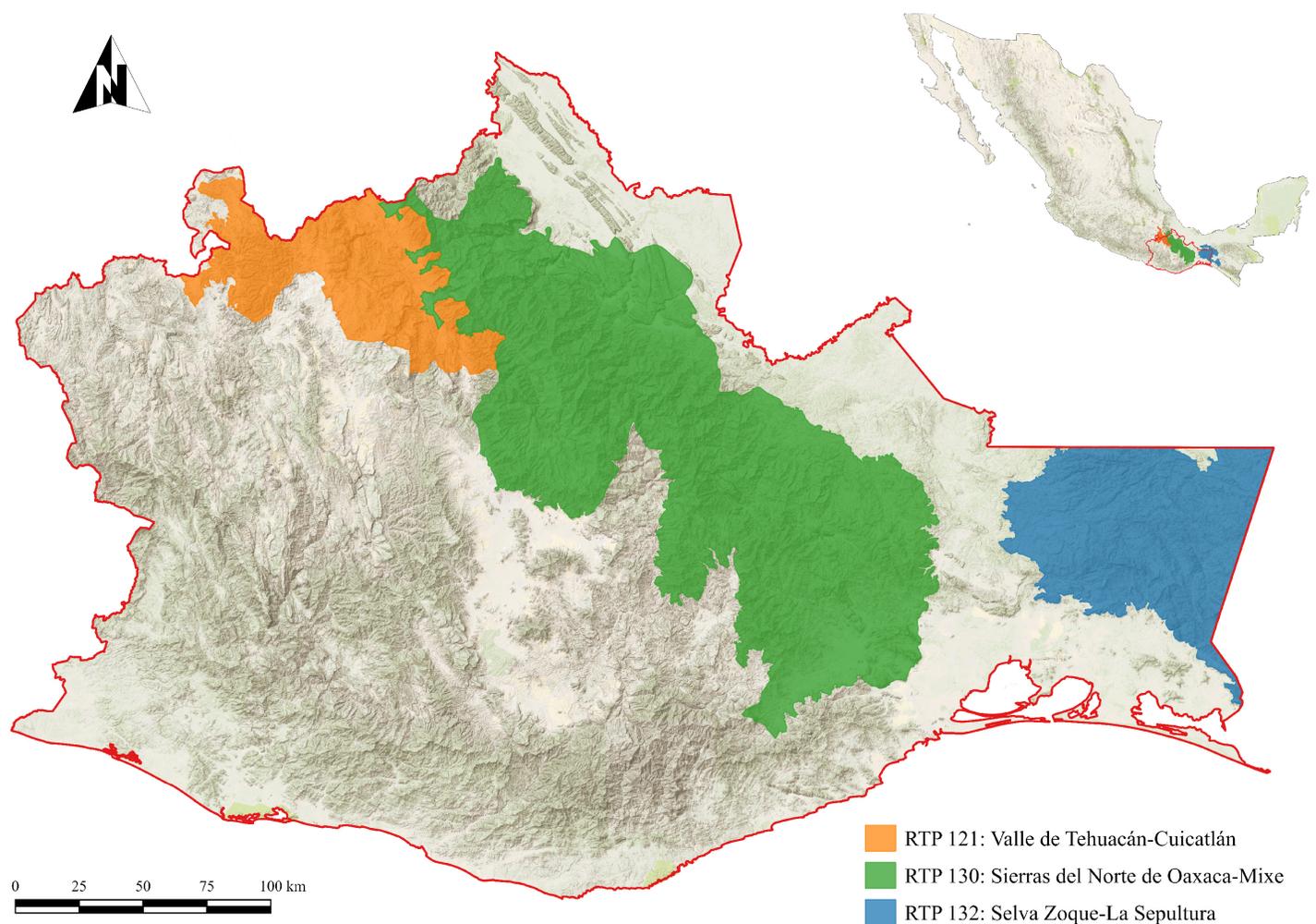


Figura 1: Localización del área de estudio al noreste de Oaxaca, México. Se muestra la fracción de las tres Regiones Terrestres Prioritarias dentro del territorio del estado. La pertenencia de cada municipio dentro de la división territorial del estado de Oaxaca se detalla en el [Apéndice 1](#).

ricamente de la vegetación natural, ya que en los agroecosistemas existen muchas plantas introducidas y no están representadas todas las especies nativas que han tenido un uso tradicional. Los viajes de campo se realizaron periódicamente cada dos meses durante tres años (2014-2016) y cada salida abarcó de 10 a 12 días.

Colecta de ejemplares

El criterio de colecta de especímenes para este trabajo se basó en: a) plantas reconocidas por los guías con algún aprovechamiento presente o pasado, y b) sólo se colectaron plantas en estadio reproductivo al momento de la caminata etnobotánica. Hasta donde fue posible, los ejemplares se colectaron con dos a tres duplicados cada uno y se herbolaron de acuerdo con [Lot y Chiang \(1986\)](#). Al momento de

la colecta, todos los especímenes fueron fotografiados y se registraron sus datos ecológicos (i.e., tamaño, tipo de vegetación según [CONABIO-CAPM-INEGI, 2002](#)), geográficos (i.e., coordenadas y altitud) y etnobotánicos (i.e., nombre común, uso y su descripción). El primer juego de ejemplares se depositó en el Herbario Nacional de México (MEXU) y en el Herbario de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (FCME). Los duplicados están en proceso de envío al Herbario Metropolitano Ramón Riva y Nava Esparza, Universidad Autónoma Metropolitana (UAMIZ) y al Herbario del CIIDIR-Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional (OAX).

Identificación de especies

Los especímenes fueron revisados e identificados con diferentes claves especializadas para cícadas ([Jones, 1993](#);

Whitelock, 2002; Chemnick et al., 2008; Hill et al., 1998-2012), coníferas (Farjon y Styles, 1997; Eckenwaller, 2009) y por diversos taxónomos en el Laboratorio de Plantas Vasculares, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto de Biología-UNAM y en el Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). La ortografía de los nombres taxonómicos, así como sus respectivos autores fueron cotejados con las bases de datos del Jardín Botánico de Missouri (TROPICOS, 2018).

Procesamiento y análisis de datos

La información de los ejemplares se sistematizó y capturó en una base de datos en Excel 2010 (v. 14.0), de donde derivaron los siguientes análisis.

Con base en la descripción de los usos locales de las gimnospermas, externados por los guías de cada comunidad, se propusieron y aplicaron diez categorías de uso:

- 1) Alimentario: al menos una de las partes de la planta es ingerida ya sea cruda, cocinada, como infusión o condimento sin otro fin que la obtención de nutrientes.
- 2) Ambiental: generalmente hace referencia a las plantas indicadoras de presencia de agua, ambientes conservados o propicios para la conservación, abonos verdes y como banco de recursos vegetales para su dispersión y propagación.
- 3) Artesanal: implica la elaboración de objetos para quehaceres cotidianos y para recreación (por ejemplo: artesanías, juguetes, herramientas rústicas, nidos para aves de corral, utensilios de cocina).
- 4) Ceremonial: las plantas forman parte de eventos mágico-religiosos como los rituales tradicionales o festividades patronales, o en el tratamiento de padecimientos psicosomáticos (también reconocidos como enfermedades de filiación cultural *sensu* Aguilar et al. (1994)) (“susto”, “limpias”, “mal de ojo”, “malos aires”).
- 5) Construcción: empleadas directamente en el armado y formación de estructuras que fungen como casas, bodegas, corrales.
- 6) Combustible: para la obtención o avivamiento de fuego.

- 7) Maderable: procesadas como tablas y para elaborar muebles a nivel local, o venta de madera en rollo.
- 8) Medicinal: al menos una de las partes de la planta o sus derivados es aprovechada para curar, tratar o combatir enfermedades.
- 9) Ornamental: la planta completa o sus partes son aprovechadas para decorar y como parte de jardines.
- 10) Veterinario: al menos una de las partes de la planta es usada para curar, tratar o combatir padecimientos en los animales.

Se evaluó la importancia de las familias botánicas como fuente de recursos según Moerman et al. (1999), mediante el análisis de los residuales en la regresión del número de especies utilizadas contra el número total de especies presentes en Oaxaca.

El número de taxa con nombre común en lengua indígena o español fue considerado como parte de la nomenclatura tradicional, al ser un componente intrínseco del conocimiento tradicional (De Ávila, 2004; Franco et al., 2015).

Para conocer qué tipo de vegetación aporta mayor número de gimnospermas útiles a cada grupo étnico, se tomaron en cuenta los datos de la distribución altitudinal, los tipos de vegetación y los endemismos de los taxa útiles reportados, con base en la información de las colectas.

Finalmente, para estimar la proporción de gimnospermas que aportan una utilidad a los grupos étnicos en Oaxaca, se comparó el número de taxones encontrados en este trabajo con las estimaciones del número de gimnospermas a nivel nacional y estatal.

Las fotografías de los especímenes se depositaron en el banco de imágenes de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y los datos para cada ejemplar se incorporaron a la base de datos BIÓTICA© 5.0.3 (CONABIO, 2012), quedando así disponibles para su consulta pública en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO (para los detalles contactarse a través del correo: servext@conabio.gob.mx).

Resultados

Información etnobotánica

Las autoridades locales designaron directamente a los guías que dirigieron las caminatas etnobotánicas. En general, se asignaron de dos a tres por localidad, siendo la gran mayo-

ría hombres (94%), ya que sólo en cuatro municipios hubo guías femeninas. La edad de estas personas osciló entre 20 a 65 años, y pertenecieron a los siguientes grupos étnicos: chinantecos (4%), cuicatecos (5.7%), mazatecos (8%), mestizos (2.4%), mixes (21%), mixtecos (4.8%), zapotecos (48.4%) y zoques (5.7%).

Se encontraron gimnospermas con algún aprovechamiento presente o pasado en 58 de los 84 municipios (69%). Sin embargo, dado que cada municipio fue visitado sólo una vez, en ocasiones los guías locales señalaron especies útiles que no estaban en estadio reproductivo por lo que no fueron colectadas debido a esta limitación logística. En total, se registraron 30 especies y una variedad de gimnospermas útiles dentro del área de estudio; éstas se agrupan en nueve géneros y cuatro familias (Apéndice 2). Pinaceae fue la familia con el mayor número de especies útiles (15), seguida por Zamiaceae (9), Cupressaceae (4) y Podocarpaceae (2). El género mejor representado fue *Pinus* con 14 especies y una variedad, seguido de *Ceratozamia* con cinco. El resto están representados por una a tres especies. La especie *Pinus oocarpa* Schiede ex Schtdl. fue la colecta más frecuente con 19 ejemplares, seguida por *P. pseudostrobus* Lindl. (incluye *P. pseudostrobus* var. *apulcensis* (Lindl.) Shaw) con 17 y *P. chiapensis* (Martínez) Andresen con 14. El análisis de los residuales señala a la familia Pinaceae como la más importante o más seleccionada para cualquier uso, mientras que la menor es Zamiaceae (Cuadro 1).

El mayor número de especies de gimnospermas útiles fue registrado entre los zapotecos (16), mixes (10) y mazatecos (9), el resto muestra cinco o menos especies (Fig. 2). Las especies que son aprovechadas exclusivamente por un grupo étnico fueron *Cupressus benthamii* Endl., *C. lusitanica* Mill., *Taxodium mucronatum* Ten., *Ceratozamia zoquorum* Pérez-Farr., Vovides & Iglesias y *Dioon purpusii*

Rose por mazatecos; *Abies hickelii* Flous & Gausson, *Pinus douglasiana* Martínez, *P. montezumae* Lamb. y *P. pringlei* Shaw por zapotecos; *Ceratozamia chimalapensis* Pérez-Farr. & Vovides, *C. norstogii* D.W. Stev. y *Zamia spartea* A. DC. por zoques; *Podocarpus matudae* Lundell y *Zamia paucijuga* Wieland por mixtecos; *Ceratozamia mixeorum* Chemnick, T.J. Greg. & Salas-Mor. por mixes; *Pinus maximinoi* H.E. Moore por mestizos y *Zamia purpurea* Vovides, J.D. Rees & Vázq. Torres por chinantecos.

Los 31 taxa (i.e., especies y variedad) de gimnospermas útiles registradas tienen nombre común; alrededor de 71% (22) son nombradas en lengua local y 97% (30) en español. Veintiún taxa (68%) reciben nombres tanto en español como en alguna lengua local, nueve (29%) sólo tienen nombre común en español y una especie (3%) registró nombre exclusivamente en lengua local (mazateca). Los nombres locales en lengua indígena de las plantas no son presentados debido a las limitaciones lingüísticas de los autores. Sin embargo, en el Apéndice 2 se indica qué especies reciben nombres tanto en español como en alguna de las lenguas indígenas.

En cuanto a las categorías de uso, sólo los mixes registraron las diez categorías, siendo exclusiva de ellos el uso veterinario. Posteriormente están los zapotecos con nueve categorías, seguidos de los chinantecos, mazatecos y mixtecos con siete cada uno (Fig. 2). Las categorías de uso más frecuentes fueron la maderable (19 taxa), construcción (14), ornamental (11) y combustible (10). La mayoría de los taxa de gimnospermas tienen entre uno y dos usos (con nueve y diez especies, respectivamente). Las especies *Pinus ayacahuite* Ehrenb. ex Schtdl., *P. devoniana* Lindl. y *P. oocarpa* tuvieron la mayor cantidad de categorías de uso (5).

En relación con las tendencias del grado de utilización por familia, mediante el análisis de los residuales para

Cuadro 1: Familias de gimnospermas utilizadas en el noreste de Oaxaca, México.

Familia	Especies presentes	Especies útiles	Residual	Grado de utilización
Pinaceae	17	15	4.223	Mayor
Podocarpaceae	2	2	-0.312	
Cupressaceae	4	4	-0.441	Menor
Zamiaceae	20	9	-3.470	

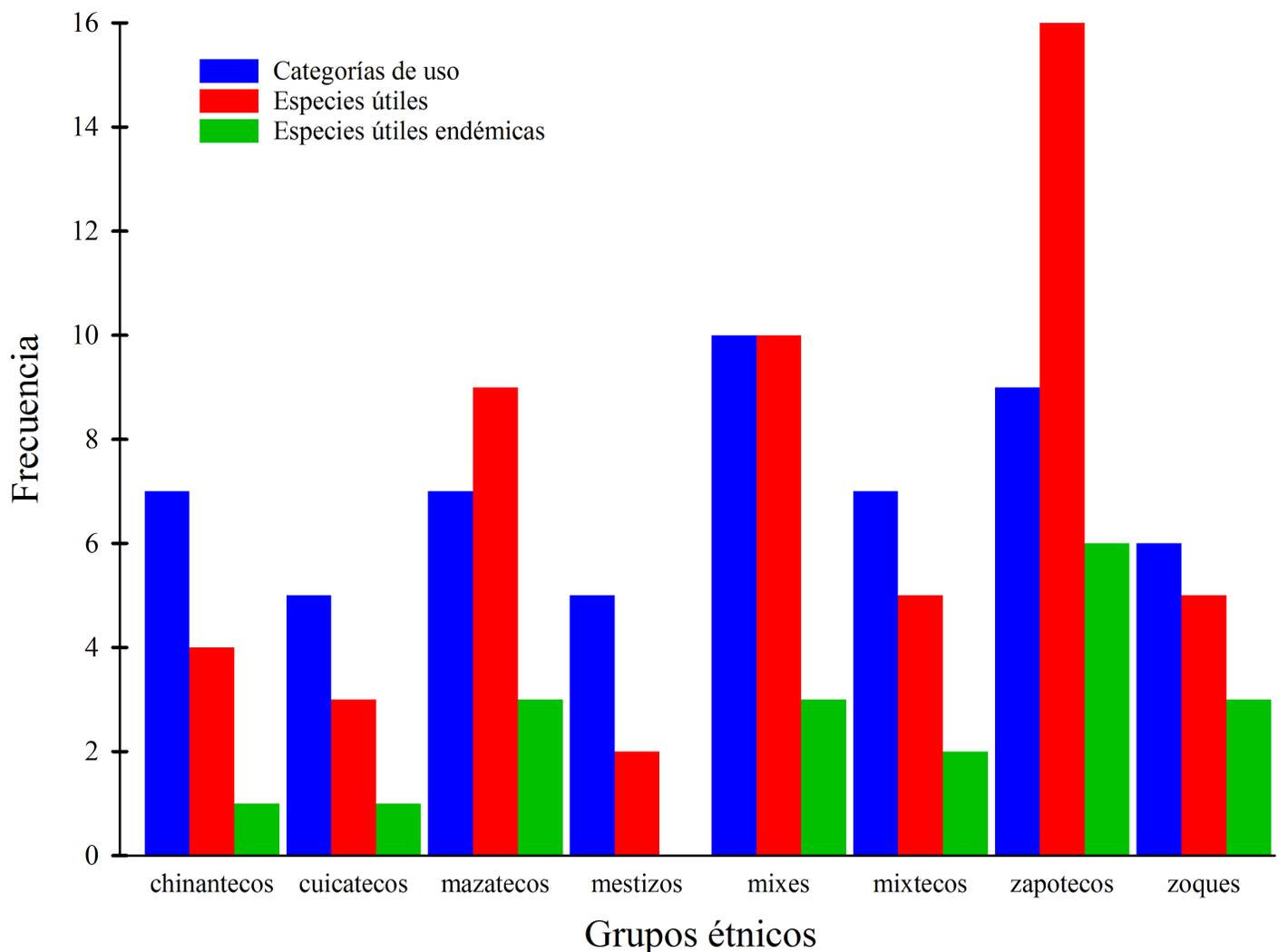


Figura 2: Número de registros de las categorías de uso, número de especies de gimnospermas útiles y endémicas para cada grupo indígena y mestizo en el noreste de Oaxaca, México.

cada una de las principales categorías de uso, se observa que la familia Pinaceae es utilizada mayormente con fines maderables, de construcción y combustible, mientras que Cupressaceae y Zamiaceae tienen uso ornamental (Fig. 3).

Información ecológica

La distribución altitudinal por familias fue la siguiente: las especies de Cupressaceae se encontraron entre 1460 y 2530 m s.n.m.; las de Pinaceae entre 250 y 3270 m s.n.m.; las de Podocarpaceae entre 1020 y 2430 m s.n.m.; y finalmente las de Zamiaceae entre 200 y 1920 m s.n.m.; 67.7% de los taxa fueron colectados por encima de 1500 m s.n.m., creciendo en siete tipos de vegetación, principalmente en bosques templados (p. ej., bosque de encino-pino o pino-

encino, Apéndice 2). Solamente ocho se encontraron siempre por debajo de 1000 m s.n.m. en al menos tres tipos de vegetación (p. ej., bosque mesófilo de montaña, selva alta perennifolia y selva mediana subperennifolia).

El bosque mesófilo de montaña se ubica entre 640-2810 m de altitud y contiene el mayor número de gimnospermas útiles reportadas con 15 especies, seguido por el bosque de pino-encino que se presenta de 525 a 3070 m s.n.m. con 14 especies. La selva alta perennifolia ubicada aproximadamente a 200 m de altitud registró solamente un taxon útil. Especies como *Pinus ayacahuite*, *P. chiapensis*, *P. devoniana*, *P. oocarpa*, *P. patula* Schiede ex Schtdl. & Cham. y *P. pseudostrobus* están presentes hasta en cinco tipos de vegetación, entre 250 y 3070 m s.n.m.

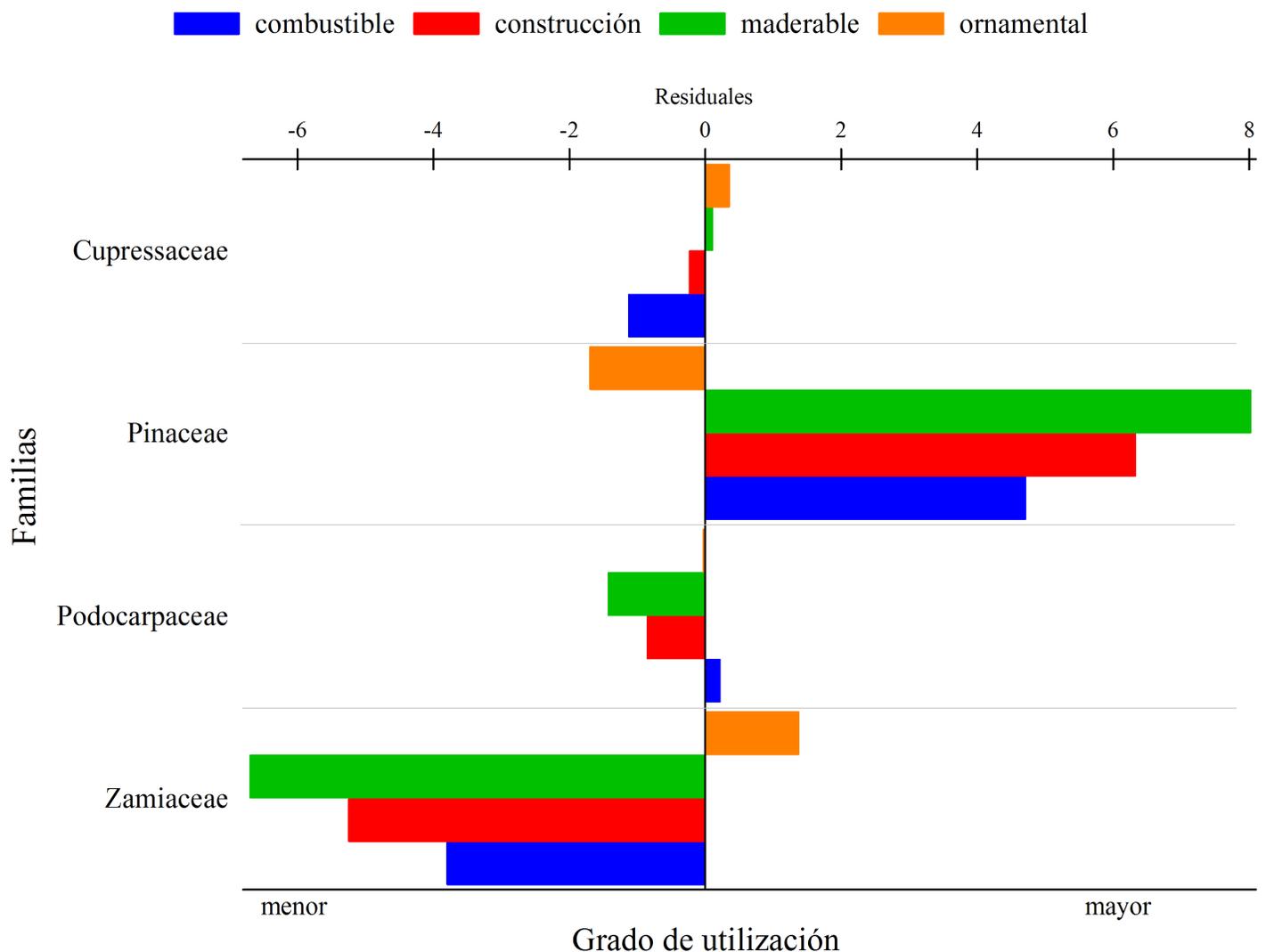


Figura 3: Familias de gimnospermas seleccionadas con mayor frecuencia para cada una de las cuatro principales categorías de uso en el noreste de Oaxaca, México. Las barras están construidas con base en el análisis de los residuales por categoría de uso, según Moerman et al. (1999). Los residuales positivos y más altos tienen mayor utilización (fracción derecha), mientras que los residuales negativos y más bajos representan una menor utilización (fracción izquierda).

Sin embargo, la mayor parte de los taxa (19, 61.3%) fueron colectados sólo en un tipo de vegetación (p. ej., *Zamia spartea*, Apéndice 2).

En general, los taxa de gimnospermas útiles están asociados a varios grupos étnicos, en distintos tipos de vegetación. Sólo algunos se relacionan particularmente a un grupo étnico y un tipo de vegetación: *Cupressus lusitanica* y *Taxodium mucronatum* son aprovechadas en los bosques de pino-encino mazatecos (la segunda, hallada en un pequeño lago entre el bosque); mientras que *Ceratozamia chimalapensis* y *C. norstogii* se utilizan en los bosques mesófilos de montaña zoques.

Por otra parte, el endemismo es elevado, en total 45% (14 especies) tienen una distribución geográfica limitada sólo a México (Apéndice 2). Únicamente Pinaceae y Zamiaceae registraron taxa útiles endémicos (seis y ocho, respectivamente). A nivel estatal, sólo las cícadas *Ceratozamia chimalapensis*, *C. mixeorum*, *Dioon purpusii* y *Zamia spartea* son endémicas de Oaxaca. Según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), 12 de las 30 especies de gimnospermas útiles registradas (40%) están en alguna categoría de riesgo. Los zapotecos sacan provecho del mayor número de especies endémicas registradas (6, Fig. 2), pero son los zoques los que utilizan más especies en alguna categoría de riesgo (3, Apéndice 2).

Discusión

La información sobre las características sociales de los municipios visitados muestra que, en este trabajo están representados 43.8% de los grupos indígenas que habitan el estado de Oaxaca (Ordóñez, 2004). Por la naturaleza del proyecto, el registro del conocimiento y uso de vegetación local provino principalmente del género masculino debido a la asignación directa de éstos por parte de las autoridades locales. A pesar del amplio intervalo de edades entre los informantes (20 a 65 años) y su conocimiento tradicional, reflejado en términos de la etnobotánica y cantidad de las especies registradas, existe la preocupación por la pérdida de conocimiento entre los más jóvenes. Esta idea fue percibida constantemente durante nuestra estancia en prácticamente toda el área de estudio. Lo anterior concuerda con Saynes-Vásquez et al. (2013), quienes hacen notar que el conocimiento se está perdiendo de manera acelerada entre los zapotecos del Istmo de Tehuantepec. Algunos de los factores que lo afectan son las tendencias a dedicarse a las actividades económicas secundarias y terciarias, y el uso exclusivo del idioma español como el modelo a seguir, generando un desinterés por relacionarse con el entorno natural, las cuestiones del campo y la perseverancia de la lengua local. Esta tendencia es inquietante, máxime porque los recursos naturales están primordialmente bajo la protección de los diversos grupos indígenas (Boege, 2008; De Ávila, 2008; Luna-José y Rendón-Aguilar, 2012; Franco et al., 2015; Rendón-Aguilar et al., 2017a). Así, este cambio de paradigma traería consecuencias negativas para los procesos tradicionales de apropiación de la naturaleza en el territorio indígena (Saynes-Vásquez et al., 2013), los cuales suelen ser los más adecuados para su aprovechamiento y conservación, ya que involucran procesos de retroalimentación complejos donde la alteración de uno provoca cambios en el otro (Altieri y Yurjevic, 1991; Leff, 1998; Pretty et al., 2009). La erosión de la interconexión entre la diversidad cultural y la biológica representa la pérdida del conocimiento ecológico tradicional y es una amenaza crítica para la conservación efectiva de la biodiversidad al interior de los territorios indígenas (Aswani et al., 2018).

La diversidad cultural de Oaxaca muestra una estrecha relación con el número de especies de plantas y animales conocidos (De Ávila, 2008). En el presente estudio,

30 especies de gimnospermas útiles encontradas dentro de las tres RTPs representan 67% de la flora de este taxon estimada para el estado (García-Mendoza y Meave, 2012) y alrededor de 19.5% de las representadas en todo México (Villanueva-Almanza y Fonseca, 2011; Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014; Nicolalde-Morejón et al., 2014). Además, cuatro de las seis familias de gimnospermas nativas de Oaxaca (*sensu* Christenhusz et al., 2011; García-Mendoza y Meave, 2012) registraron taxa útiles para siete grupos indígenas y uno mestizo (Apéndice 2). La síntesis del uso y manejo tradicional de la diversidad vegetal para el estado enlista a seis taxa de gimnospermas (Caballero et al., 2004); comparativamente esto representa cinco veces menos que lo hallado en el presente trabajo. De este modo, nuestros resultados contribuyen con un aumento de 6% en la documentación del conocimiento y aprovechamiento de la diversidad florística total (*sensu* Caballero et al., 2004) registrada en territorios oaxaqueños indígenas y campesinos.

En un estudio etnobotánico previo dentro de la misma área de estudio, Rendón-Aguilar et al. (2017b) reportan a los mazatecos, mixes y zapotecos como los grupos étnicos con el mayor número de registros de especies de licopodios y helechos útiles. Lo anterior coincide con los datos obtenidos aquí, donde el mayor uso de gimnospermas se concentra en los mismos tres grupos étnicos: mazatecos, mixes y zapotecos. Esto parece concordar con lo reportado por diversos autores, pero en todos los casos se mencionan menos taxa de gimnospermas útiles, como ejemplo: Frei et al. (1998, 2000), una especie con los mixes y zapotecos del Istmo; Luna-José y Rendón-Aguilar (2008), cuatro especies entre los zapotecos de la Sierra Madre del Sur; Martínez-López et al. (2016), ocho especies con zapotecos de la Sierra Juárez; y Pérez-Nicolás et al. (2017) una especie con zapotecos de la Sierra Norte. En contraste, Solís (2006) halló un mayor número de gimnospermas utilizadas por cuicatecos (diez taxa), que las encontradas en este trabajo para ese mismo grupo étnico. Sin embargo, a pesar de que Oaxaca es una de las regiones con mayor importancia etnobotánica (Caballero et al., 2004), aún siguen siendo pocos los inventarios de flora útil para cualquiera de los 16 grupos indígenas que habitan su territorio (p. ej.: Carrillo, 2002; Solís, 2006; Luna-José y Rendón-Aguilar, 2008; Aguilar-Santelises y Del Castillo, 2015; Martínez-López et al., 2016; Gómez-

Luna et al., 2017; Pérez-Nicolás et al., 2017; Rendón-Aguilar et al., 2017b).

Existe una correlación estrecha entre pluralidad lingüística y biodiversidad (Boege, 2008; De Ávila, 2008; Franco et al., 2015). Las personas de las comunidades locales reconocen y codifican el medio que les rodea generando complejos sistemas de clasificación tradicional (Berlin et al., 1973; Caballero et al., 1998; De Ávila, 2004; Luna-José y Rendón-Aguilar, 2012). Nuestros resultados respaldan esta afirmación, pues una gran proporción de las gimnospermas útiles registran nombre común en lengua indígena y/o en español (71 y 97%, respectivamente) y esto resulta ser parte de la observación, identificación y transmisión del conocimiento de la biodiversidad (Franco et al., 2015) por parte de los grupos étnicos dentro de las tres RTPs analizadas. Así, los grupos étnicos del noreste de Oaxaca nombran exclusivamente en español a las plantas que no eran usadas tradicionalmente (29%), mientras que las especies que reciben nombre tanto en español como en lengua local (68%) podrían estar reflejando la integración de los conocimientos ancestrales y contemporáneos, respaldando la idea de la actualización y transmisión constante del conocimiento tradicional indígena (De Ávila, 2008; Franco et al., 2015). Sin embargo, se requerirían estudios más precisos para ayudar a entender los principios que subyacen en las maneras como se nombran a las plantas (Berlin et al., 1973; Caballero et al., 1998).

Otra parte del conocimiento del medio ambiente que mantienen los grupos étnicos está reflejada por su aprovechamiento para satisfacer diferentes necesidades (Caballero et al., 1998; Luna-José y Rendón-Aguilar, 2008), propias de su cosmovisión e incluso desde la perspectiva occidental. En este sentido, las categorías de uso propuestas tienen la finalidad de aproximar una síntesis de las múltiples maneras de aprovechar los recursos florísticos en territorios indígenas y mestizos. Así, en la sección derecha del Apéndice 2 se muestra una comparación entre los usos registrados previamente en la literatura científica y las categorías de uso para cada una de las gimnospermas registradas en este trabajo. Nuestros resultados muestran similitud con el rasgo persistente en las poblaciones indígenas de América, en las que un elevado número de especies silvestres útiles ha tenido gran relevancia histórica (Casas et

al., 2017). También, dentro de las tres RTPs muestreadas el patrón de plantas silvestres con usos múltiples para la gente concuerda con el mostrado a nivel estatal por Caballero et al. (2004), de modo que 61.3% de los 31 taxa registrados tiene entre uno y dos usos, mientras que 38.7% tiene tres o más usos.

En general, los usos más frecuentes en los inventarios de plantas útiles son el alimenticio y el medicinal (Martínez, 1959; Caballero et al., 1998, 2004; Solís, 2006; Luna-José y Rendón-Aguilar, 2008; Rendón-Aguilar et al., 2017a). Sin embargo, en las gimnospermas este patrón no es así (Apéndice 2), debido a que el hábito de crecimiento predominante entre éstas es el leñoso (principalmente árboles y arbustos) y estarían más relacionadas con la construcción, la obtención de madera, resina y pulpa de celulosa para papel (Del Castillo et al., 2004; Luna-José y Rendón-Aguilar, 2008; Quiroz y Magaña, 2015). Además, Caballero et al. (2004) señalan que la mayor proporción de plantas utilizadas en Oaxaca corresponde a los árboles, como reflejo de la riqueza de especies arbóreas nativas y el manejo que le dan los pueblos indígenas. En consecuencia, las categorías de uso más importantes encontradas en este trabajo corresponden al maderable y al de construcción (Fig. 3).

Por otra parte, la gran proporción de taxa colectados por encima de 1500 m s.n.m. coincide con la distribución altitudinal señalada por Del Castillo et al. (2004) para las coníferas en Oaxaca. En contraste, la mayoría de los taxa útiles encontrados por debajo de esta altitud corresponde a las cícadas (Zamiaceae, Apéndice 2), que es donde parecen alcanzar su mayor diversidad (Nicolalde-Morejón et al., 2014).

El conocimiento y aprovechamiento de las plantas útiles vienen de la convivencia entre los distintos pueblos indígenas y la cobertura vegetal presente dentro de sus territorios (Boege, 2008). De esta manera, el elevado número de gimnospermas útiles y su procedencia de diversos tipos de vegetación estarían correlacionados a través del manejo de los recursos vegetales que les dan los grupos indígenas y mestizos (Caballero et al., 2004; Luna-José y Rendón-Aguilar, 2012; Rendón-Aguilar et al., 2017b). No es coincidencia que fracciones importantes de la distribución de gimnospermas en el noreste de Oaxaca estén habitadas por distintos pueblos indígenas (Cuadro 2) (Toledo, 2001,

Cuadro 2: Porcentaje de la superficie por tipo de vegetación que está dentro de territorios indígenas a nivel nacional y para los grupos étnicos en el noreste de Oaxaca, México. Tomado y modificado de Boege (2008). Tipo de vegetación: bosque de encino (BE); bosque de encino-pino (BE-P); bosque mesófilo de montaña (BMM); bosque de oyamel (BO); bosque de pino (BP); bosque de pino-encino (BP-E); selva alta perennifolia (SAP), selva baja caducifolia (SBC) y selva mediana subperennifolia (SMSP). No disponible (nd).

Tipo de vegetación	México	Grupos étnicos						
		Chinantecos	Cuicatecos	Mazatecos	Mixes	Mixtecos	Zapotecos	Zoques
SAP	70.6	12.5	0.7	2.8	5.5	0.09	2.8	16.3
BMM	54.4	6.5	2	3.8	12	2.5	16	5.5
SMSP	50	nd	nd	nd	nd	0.1	1.8	1.2
BP-E	32.1	0.4	1.4	0.1	23.8	36.7	34.7	4.7
BP	27.5	0.2	nd	0.02	0.1	6.8	8.2	1.5
BE-P	21.3	2.3	1.4	0.07	2.5	14.5	5.1	1.9
SBC	13.1	0.6	1.3	1.6	3.6	12.4	20.3	0.7
BE	12.3	0.2	0.09	0.1	0.4	6.5	6.2	0.2
BO	9.8	nd	nd	nd	nd	nd	6	nd

Boege, 2008). Sin embargo, esta asociación podría verse favorecida dada la dominancia que suelen tener este grupo de plantas en diversos tipos de vegetación (Del Castillo et al., 2004; Christenhusz et al., 2011; Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014).

El bosque mesófilo de montaña es un tipo de vegetación muy importante, entre otras cosas por su compleja estructura, afinidad florística y composición de especies diversas (Torres-Colín, 2004; CONABIO, 2010). Además, su distribución nacional es reducida y padece de una intensa intervención humana (Boege, 2008; CONABIO, 2010). Oaxaca constituye la entidad con mayor superficie de bosque mesófilo de montaña (CONABIO, 2010) y es una de las más importantes en cuanto a diversidad étnica a nivel nacional (De Ávila, 2004; Ordóñez, 2004). En este contexto, en el presente estudio la mayor cantidad de gimnospermas útiles provienen de este tipo de vegetación, reforzando la idea de que una mayor diversidad biológica está relacionada con una mayor diversidad cultural (Toledo et al., 2001, 2014; Boege, 2008). Este mismo patrón fue observado para licopodios y helechos (Rendón-Aguilar et al., 2017b). En el continente americano, Brown y Kappelle (2001) mencionan que en Argentina, Costa Rica y Honduras también es importante el uso de plantas para construcción y combustible extraídas del bosque de niebla (llamado en México bosque

mesófilo de montaña). Lo anterior revela la gran importancia de estas comunidades vegetales como fuente de recursos para los pueblos indígenas. Sin embargo, el bosque mesófilo de montaña también es el tipo de vegetación que alberga al mayor número de especies amenazadas o en peligro de extinción en Oaxaca (Acosta, 2002). Es por ello, y ya que más de la mitad de la superficie de esta vegetación se encuentra en territorios indígenas (Boege, 2008; Cuadro 2), que resulta sumamente importante integrar diversos enfoques y metodologías multidisciplinares que permitan evaluar la creación de proyectos de aprovechamiento sostenible. Esto es indispensable, sobre todo en el área de estudio pues coincide también con las regiones con mayor cantidad de taxa amenazados (Istmo y Sierra Norte; Acosta, 2002) y en los que estas asociaciones vegetales ocupan extensiones considerables (Acosta, 2002; Torres-Colín, 2004; CONABIO, 2010). Además, resulta de suma importancia abordar las problemáticas actuales mencionadas a continuación. Por ejemplo, durante nuestras visitas a los municipios de estudio observamos que los programas de manejo forestal implementados en las últimas décadas tienden a la simplificación del paisaje de los bosques templados, provocando que los pinos maderables estén siendo dañados por diversas plagas (i.e., insectos defoliadores y descortezadores). Al parecer esto es el resultado de la siembra y/o

promoción monoespecífica de árboles con características genéticas homogéneas y/o por la reducción o eliminación de las especies nativas e introducción de especies exóticas. Estas prácticas también limitan el manejo tradicional del bosque, propiciando la pérdida del conocimiento ecológico tradicional.

Por último, 20% de las especies útiles de pináceas y 17% de las cícadadas observadas en este trabajo sólo se encuentran creciendo naturalmente en México, representando en conjunto 15% de todas las gimnospermas endémicas a nivel nacional (Villanueva-Almanza y Fonseca, 2011; Germandt y Pérez-de la Rosa, 2014; Nicolalde-Morejón et al., 2014). Asimismo, las cuatro cícadadas endémicas de Oaxaca que registraron algún uso representan 44% del total para el estado (nueve especies, García-Mendoza y Meave, 2012; Nicolalde-Morejón et al., 2014). Estos datos demuestran que existe una elevada proporción de aprovechamiento de taxa endémicos entre los grupos indígenas y mestizos que habitan en el noreste de Oaxaca. Es importante señalar que las cícadadas y algunas pináceas cuentan con el mayor número de taxa amenazados en Oaxaca (Acosta, 2002). Por todo lo anterior, resulta idóneo integrar el conocimiento ecológico tradicional con la ciencia occidental para la óptima gestión del manejo de los recursos naturales (Hoagland, 2017), incluyendo a los organismos endémicos, amenazados o en peligro de extinción y sus hábitats naturales. Una manera de implementar esta integración es la siguiente. Partiendo de las problemáticas y necesidades de las comunidades indígenas en el tema ambiental, llevar a cabo la investigación básica de diversas temáticas (p. ej., botánica, ecología, etnobiología) con la finalidad de realizar una retroalimentación de la información a través de talleres o pláticas hacia las comunidades, para que se incorpore dentro de sus usos y costumbres.

Conclusión

Los resultados de este estudio contribuyen con el registro de la información del aprovechamiento presente y/o pasado de gimnospermas en el estado de Oaxaca. Sin embargo, es importante considerar y entender el valor local de estas especies dentro del contexto de la cosmovisión de cada grupo étnico para preservar los usos tradicionales y promover programas de manejo sostenible tanto de las poblacio-

nes de plantas, como de las comunidades vegetales en las cuales se les encuentran (Rendón-Aguilar et al., 2017b). De este modo, pueden generarse proyectos que colaboren con el desarrollo de los pueblos indígenas, sobre todo mediante la exploración de enfoques multidisciplinarios que permitan aprovechar y/o exaltar la amplia gama de usos potenciales de este grupo de plantas (p. ej., ecoturismo, captura de carbono, producción de hongos micorrizógenos comestibles y resinas, fuente de germoplasma para reforestación, creación de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre).

Finalmente, este trabajo aporta un panorama general del uso y aprovechamiento de las gimnospermas en tres de las ocho RTPs definidas por Arriaga et al. (2000) para el estado de Oaxaca y puede servir de base para futuros estudios ecológicos, etnobiológicos y taxonómicos, o incluso de disciplinas sociales como la antropología y lingüística.

Contribución de autores

BRA, DBA y LABR diseñaron el estudio, realizaron los recorridos en campo y colectaron los ejemplares botánicos referidos por los guías locales. LYE, RMFJ y DSG identificaron los especímenes. LABR redactó el manuscrito bajo la supervisión de BRA y DBA. Todos los autores contribuyeron a la revisión, corrección y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y forma parte del proyecto JF102: "Inventario etnoflorístico en regiones oaxaqueñas con gran biodiversidad".

Agradecimientos

Los autores agradecemos a las autoridades de cada uno de los municipios visitados por el apoyo en cuanto a alojamiento, comida y la confianza para la ejecución del proyecto. También a todas las personas que fungieron como guías de campo y que nos transmitieron una parte del cúmulo de conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas oaxaqueños. A Alfredo Ortiz por su apoyo en la identificación de ejemplares colectados del género *Pinus*. A la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa por el apoyo logístico para la realización del proyecto.

Literatura citada

- Acosta, C. S. 2002. Plantas vasculares raras, amenazadas o en peligro de extinción del estado de Oaxaca, un panorama preliminar. *Polibotánica* 13: 47-82.
- Aguilar, A., J. R. Camacho, S. Chino, P. Jáquez y M. E. López. 1994. Información etnobotánica. Herbario medicinal del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). México, D.F., México. 253 pp.
- Aguilar-Santelises, M. R. 2007. Etnobotánica cuantitativa en una región de bosque de niebla de Sierra Norte, Oaxaca. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Instituto Politécnico Nacional. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. 82 pp.
- Aguilar-Santelises, R. y R. F. Del Castillo. 2015. Demographic and socio-economic determinants of traditional plant knowledge among the Mixtecs of Oaxaca, Southern Mexico. *Human Ecology* 43(5): 655-667. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10745-015-9772-y>
- Alfonso-Corrado, C., J. Campos-Contreras, G. Sánchez-García, A. Monsalvo-Reyes y R. Clark-Tapia. 2014. Manejo forestal y diversidad genética de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham., en Sierra Juárez, Oaxaca. *Madera y Bosques* 20(2): 11-22. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2014.202160>
- Altieri, M. A. y A. Yurjevic. 1991. La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina. *Agroecología y Desarrollo* 3(25): 12-19.
- Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coord.). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. 609 pp.
- Aswani, S., A. Lemahieu y W. H. H. Sauer. 2018. Global trends of local ecological knowledge and future implications. *PLoS ONE* 13(4): e0195440. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195440>
- Berlin, B., D. E. Breedlove y P. H. Raven. 1973. General principles of classification and nomenclature in folk biology. *American Anthropologist* 75(1): 214-242. DOI: <https://doi.org/10.1525/aa.1973.75.1.02a00140>
- Boege, S. E. 2008. El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación *in situ* de la biodiversidad y agrodiversidad en los territorios indígenas. Instituto Nacional de Antropología e Historia: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México, D.F., México. 342 pp.
- Brown, A. D. y M. Kappelle. 2001. Introducción a los bosques nublados del neotrópico: una síntesis regional. In: Kappelle, M. y A. D. Brown (eds.). *Bosques nublados del neotrópico*. Editorial IMBIO. San José, Costa Rica. Pp. 25-40.
- Caballero, J., A. Casas, L. Cortés y C. Mapes. 1998. Patrones en el conocimiento, uso y manejo de plantas en pueblos indígenas de México. *Estudios Atacameños* 16: 181-195.
- Caballero, J., L. Cortés, M. A. Martínez-Alfaro y R. Lira-Saade. 2004. Uso y manejo tradicional de la diversidad vegetal. In: García-Mendoza, A. J., M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas. (eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Biodiversidad-World Wildlife Fund. México, D.F., México. Pp. 541-564.
- Carrillo, C. 2002. Las plantas en la vida de los pueblos de la Chinantla baja. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 375 pp.
- Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (eds.). 2017. Domesticación en el continente americano. Volumen 2. Investigación para el manejo sustentable de recursos genéticos en el Nuevo Mundo. Universidad Nacional Autónoma de México-Universidad Nacional Agraria La Molina. Editorial Morevallado. Morelia, Michoacán, México. 291 pp.
- CDI. 2008. Región Sur. Tomo 1. Oaxaca: condiciones socioeconómicas y demográficas de la población indígena. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas-Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México, D.F., México. 199 pp.
- Chemnick, J., T. Gregory, J. Haynes, M. A. Pérez-Farrera y L. White-lock. 2008. Key to the species of *Ceratozamia*. <http://www.cycad.org/documents/Key-to-the-Species-of-Ceratozamia.pdf> (consultado septiembre de 2015).
- Christenhusz, M. J. M., J. L. Reveal, A. Farjon, M. F. Gardner, R. R. Mill y M. W. Chase. 2011. A new classification and linear sequence of extant gymnosperms. *Phytotaxa* 19(1): 55-70. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.19.1.3>
- CONABIO-CAPM-INEGI. 2002. Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso de suelo y vegetación Serie II. Escala 1:250,000. Conjunto nacional. México, D.F., México.
- CONABIO. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. 197 pp.

- CONABIO. 2012. Sistema de información Biótica. Manual de usuario. Versión 5.0.3. Fideicomiso fondo para la Biodiversidad-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. 938 pp.
- De Ávila, A. 2004. Clasificación de la vida en las lenguas de Oaxaca. In: García-Mendoza, A. J., M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Biodiversidad-World Wildlife Fund. México, D.F., México. Pp. 481-539.
- De Ávila, A. 2008. La diversidad lingüística y el conocimiento etnobiológico. In: Soberón, J., G. Halffter y J. Llorente (comp.). Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. Pp. 497-556.
- Del Castillo, R. F. y S. Acosta. 2002. Ethnobotanical notes on *Pinus strobus* var. *chiapensis*. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México, Serie Botánica 73: 319-327.
- Del Castillo, R. F., J. A. Pérez-de la Rosa, A. G. Vargas y G. R. Rivera. 2004. Coníferas. In: García-Mendoza, A. J., M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Biodiversidad-World Wildlife Fund. México, D.F., México. Pp. 141-158.
- Eckenwalder, J. E. 2009. Conifers of the world: the complete reference. Timber Press. Portland, Oregon, USA. 702 pp.
- Farjon, A. y D. Filer. 2013. An atlas of the world's conifers: an analysis of their distribution, biogeography, diversity and conservation status. Brill. Boston, USA. 512 pp.
- Farjon, A. y T. B. Styles. 1997. Flora Neotropica, *Pinus* (Pinaceae). The New York Botanical Garden. New York, USA. 291 pp.
- Franco, F. M., S. Hidayati, B. A. Ghani y B. Ranaivo-Malancon. 2015. Ethnotaxonomic systems can reflect the vitality status of indigenous language and traditional knowledge. Indian Journal of Traditional Knowledge 14(2): 175-182.
- Frei, B., O. Sticher y M. Heinrich. 2000. Zapotec and Mixe use of tropical habitats for securing medicinal plants in Mexico. Economic Botany 54(1): 73-81. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02866601>
- Frei, B., M. Baltisberber, O. Sticher y M. Heinrich. 1998. Medical ethnobotany of the Zapotecs of the Isthmus-Sierra (Oaxaca, Mexico): Documentation and assessment of indigenous uses. Journal of Ethnopharmacology 62(2): 149-164. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(98\)00051-8](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(98)00051-8)
- García-Hernández, K. Y., H. Vibrans, M. Rivas-Guevara y A. Aguilar-Contreras. 2015. This plant treats that illness? The hot-cold system and therapeutic procedures mediate medicinal plant use in San Miguel Tulancingo, Oaxaca, Mexico. Journal of Ethnopharmacology 163: 12-30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.01.001>
- García-Mendoza, A. J. y J. A. Meave (eds.). 2012. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). 2ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable. México, D.F., México. 351 pp.
- Gernandt, D. S. y J. A. Pérez-de la Rosa. 2014. Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 85(Supl. 1): 126-133. DOI: <https://doi.org/10.7550/rmb.32195>
- Gómez-Luna, R. E., G. I. Manzanero-Medina y M. A. Vásquez-Dávila. 2017. Floristic and social aspects in zapotec orchards in Lachatao, Northern Sierra of Oaxaca, Mexico. Revista Bio Ciencias 4(4): 1-15.
- Hill, K., L. Stanberg y D. Stevenson. 1998-2012. The Cycad Pages. Royal Botanic Gardens Sydney. <http://plantnet.rbgsyd.nsw.gov.au/PlantNet/cycad/index.html> (consultado septiembre de 2015).
- Hoagland, S. J. 2017. Integrating traditional ecological knowledge with western science for optimal natural resource management. IK: Other Ways of Knowing 3(1): 1-15. DOI: <https://doi.org/10.18113/P8ik359744>
- INAFED-SEGOB. 2010. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de Oaxaca. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/presentacion.html> (consultado octubre de 2018).
- Jones, D. L. 1993. Cycads of the World. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C., USA. 456 pp.
- Larre, M. I. 2003. Plantas utilizadas en la medicina tradicional en México como abortivas y anticonceptivas. Licenciatura en Biología Experimental. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F., México. 31 pp.
- Leff, E. 1998. Saber ambiental. Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. Siglo XXI editores. México, D.F., México. 285 pp.

- Lot, A. y F. Chiang (comp.). 1986. Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México. México, D.F., México. 142 pp.
- Luna-José, A. L. y B. Rendón-Aguilar. 2008. Recursos vegetales útiles en diez comunidades de la Sierra Madre del Sur, Oaxaca, México. *Polibotánica* 26: 193-242.
- Luna-José, A. L. y B. Rendón-Aguilar. 2012. Traditional knowledge among Zapotecs of Sierra Madre del Sur, Oaxaca. Does it represent a base for plant resources management and conservation? *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 8: 24. DOI: <https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-24>
- Maffi, L. 2014. Biocultural diversity: the true web of life. In: Maffi, L. y O. Dilts (eds.). *Biocultural diversity toolkit*, vol. I: Introduction to biocultural diversity. Terralingua. Salt Spring Island, B.C., Canada. Pp. 6-16.
- Martínez-López, J., R. A. Acosta, O. E. Martínez y M. F. Manzano. 2016. Recursos forestales no maderables en dos comunidades zapotecas de la Sierra Juárez de Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 7(35): 37-52.
- Martínez, M. 1959. Plantas útiles de la flora mexicana. Ediciones Botas. México, D.F., México. 621 pp.
- Mill, R. R. 2015. A monographic revision of the genus *Podocarpus* (Podocarpaceae): III. The species of the Central America and northern Mexico bioregions. *Edinburgh Journal of Botany* 72(2): 243-341. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960428615000050>
- Moerman, D. E., R. W. Pemberton, S. Kiefer y B. Berlin. 1999. A comparative analysis of five medicinal floras. *Journal of Ethnobiology* 19(1): 49-67.
- Nagalingum, N. S., C. R. Marshall, T. B. Quental, H. S. Rai, D. P. Little y S. Mathews. 2011. Recent synchronous radiation of a living fossil. *Science* 334(6057): 796-799. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1209926>
- Nicolalde-Morejón, F., J. González-Astorga, F. Vergara-Silva, D. W. Stevenson, O. Rojas-Soto y A. Medina-Villareal. 2014. Biodiversidad de Zamiaceae en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85(1): 114-1125. DOI: <https://doi.org/10.7550/rmb.38114>
- Ordóñez, M. J. 2000. El territorio del estado de Oaxaca: una revisión histórica. *Investigaciones Geográficas* 42: 67-86.
- Ordóñez, M. J. 2004. El Territorio. In: García-Mendoza, A. J., M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Biodiversidad-World Wildlife Fund. México, D.F., México. Pp. 469-479.
- Ortega del Valle, D., B. G. Sánchez, S. C. Solano, G. M. A. Huerta, O. V. Meza y C. Galindo-Leal. 2010. Áreas de Conservación Certificadas en el estado de Oaxaca. *World Wildlife Fund-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Oaxaca, México. 134 pp.
- Pérez-de la Rosa, J. A. y G. Vargas-Amado. 2017. Gimnospermas. In: Cruz-Aragón, A., A. Ordorica-Hermosillo, J. Valero-Padilla y E. D. Melgarejo (coord.). *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. Volumen II. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial*. Cd. Mx., México. Pp. 113-121. <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/libros.html> (consultado octubre de 2018).
- Pérez-Farrera, M. A., A. P. Vovides y N. Martínez-Meléndez. 2013. Las Gimnospermas. In: Arguiluz-Casas, G., F. Camacho-Rico, A. Cruz-Aragón y E. D. Melgarejo (comp.). *La Biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Volumen II. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Gobierno del Estado de Chiapas*. México, D.F., México. Pp. 111-120. <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/libros.html> (consultado octubre de 2018).
- Pérez-Nicolás, M., H. Vibrans, A. Romero-Manzanares, A. Saynes-Vásquez, M. Luna-Cavazos, M. Flores-Cruz y R. Lira-Saade. 2017. Patterns of knowledge and use of medicinal plants in Santiago Camotlán, Oaxaca, Mexico. *Economic Botany* 71(3): 209-223. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12231-017-9384-0>
- Pretty J., B. Adams, F. Berkes, S. Ferreira 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(2): 100-112. DOI: <https://doi.org/10.4103/0972-4923.58642>
- Quiroz, C. J. A. y A. M. A. Magaña. 2015. Resinas naturales de especies vegetales mexicanas: usos actuales y potenciales. *Madera y Bosques* 21(3): 171-183. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2015.213466>
- Rendón-Aguilar, B., L. A. Bernal-Ramírez y D. Bravo-Aviles. 2017a. Inventario etnoflorístico en regiones oaxaqueñas con gran

- biodiversidad. Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa. Informe final Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad proyecto No. JF102. Cd. Mx., México. 77 pp.
- Rendón-Aguilar, B., L. A. Bernal-Ramírez, D. Bravo-Avilez y A. Mendoza-Ruiz. 2017b. Ethnobotany of Lycophyta and Polypodiophyta in Priority Terrestrial Regions of Oaxaca, Mexico. *American Fern Journal* 107(4): 200-218. DOI: <https://doi.org/10.1640/0002-8444-107.4.200>
- Sánchez-González, A. 2008. Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. *Madera y Bosques* 14(1): 107-120. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2008.1411222>
- Saynes-Vásquez, A., J. Caballero, J. A. Meave y F. Chiang. 2013. Cultural change and loss of ethnoecological knowledge among the Isthmus Zapotecs of Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9: 40. DOI: <https://doi.org/10.1186/1746-4269-9-40>
- SEMARNAT. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. Cd. Mx., México. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010.
- Solís, R. L. 2006. Etnoecología cuicateca en San Lorenzo Pápalo, Oaxaca. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia, Michoacán, México. 353 pp.
- Spradley, J. P. 1980. Participant observation. Holt, Rinehart and Winston. New York, USA. 195 pp.
- Toledo, V. M. 2001. Indigenous people and biodiversity. In: Levin, S. A. (ed.). *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press (Elsevier Science). San Diego, CA, USA. Pp. 451-464.
- Toledo, V. M. y N. Barrera-Bassols. 2008. La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. In: caria editorial. Barcelona, España. 230 pp.
- Toledo, V. M., E. Boege y N. Barrera-Bassols. 2014. The biocultural heritage of Mexico: a case study. In: Maffi, L. y O. Dilts (eds.). *Biocultural diversity toolkit, vol. I: Introduction to biocultural diversity*. Terralingua. Salt Spring Island, B.C., Canada. Pp. 22-31.
- Toledo, V. M., P. Alarcón-Chaires, P. Moguel, M. Olivo, A. Cabrera, E. Leyequien y Rodríguez-Aldabe. 2001. El atlas etnoecológico de México y Centroamérica: fundamentos, métodos y resultados. *Etnoecológica* 6(8): 7-41.
- Tomlinson, P. B. y T. Takaso. 2002. Seed cone structure in conifers in relation to development and pollination: a biological approach. *Canadian Journal of Botany* 80: 1250-1273. DOI: <https://doi.org/10.1139/b02-112>
- Torres-Colín, R. 2004. Tipos de vegetación. In: García-Mendoza, A. J., M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Biodiversidad-World Wildlife Fund. México, D.F., México. Pp. 105-117.
- Torres, R. J. M. 2006. Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020. Informe Nacional México. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia. <http://www.fao.org/3/j2215s/j2215s00.htm> (consultado octubre de 2018).
- TROPICOS. 2018. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org> (consultado octubre de 2018).
- Vázquez-Torres, M., T. M. Y. Sánchez y R. J. A. Alejandre. 1989. Algunos datos etnobotánicos sobre las Zamaceae (Cycadales) de México. *La Ciencia y el Hombre* 3: 19-30.
- Villanueva-Almanza, L. y R. M. Fonseca. 2011. Revisión taxonómica y distribución geográfica de *Ephedra* (Ephedraceae) en México. *Acta Botanica Mexicana* 96: 79-116. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm96.2011.261>
- Wang, X.-Q. y J.-H. Ran. 2014. Evolution and biogeography of gymnosperms. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 75: 24-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.02.005>
- Whitelock, L. M. 2002. *The cycads*. Timber Press. Portland, Oregon, USA. 372 pp.

Apéndice 1: Listado de municipios contemplados para el desarrollo del proyecto y las distintas divisiones territoriales y étnicas a las que pertenecen. Regiones Terrestres Prioritarias según *Arriaga et al. (2000)*. Regiones territoriales y Distritos según *Ordóñez (2000)* e *INAFED-SEGOB (2010)*. Los grupos étnicos se basan en las diversas lenguas halladas durante las caminatas etnobotánicas dentro de cada localidad.

Municipio	Región Terrestre Prioritaria	Región Territorial	Distrito	Grupo étnico
Abejones	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Ixtlán	Zapoteco
Asunción Cacalotepec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Mixe	Mixe
Ayotzintepec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Papaloapan	Tuxtepec	Chinanteco
Cuyamecalco Villa de Zaragoza	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Cuicatlán	Mazateco/Mixteco
Eloxochitlán de Flores Magón	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Teotitlán	Mazateco
Guevea de Humboldt	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Istmo	Tehuantepec	Zapoteco
Huauतेpec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Teotitlán	Mazateco
Huautla de Jiménez	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Teotitlán	Mazateco
Mazatlán Villa de Flores	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Teotitlán	Mazateco
Mixistlán de la Reforma	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Mixe	Mixe
Natividad	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Ixtlán	Mestizo
Nuevo Zoquiápam	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Ixtlán	Zapoteco
San Andrés Teotilápam	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Cuicatlán	Cuicateco
San Bartolomé Ayautla	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Teotitlán	Mazateco
San Cristóbal Lachirioag	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Villa Alta	Zapoteco
San Felipe Usila	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Papaloapan	Tuxtepec	Chinanteco
San Francisco Cajonos		Sierra Norte	Villa Alta	Zapoteco
San Francisco Chapulapa	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Cuicatlán	Cuicateco
San Francisco Huehuetlán		Cañada	Teotitlán	Mazateco
San Ildefonso Villa Alta	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Villa Alta	Zapoteco
San José Chiltepec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Papaloapan	Tuxtepec	Chinanteco
San José Tenango	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Teotitlán	Mazateco
San Juan Atepec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Ixtlán	Zapoteco
San Juan Bautista Valle Nacional	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Papaloapan	Tuxtepec	Chinanteco
San Juan Coatzacoatz	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Teotitlán	Mazateco
San Juan Comaltepec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Papaloapan	Choápam	Zapoteco
San Juan Cotzocón	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Mixe	Mixe
San Juan de los Cués	Valle de Tehuacán-Cuicatlán	Cañada	Teotitlán	Mazateco
San Juan Guichicovi	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Istmo	Juchitán	Mixe
San Juan Juquila Mixes	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Sur	Yautepec	Mixe
San Juan Lalana	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Papaloapan	Choápam	Chinanteco
San Juan Mazatlán	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Mixe	Mixe
San Juan Quiotepec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Ixtlán	Chinanteco
San Juan Tabaá	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Villa Alta	Zapoteco
San Juan Yaeé	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Villa Alta	Zapoteco
San Lorenzo Cuaunecuiltitla		Cañada	Teotitlán	Mazateco

Apéndice 1: Continuación

Municipio	Región Terrestre Prioritaria	Región Territorial	Distrito	Grupo étnico
San Lucas Zoquiápan	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Teotitlán	Mazateco
San Mateo Yoloxochitlán		Cañada	Teotitlán	Mazateco
San Miguel Aloápam	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Ixtlán	Zapoteco
San Miguel Chimalapa	Selva Zoque-La Sepultura	Istmo	Juchitán	Zoque
San Miguel del Río	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Ixtlán	Zapoteco
San Miguel Quetzaltepec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Mixe	Mixe
San Miguel Santa Flor	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Cuicatlán	Mixteco
San Pablo Macuiltianguis	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Ixtlán	Zapoteco
San Pablo Yaganiza		Sierra Norte	Villa Alta	Zapoteco
San Pedro Cajonos	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Villa Alta	Zapoteco
San Pedro Sochiápan	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Cuicatlán	Chinanteco
San Pedro Tapanatepec	Selva Zoque-La Sepultura	Istmo	Juchitán	Mestizo
San Pedro Teutila	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Cuicatlán	Mestizo
San Pedro Yólox	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Ixtlán	Chinanteco
Santa Ana Ateixtlahuaca		Cañada	Teotitlán	Mazateco
Santa Ana Yareni	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Ixtlán	Zapoteco
Santa Cruz Acatepec		Cañada	Teotitlán	Mazateco
Santa María Alotepec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Mixe	Mixe
Santa María Chilchotla	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Teotitlán	Mazateco
Santa María Chimalapa	Selva Zoque-La Sepultura	Istmo	Juchitán	Zoque
Santa María Guienagati	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Istmo	Tehuantepec	Zapoteco
Santa María Jacatepec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Papaloapan	Tuxtepec	Chinanteco
Santa María Jaltianguis	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Ixtlán	Zapoteco
Santa María Pápalo	Valle de Tehuacán-Cuicatlán	Cañada	Cuicatlán	Cuicateco
Santa María Teopoxco	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Teotitlán	Nahuas
Santa María Tepantlali	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Mixe	Mixe
Santa María Tlahuitoltepec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Mixe	Mixe
Santa María Tlaxiápan	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Cuicatlán	Cuicateco
Santa María Yalina	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Villa Alta	Zapoteco
Santiago Atitlán	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Mixe	Mixe
Santiago Camotlán	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Villa Alta	Zapoteco
Santiago Choápam	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Papaloapan	Choápam	Zapoteco
Santiago Comaltepec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Ixtlán	Chinanteco
Santiago Ixcuintepec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Mixe	Mixe
Santiago Jocotepec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Papaloapan	Choápam	Chinanteco
Santiago Laollaga	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Istmo	Tehuantepec	Zapoteco
Santiago Texcalcingo	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Cañada	Teotitlán	Nahuas

Apéndice 1: Continuación

Municipio	Región Terrestre Prioritaria	Región Territorial	Distrito	Grupo étnico
Santiago Zacatepec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Mixe	Mixe
Santigo Xiacuí	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Ixtlán	Mestizo
Santo Domingo Chihuitán	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Istmo	Tehuantepec	Zapoteco
Santo Domingo Petapa	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Istmo	Juchitán	Zapoteco
Santo Domingo Roayaga	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Villa Alta	Zapoteco
Santo Domingo Tepuxtepec	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Mixe	Mixe
Santo Domingo Xagacía	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Villa Alta	Zapoteco
Tamazulápam del Espíritu Santo	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Mixe	Mixe
Teococuilco de Marcos Pérez	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Ixtlán	Zapoteco
Totontepec Villa de Morelos	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Mixe	Mixe
Villa Talea de Castro	Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	Sierra Norte	Villa Alta	Zapoteco

Apéndice 2: Se enlistan, en orden alfabético, los taxa de gimnospermas útiles colectados en el noreste del estado de Oaxaca, con los nombres taxonómicos aceptados según la base de datos del Jardín Botánico de Missouri (TROPICOS, 2018). Además, se mencionan los nombres comunes en español (""") y se indican las especies que reciben nombre en lengua indígena de acuerdo al grupo étnico. Grupo étnico que aprovecha las especies: chinanteco (CHI); cuicateco (CUI); mazateco (MAZ); mixe (MIX); mestizo (MTZ); mixteco (MXT); zapoteco (ZAP) y zoque (ZOQ). Tipo de vegetación: bosque de encino (BE); bosque de encino-pino (BE-P); bosque mesófilo de montaña (BMM); bosque de oyamel (BO); bosque de pino (BP); bosque de pino-encino (BP-E); selva alta perennifolia (SAP), selva baja caducifolia (SBC) y selva mediana subperennifolia (SMSP) (el símbolo + representa una ecotonía). Distribución: Belice (Bz); Colombia (Co); Costa Rica (Cr); Ecuador (Ec); Guatemala (Gt); Honduras (Hn); México (Mx); Nicaragua (Ni); El Salvador (Sv) y Estados Unidos de América (Us). Se señalan los endemismos para México y Oaxaca (Oax). Categorías de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010): amenazada (A); en peligro de extinción (P); sujetas a protección especial (Pr).

Familia/Especies y "nombre común"	Grupo étnico	Altitud (m s.n.m.)	Tipo de vegetación	Distribución (NOM-059)	Categorías de uso y su descripción	Usos reportados previamente
CUPRESSACEAE						
<i>Cupressus benthamii</i> Endl. "pino", MAZ	MAZ	1760	BE-P	Bz, Gt, Hn, Mx, Ni, Sv	Construcción, para obtener vigas. Maderable, para elaborar muebles.	Ninguno
<i>C. lusitanica</i> Mill. MAZ	MAZ	1460	BP-E	Bz, Gt, Hn, Mx (Pr), Ni, Sv	Maderable, para obtener tablas.	Artesanal, maderable, medicinal (Caballero et al., 2004).
<i>Juniperus flaccida</i> Schltld. "pino de monte", MIX, ZAP	MIX, ZAP	1720-2530	BP-E	Mx, Us	Construcción, para obtener horcones y morillos de galerías. Maderable, para obtener tablas.	Alimento, árbol de sombra, artesanal, ceremonial ("limpias"), construcción, fertilizante orgánico, forraje, leña, medicinal, ornamental (Solís, 2006; Aguilar-Santelises y Del Castillo, 2015; García-Hernández et al., 2015; Gómez-Luna et al., 2017).
<i>Taxodium mucronatum</i> Ten. "sabino", MAZ	MAZ	1660	BP-E	Gt, Mx, Us	Ornamental, como parte de la decoración viva de un lago.	Ceremonial ("limpias"), RFNM (recurso forestal no maderable) (García-Hernández et al., 2015; Martínez-López et al., 2016).
PINACEAE						
<i>Abies hickelii</i> Flous & Gausson "oyamel, oyamel de Juárez", ZAP	ZAP	2620-3270	BO, BMM	Endémica-Mx (P)	Construcción, para obtener vigas del techo en las casas. Maderable, para elaborar muebles. Ornamental, como arbolito completo o se cortan ramas, se adornan con luces y esferas en Navidad.	Maderable (Del Castillo et al., 2004).
<i>Pinus ayacahuite</i> C. Ehrenb. ex Schltld. "ayacahuite, ocote, ocote imbricado", CUI, ZAP	CUI, MAZ, MXT, ZAP	2060-3020	BE-P, BP, BP-E, BMM, BMM+BP-E	Gt, Hn, Mx, Sv	Ambiental, se le considera importante porque resguardan (de la pérdida) el bosque. Combustible, la madera y los conos se emplean para generar fuego. Maderable, para elaborar muebles y obtener duelas. Medicinal, la resina se pone con tablillas para sanar fracturas óseas. Ornamental, los conos se usan para decoración navideña.	Construcción, RFNM (recurso forestal no maderable) (Caballero et al., 2004; Martínez-López et al., 2016).

Apéndice 2: Continuación.

Familia/Especies y "nombre común"	Grupo étnico	Altitud (m s.n.m.)	Tipo de vegetación	Distribución (NOM-059)	Categorías de uso y su descripción	Usos reportados previamente
<i>P. chiapensis</i> (Martínez Andresen "chiapensis, gretado, ocote, ocote agrietado, ocote chino, pino ciprés, pino de Chiapas", CHI, MIX, ZAP	CHI, CUI, MIX, ZAP	940-2140	BE, BP, BP-E, BMM	Gt, Mx (Pr)	Construcción, para obtener polines, vigas y morillos. Combustible, para leña y "ocote". Maderable, para elaborar muebles y obtener duelas.	Árbol de sombra, artesanal, cerca viva, ceremonial, medicinal, construcción, fabricación de papel, forestal, leña, maderable, producción de resina, veterinario (Del Castillo y Acosta, 2002; Caballero et al., 2004; Solís, 2006; Aguilar-Santelises, 2007; Pérez-Nicolás et al., 2017).
<i>P. devoniana</i> Lindl. "michoacana, ocotal, ocote, ocote piñas grandes, pino", MIX, ZAP	MIX, ZAP	1210-1990	BP, BP-E, BP-E+SBC	Gt, Mx	Artesanal, se juntan muchas acículas, se amarran y se forman abanicos; también con las puntas de los arbolillos se tallan percheros rústicos. Ceremonial, las acículas se colocaban dentro del temazcal a manera de colchón u asiento. Construcción, para vigas de techados en las casas. Combustible, para leña, como "ocote" y carbón. Maderable, para elaborar muebles.	Combustible, construcción, RFNM (recurso forestal no maderable) (Solís, 2006; Martínez-López et al., 2016).
<i>P. douglasiana</i> Martínez "ocotal", ZAP	ZAP	3010	BP-E	Endémica-Mx	Combustible, la madera se emplea para generar fuego ("ocote"). Maderable, para elaborar muebles.	Artesanal, construcción, decoración, leña (Luna-José y Rendón-Aguilar, 2008).
<i>P. hartwegii</i> Lindl. "ocotal, ocote, pino", CHI, ZAP	CHI, ZAP	2980-3270	BO, BP, BP-E	Gt, Hn, Mx	Construcción, para obtener vigas. Maderable, para obtener tablas.	Ninguna
<i>P. lawsonii</i> Roehl ex Gordon "ocotal, ocote, pino resinero", MIX, ZAP	MIX, ZAP	2120-2450	BE-P	Endémica-Mx	Construcción, para hacer casas y techados. Maderable, para obtener tablas y elaborar muebles. Medicinal y Veterinario, con la resina se "sellan" las heridas, se coloca sobre una cortada con un trapo y sana tanto en humanos como en animales.	Combustible, construcción, producción de resina (Solís, 2006; Quiroz y Magaña, 2015).
<i>P. leiophylla</i> Schiede ex Schtdl. & Cham. "ocotal semillero, ocote, pino", MIX	MIX, ZAP	2260-2600	BP-E	Endémica-Mx	Ambiental, se extraen semillas del campo para el vivero de reforestación. Construcción, para obtener polines y horcones. Combustible, para leña. Maderable, para elaborar muebles.	Producción de resina, ornamental (Caballero et al., 2004; Quiroz y Magaña, 2015).

Apéndice 2: Continuación.

Familia/Especies y "nombre común"	Grupo étnico	Altitud (m s.n.m.)	Tipo de vegetación	Distribución (NOM-059)	Categorías de uso y su descripción	Usos reportados previamente
<i>P. maximinoi</i> H.E. Moore "ocote chino"	MTZ	1400	BMM	Gt, Hn, Mx, Ni, Sv	Artesanal, con las acículas se hacen ramos y adornos para ceremonias religiosas. Ceremonial, se juntan tres acículas y con ellas se punzan las manchas rojas de los niños para eliminarlas. Maderable, para elaborar muebles y puertas.	Artesanal, construcción, decoración, leña, producción de resina (Luna-José y Rendón-Aguilar, 2008; Quiroz y Magaña, 2015).
<i>P. montezumae</i> Lamb. "ocote", ZAP	ZAP	1080- 1600	BMM, SBC+BE	Gt, Mx	Artesanal, con los conos femeninos se elaboran figurillas con forma de guajolotes. Combustible, para la obtención o avivamiento de fuego quemando los conos; además, si se agregan a horno le da sabor y color amarillo al pan.	Producción de resina (Quiroz y Magaña, 2015).
<i>P. oocarpa</i> Schiede ex Schltld. "ocote, ocote blanco, pino", MAZ, MIX, ZAP	MAZ, MIX, MXT, ZAP, ZOQ	250-1950	BE-P, BP, BP-E, BMM, BMM+BP	Gt, Hn, Mx, Ni, Sv	Artesanal, anteriormente las acículas se ordenaban para techar las casas; también con las puntas de los arbolillos se tallan percheros rústicos. Construcción, para hacer cercos o vallas, obtener morillos y vigas; además, las ramas finas se mezclaban para hacer adobe. Combustible, para leña y como "ocote". Maderable, para elaborar muebles y obtener duelas. Medicinal, la resina se mezcla con cebo de res y se coloca con un parche, venda o periódico aliviando fracturas o reumas, dolor de espalda y calambres; también se unta sobre las espinas enterradas, dejándose secar para ayudar a extraerlas.	Artesanal, construcción, decoración, leña, medicinal, producción de resina (Frei et al., 1998, 2000; Luna-José y Rendón-Aguilar, 2008; Quiroz y Magaña, 2015).
<i>P. patula</i> Schiede ex Schltld. & Cham. "ocote, ocote chapete, ocote colorado, ocote rojo, patula, pino, pino patula", CUI, MAZ, ZAP	CUI, MAZ, MXT, ZAP	1800- 3070	BE-P, BP, BP-E, BMM, BMM+BP-E	Endémica- Mx	Construcción, para obtener postes y vigas. Maderable, para elaborar muebles, puertas y obtener duelas. Medicinal, la resina se pone con tablillas para sanar fracturas óseas.	Combustible, construcción, doméstico, forestal, medicinal, ornamental (Caballero et al., 2004; Aguilar-Santelises, 2007; Alfonso-Corrado et al., 2014).
<i>P. pringlei</i> Shaw Ninguno	ZAP	2580	BP	Endémica- Mx	Construcción, para obtener horcones y polines. Maderable, para elaborar muebles.	Combustible, construcción, producción de resina (Solís, 2006; Quiroz y Magaña, 2015).

Apéndice 2: Continuación.

Familia/Especies y "nombre común"	Grupo étnico	Altitud (m s.n.m.)	Tipo de vegetación	Distribución (NOM-059)	Categorías de uso y su descripción	Usos reportados previamente
<i>P. pseudostrobus</i> Lindl. "pino de espina", MIX, ZAP	MIX, ZAP	2540- 2930	BP, BP-E, BMM	Gt, Hn, Mx, Sv	Construcción, para obtener vigas y polines. Combustible, se obtiene "ocote" para encender leña. Maderable, para elaborar muebles y obtener duelas. Medicinal, la resina se usa para sanar fracturas óseas.	Combustible, construcción, medicinal (Caballero et al., 2004; Solís, 2006).
<i>P. pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i> (Lindl.) Shaw "ocotal, ocotal semillero, pino, pino de monte, pseudostrobus", MIX, ZAP	MAZ, MIX, ZAP	1610- 2790	BE-P, BP, BP-E, BE- P+BMM	Gt, Mx	Combustible, como leña y "ocote". Maderable, para obtener tablas. Medicinal, los renuevos apicales se hierven, la infusión se bebe para beneficiar al sistema circulatorio y combatir úlceras gástricas; además, la resina se combina con lana de borrego negro y se unta en la piel para sanar fracturas óseas. Ornamental, como árbol navideño y festones en cualquier tipo de fiestas.	RFNM (recurso forestal no maderable) (Martínez-López et al., 2016).
<i>P. teocote</i> Schiede ex Schltldl. & Cham. "ocote, pino", MIX, ZAP	MIX, ZAP	1670- 2540	BP-E	Gt, Mx	Construcción, para obtener vigas y polines. Maderable, para elaborar muebles.	Combustible, construcción, producción de resina (Solís, 2006; Quiroz y Magaña, 2015).
PODOCARPACEAE						
<i>Podocarpus guatemalensis</i> Standl. "campanillo", ZAP	ZAP. ZOQ	1020- 1270	BMM	Bz, Co, Cr, Ec, Gt, Hn, Mx, Ni, Sv	Combustible, para leña. Maderable, para elaborar muebles finos.	Construcción, maderable (Mill, 2015).
<i>P. matudae</i> Lundell Ninguno	MXT	2430	BMM	Gt, Hn, Mx (Pr), Sv	Construcción, para obtener horcones y postes del coscomate.	Alimentario, artesanal, medicinal (contraceptivo) (Larre, 2003; Mill, 2015).
ZAMIACEAE						
<i>Ceratozamia chimalapensis</i> Pérez-Farr. & Vovides "palmita", ZOQ	ZOQ	660-680	BMM	Endémica- Oax (P)	Ornamental, como parte del jardín de las casas.	Ninguno
<i>C. mixeorum</i> Chemnick, T.J. Greg. & Salas-Mor. "palma"	MIX	1280- 1790	BE, BMM	Endémica- Oax (P)	Alimentario, los tallos se molían y preparaban como nixtamal en épocas de escasez. Ornamental, las hojas adornan las fiestas patrias.	Ninguno
<i>C. norstogii</i> D.W. Stev. "palmita"	ZOQ	640	BMM	Endémica- Mx (P)	Artesanal, los foliolos son entretejidos para formar estrellas. Ornamental, las hojas se colocan en las entradas como adorno en Navidad.	Ninguno

Apéndice 2: Continuación.

Familia/Especies y "nombre común"	Grupo étnico	Altitud (m s.n.m.)	Tipo de vegetación	Distribución (NOM-059)	Categorías de uso y su descripción	Usos reportados previamente
<i>C. robusta</i> Miq. "palma", CHI, MIX	CHI, MIX, MTZ	350-1920	BMM, SMSP	Bz, Gt, Mx (A)	Ambiental, se le considera importante pues lucen bien dentro del bosque. Artesanal, las hojas se usan para adornar durante las fiestas. Ornamental, como parte del jardín de las casas.	Alimentario, ornamental (Vázquez-Torres et al., 1989; Luna-José y Rendón-Aguilar, 2008).
<i>C. zoquorum</i> Pérez-Farr., Vovides & Iglesias Ninguno	MAZ	1130	SMSP	Endémica- Mx (P)	Artesanal, los niños se colocan los microstróbilos en los pies como cascabeles durante los festivales escolares.	Ninguno
<i>Dioon purpusii</i> Rose "cícada"	MAZ	1880	BE	Endémica- Oax (P)	Ornamental, como parte del jardín de las casas.	Ornamental (Vázquez-Torres et al., 1989).
<i>Zamia paucijuga</i> Wieland Ninguno	MAZ	670	SMSP	Endémica- Mx	Ornamental, como parte del jardín de las casas.	Ornamental (Vázquez-Torres et al., 1989).
<i>Z. purpurea</i> Vovides, J.D. Rees & Vázq. Torres "mitla", CHI	CHI	200	SMSP+SAP	Endémica- Mx (P)	Medicinal, la hoja se hierve y la infusión se bebe para combatir la fiebre provocada por el paludismo.	Ninguno
<i>Z. spartea</i> A. DC. "palmita"	ZOQ	330	BE	Endémica- Oax (P)	Ornamental, como parte del jardín de las casas.	Ninguno