

Fecha de recepción: 30-junio-2020

Fecha de aceptación: 10-septiembre-2020

ESPECIES VEGETALES CON USO COMBUSTIBLE POR COMUNIDADES RURALES MEXICANAS

Martha Gual Díaz^{1*}, Alejandro Rendón Correa¹ y Ramón Mariaca Méndez²

¹Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Av. Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903 Col. Parques del Pedregal, Tlalpan, Ciudad de México, C.P. 14010

²Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Av. Ejército Nacional 223 Col. Anáhuac, Miguel Hidalgo, Ciudad de México, C.P. 11320

*Correo: mgual@conabio.gob.mx

RESUMEN

La biodiversidad es la base del sustento material de los pueblos y fuente de diversos bienes y servicios ecológicos. Durante cientos de años, los pueblos autóctonos de México han desarrollado una relación cultural íntima con la naturaleza, como se puede comprobar en las diversas manifestaciones culturales que conforman el mosaico pluriétnico de México. El futuro de cualquiera de estas comunidades y de sus economías locales está ligado directamente con el aprovechamiento sustentable de los recursos biológicos. Con relación a esto último, el uso de las especies como combustible, sigue siendo un recurso importante para las necesidades domésticas y de trabajo principalmente. Así, la diversidad de especies utilizadas para este fin, en las comunidades rurales y semirurales, depende de su identidad cultural y del medio ambiente en el que se encuentran. Se reconoce la importancia de compilar la información disponible para este tipo de uso, y así tener las bases necesarias para proponer estrategias de manejo y conservación de las especies sujetas a la extracción con dichos fines. Por tal motivo, como parte del proyecto Sistema de Información de los Usos y Manejo de la Biodiversidad Mexicana desarrollado en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se sistematizó durante 4 años la información reportada en 525 publicaciones (tesis, artículos, libros, fascículos, etc.) sobre el uso combustible de las plantas vasculares. La categorización del uso combustible se basó en la taxonomía elaborada en CONABIO para todos los tipos de uso en México. Se presenta un total de 1,285 especies e híbridos con este tipo de uso, así como sus nombres comunes, las categorías de riesgo registradas (de acuerdo con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, la NOM-059-SEMARNAT-2018 y la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) y su origen (endémica o introducida).

PALABRAS CLAVE: Carbón, fuego, leña.

VEGETABLE SPECIES WITH FUEL USE BY RURAL MEXICAN COMMUNITIES

ABSTRACT

Biodiversity is the basis of people's material livelihoods and the source of various ecological goods and services. For hundreds of years, Mexico's indigenous peoples have developed an intimate cultural relationship with nature, as evidenced by the diverse cultural manifestations that make up Mexico's multi-ethnic mosaic. The future of any of these communities and their local economies is directly linked to the sustainable use of biological resources. With regard to the latter, the use of species as fuel remains an important resource for domestic and work needs mainly. Thus, the diversity of species used as fuel in rural and semi-rural communities depends on their cultural identity and the natural environment in which they are found. The importance of compiling the information available for this type of use is recognized, and thus have the necessary bases to propose management and conservation strategies for the species subject to extraction for these purposes. For this reason, as part of the project Information System of the Uses and Management of Mexican Biodiversity, developed in the National Commission for the Knowledge and Use of Biodiversity, the information reported was systematized in 525 publications (thesis, articles, books, fascicles, etc.) on the fuel use of vascular plants. A total of 1,285 species and hybrids are presented with this type of use, as well as their common names, the part used or form of use, the registered risk categories (in accordance to Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Floral, NOM-059-SEMARNAT-2018, International Union for Conservation of Nature Red List), and their origin (wide distribution, endemic or introduced).

KEYWORDS: Charcoal, fire, firewood.

INTRODUCCIÓN

Es evidente que la manipulación del fuego ha constituido uno de los avances más importantes dentro de la evolución humana. Su descubrimiento supuso una auténtica revolución para los primeros homínidos, ya que el fuego ofrecía iluminación y calor, daba protección y superioridad frente a los depredadores y ahuyentaba a los insectos (Gómez y Diez, 2009). Asimismo, el fuego aportó una profunda modificación en el régimen alimenticio. La dieta primaria basada en vegetales fue cambiando paulatinamente a una dieta carnívora y el fuego ayudó, probablemente, en ese proceso de incremento de ingesta cárnica (Gómez y Diez, 2009). El fuego también fue un agente de primera magnitud a la hora de cohesionar un grupo, ya que alrededor de una fogata se intercambiaban ideas y se transmitían conocimientos, acelerando

indirectamente la capacidad de comunicación y de aprendizaje (Diez-Martin, 2005). Finalmente, el hombre usó el fuego para modificar las características mecánicas de ciertos materiales como el sílex, la madera, el hueso y la piel (Gómez y Diez, 2009).

En tanto que se trata de algo que es aprendido, compartido y transmitido, el uso doméstico del fuego se ha convertido en parte inherente de las culturas humanas desde la prehistoria y hasta nuestros días (Caballero, 2015). Se desconoce aún desde cuándo el hombre es capaz de controlar el fuego, aunque evidencias en estudios recientes remontan este descubrimiento hasta el Paleolítico inferior, posiblemente hasta hace más de 800,000 años (Gómez y Diez, 2009).

El dominio del fuego ha implicado el uso de la leña (y otras formas de uso combustible), y resulta claro

que la necesidad por mantener el fuego encendido, además de su trascendencia evidente en algunas tradiciones culturales como los ritos, las ceremonias, los rezos y las prácticas terapéuticas (Gordon, 1936), necesariamente encierra el desarrollo de un detallado conocimiento de las características de los distintos tipos de leña disponibles en la naturaleza, y por tanto, una íntima relación entre las comunidades humanas y las especies usadas como combustibles (Caballero, 2015; Figura 1).

En zonas rurales de países en vías de desarrollo, más de dos mil millones de personas satisfacen sus necesidades básicas a partir de fuentes energéticas tradicionales como la leña, el carbón vegetal y el estiércol, pues carecen de servicios energéticos modernos (UNDP, 2000). Se estima que cerca de

la mitad de la población mundial utiliza biomasa como principal fuente de energía de uso doméstico (ME, 2005), especialmente en los países en desarrollo, que es donde se ubica la mayor parte de los usuarios de estos recursos forestales, siendo la leña el principal biocombustible. Al considerar la leña usada para la producción de energía, su recolección representa cerca de la mitad del total de los productos forestales extraídos a nivel mundial (FAO, 2010).

En México se tienen cálculos de que entre 25 y 27.2 millones de personas del sector rural y del urbano utilizan la leña como combustible; 18.7 millones de personas lo usan como único combustible mientras que 8.5 millones lo combinan con gas (Díaz-Jiménez, 2000; Díaz y Maser, 2003; Maser *et al.*, 2003). Las



Figura 1. Fogón de leña, Kotolté, Chiapas, México (Foto: Ramón Mariaca Méndez).

poco más de 18 millones de personas se encuentran en las zonas rurales y 10 millones en áreas urbanas, periurbanas y marginadas (Díaz-Jiménez, 2000, Masera y Fuentes, 2006; Quiroz *et al.*, 2009; Quiroz y Orellana, 2010). Díaz-Jiménez (2000) identifica que las regiones críticas por consumo de leña se encuentran en los estados de Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

De acuerdo con el INEGI (2017), en 4.5 millones de hogares del país (13.4% del total) se usa leña como combustible específicamente para cocinar, en 13.9% de esos casos existe una estufa ahorradora o eficiente de leña, lo que teóricamente representa una menor presión sobre la vegetación al elevar la eficiencia energética durante el proceso; el resto de este universo se integra con el 14.4% de hogares con estufas o fogones que tienen habilitada una chimenea, lo que pudiera generar mejores condiciones de salud para quien la utiliza, y con el 71.6% de hogares con fogones que no poseen chimenea (Figura 2).

El manejo de la leña es un proceso que incorpora la apropiación, el conocimiento espacio-temporal del recurso, además de su transporte a los sitios de residencia. Este proceso puede diferenciarse por el grado o nivel de manejo, de tal manera que: a) la apropiación del recurso silvestre se da cuando se localiza o bien se conoce la disponibilidad del recurso en el espacio y en el tiempo; b) la tolerancia no incluye la dispersión ni la siembra, sino que cuando otros miembros de la vegetación son eliminados (especies), se favorece su presencia al eliminar la competencia; c) el fomento incluye dispersión, siembra y favorecimiento de la reproducción de individuos, evitando su depredación y la competencia; por lo que se mejoran algunas condiciones del medio en que se desarrolla; y d) el cultivo implica que los individuos son seleccionados y protegidos de la competencia y la depredación (Flores, 2001).



Figura 2. Fogón con leña de encino (*Quercus* sp.), Chapa de Mota, Estado de México, México (Foto: Martha Gual Díaz).

Los patrones de consumo de leña en las comunidades humanas se modifican de acuerdo con el clima local, los hábitos culinarios, la forma de vida, la eficiencia del equipo utilizado en la cocina (fogón o estufa), la naturaleza de la leña y su disponibilidad; por factores como la tradición, el sabor dado a los alimentos, el tipo y origen del recipiente usado, los hábitos de cocina, el tipo de alimentos; el nivel de ingresos, el costo de la leña, la disponibilidad del recurso forestal y el número de especies utilizadas como leña (Quiroz y Orellana, 2010). La cantidad de leña utilizada por la familia está en función del número de comidas durante el día y miembros de la familia, así como del tiempo que dura encendido el fogón

(Reiche, 1985; Arias, 2002; del Amo, 2002; del Amo e Yllescas, 2002; Vergara, 2002).

El uso y manejo de la leña a escala doméstica, implica un conjunto de valoraciones y conocimientos tradicionales (Quiroz y Cantú, 2012), por ejemplo: en festividades, en la cocción de los alimentos, el calentamiento de las viviendas en la época de frío, para hervir agua, para aseo de la familia y preparar bebidas tradicionales como el *teswino* (bebida ritual fermentada de maíz) o el *sotol* (bebida alcohólica destilada de *Dasyilirion* sp.), cuya elaboración requiere el manejo de las especies adecuadas y de las prácticas rituales en el proceso. Lo anterior conforma un sistema que les permite satisfacer necesidades y generar bienestar a los integrantes de la familia. Su importancia radica en que puede recolectarse de forma directa y con ello evitar un gasto monetario; su transporte depende fundamentalmente de energía humana y animal, puede ser almacenada largo tiempo y se encuentra disponible en el entorno inmediato (Quiroz y Cantú, 2012). La madera, el carbón y los residuos agrícolas son también recursos clave para satisfacer las demandas de energía para uso doméstico en zonas rurales, así como para otras actividades, como alfarería y cocción de alimentos para venta. El conocimiento que tienen los usuarios de estos recursos se basa en la experiencia que han obtenido a lo largo de centurias, adaptándose a las condiciones ambientales y preservando su cultura local, de la que forma parte su cosmovisión (Gual *et al.*, 2018). Estas características permiten definir a las especies como un combustible local y autónomo ya que no depende de las fuerzas del mercado, de tal forma que es de gran importancia cultural e histórica (Quiroz y Cantú, 2012). Sin embargo, este tipo de recurso, en especial la leña, también tiene importancia en la pequeña y mediana industria, como en el caso del carbón, las ladrilleras, las panaderías o las alfarerías, industrias cada vez más en desuso (Camou, 2007; Figura 3).

En las zonas rurales, el uso de la leña es fundamentalmente para autoconsumo, del cual se encargan generalmente las mujeres y los niños (Best *et al.*, 2006), que suelen recolectarla en las proximidades de la vivienda; el hombre lo hace de manera conjunta con sus labores agrícolas o en jornadas específicas. En este caso, la leña se recoge de la vegetación local, ya sea especies arbóreas aisladas o que no están en pie, así como restos de podas, etc. (Quiroz y Cantú, 2012). Sin embargo, en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) se consideró que la mayoría de las transformaciones en los ecosistemas, se han hecho directa o indirectamente para resolver las demandas de los servicios ambientales, entre ellos la extracción de leña como fuente de energía (Reid *et al.*, 2005; Figura 4).

De acuerdo con García *et al.* (1990), desde antes de la década de los 90, la escasez de la leña ha aumentado junto con la población y los costos de otras fuentes energéticas. Estos factores han provocado que productores y comerciantes participen en la extracción, distribución y venta de leña, lo que provoca una fuerte deforestación en las localidades donde se llevan a cabo estas actividades. La solución óptima a este problema es compleja, ya que han surgido alternativas que van desde propuestas de reforestación, una mejor utilización de la biomasa forestal, plantaciones para combustibles y una mayor optimización de leña a través de estufas.

Actualmente, algunas comunidades rurales, debido a la problemática en la disponibilidad de leña, han comenzado a plantar árboles para abastecer su consumo en el hogar, si bien son plantaciones pequeñas que provienen, por lo regular, de plántulas obtenidas de la vegetación alledaña (acahual, bosques, matorrales, selvas, etc.) o provienen de pequeños viveros, principalmente en comunidades campesino-indígenas de zonas montañosas (por ejemplo, en las comunidades campesinas de Acteal y Ocuilapa, en el estado de Chiapas). Esto puede

ser una muestra del interés que estas comunidades tendrían tanto en asegurar su abastecimiento como en mantener la cobertura vegetal de sus territorios, como parte de su patrimonio biocultural (Holz y Ramírez-Marcial, 2011; Figura 5).

A manera de ejemplos, en el altiplano mexicano, desde épocas antiguas, el maguey (*Agave spp.*) es usado de diversas maneras: para elaborar aguamiel, pulque, miel, forraje, vinagre; de él se extraen fibras para elaborar vestimentas, calzado, papel, jabón, púas, ungüentos y combustible (Ramírez, 2010); incluso algunos insectos asociados al maguey se consumen como alimento (Luna, 2012). En lo tocante a su uso como combustible, y referido por García (2014) como “leña de pobres”, las partes



Figura 3. Venta de carbón y leña, Acapulco, Guerrero, México (Foto: Martha Gual Díaz).

aprovechadas son tallo, pencas y raíces. Otro grupo de especies muy importante de estas regiones y con este tipo de uso, son los mezquites (*Prosopis articulata*, *P. glandulosa*, *P. laevigata*, *P. odorata*, *P. tamaulipana*, *P. velutina* y *P. yaquiana*). De acuerdo con Cervantes (2002), fueron un recurso de primordial importancia para los primeros habitantes de las zonas áridas y semiáridas del norte de México debido a los diferentes usos que cada grupo le daba. Estos pueblos nómadas, que vivían de la recolección y la caza, conocieron la utilidad del mezquite como alimento, combustible, para sombra, como planta medicinal y para la elaboración de diversos utensilios y juguetes; ya en el siglo XIX, comunidades de estas zonas le encontraron otros usos como: maderable, forraje, apicultura, extracción de gomas, material para la construcción de viviendas y otros más.

En la región central de México, muchas familias rurales dependen de la leña para cocinar en el *tlecuil* (fogón); la usan también para calefacción y tienen un conocimiento amplio sobre los tipos de leña que se encuentran en el bosque, ya que prefieren las que arden bien, sin producir chispa ni humo, pero sí brasa (Longar *et al.*, 2006; Figura 6).

En el altiplano potosino-zacatecano se aprovecha el maguey verde (*Agave salmiana ssp. crassispina*) como materia prima para la elaboración de pulque y mezcal, alimento para el ganado y material combustible (pencas y raíces secas); también en estas regiones, del nopal (*Opuntia spp.*) se utilizan las pencas cuando están frescas, como alimento del ganado vacuno, y cuando están secas son un magnífico combustible (Márquez, 1986).

Cien por ciento de las familias de la comunidad Xí'oi (Las Guapas, San Luis Potosí) usan leña como combustible principal ya que el uso de gas es poco factible tanto por el escaso acceso de compañías gaseras a la zona como por el oneroso desembolso que representaría, en caso de que ocurriera; en cambio, los combustibles locales están al alcance



Figura 4. Fogón de leña de encino (*Quercus* sp.), Zinacantán, Chiapas, México (Foto: Rubén Tenorio Vasconcelos).

de la mano y son de bajo costo. Algunas de las especies utilizadas son: el huizache (*Acacia farnesiana*) y el naranjillo sien o “**seljau agua**” (*Trichillia havanensis*), de los que se emplean las ramas como combustible para preparar alimentos (sus troncos son descortezados y transformados en postes para deslindar solares o milpas); la naranja cucha o “**danaas vais**” (*Citrus aurantifolia*, especie introducida), cuyos troncos y ramas se emplean como leña; del chicharillo (*Lonchocarpus rugosus*); del palo verde o “**ntieri nku**” (*Dendropanax arboreus*), del patol o “**ndaá**” (*Erythrina coralloides*, actualmente sinónimo de *E. americana*) se usan las ramas como leña; del capulín o “**datuen**” (*Eugenia capuli*) y del higerón (*Ficus cotinifolia*) se usan el tronco y las ramas, y especialmente de la nuez o “**guse eskiriu**” (*Juglans*

mollis) se utilizan ramas y tallos, cuando el árbol ya no produce tanto fruto, o bien el aguacate, aguacate de monte, aguacatillo o “**pagu**” (*Persea americana*), cuando el árbol ya está viejo lo convierten en leña, y finalmente del maíz o “**eilhua degnua**” o “**liijoa**” (*Zea mays*), el olote es quemado junto con leña para preparar alimentos o calentar agua (Carbajal, 2008).

De manera general en estas regiones, las mujeres prefieren las especies de mayor duración, rapidez en el encendido y en la cocción de los alimentos, mientras los hombres prefieren especies que producen menos cenizas y pesan menos al transportarlas, aunque ambos géneros tienen como criterios principales la producción de brasa, de calor y de humo (Gutiérrez-Ruvalcaba, 2012; Figura 7). Otro



Figura 5. Recolecta de leña, Cuetzalan, Puebla, México (Foto: J. Daniel Tejero Díez).



Figura 6. Fogón de leña de encino (*Quercus* sp.), Latuvi, Sierra Norte, Oaxaca, México (Foto: Rubén Tenorio Vasconcelos).

ejemplo en el estado, en su región montañosa, es la producción de carbón vegetal de manera tradicional, procedente de maderas duras de alta densidad, como huizache (*Acacia pennatula*), encino (*Quercus* spp.) y madroño (*Arbutus xalapensis*) (municipio de Huasca de Ocampo). La fabricación de carbón es llamada ‘cocinar la madera’; es una actividad complementaria a las labores agrícolas y forma parte de la cultura tradicional campesina; tiene raíces tanto en el conocimiento y manejo de un conjunto de plantas y del suelo, como en el entendimiento de las condiciones climáticas e hídricas (Gutiérrez-Ruvalcaba, 2012).

En Tlaxcala, en su sistema agroforestal, que denominan *catal* (véase *Agroecosistemas tradicionales*



Figura 7. Comal con tronco de encino (*Quercus* sp.), Santiago Tenango, Sierra Mixteca, Oaxaca, México (Foto: Rubén Tenorio Vasconcelos).

de México), en náhuatl: ‘casa junto al agua’, emplean la plantación de árboles en las orillas para estabilizar los canales e incrementar el drenaje y proporcionar nitrógeno, además de emplear los árboles como combustible para los temazcales y fogones (Wilken, 1969).

En el estado de Hidalgo (una de las regiones críticas por consumo de leña), en la comunidad de San Pedro Alpatláhuac, existe el registro de 17 especies como leña, indispensables en sus hogares, las más utilizadas por el tiempo que tardan en realizar combustión. En especial “**teuiztle**” o espino, a pesar de que combustiona más rápido que el encino, puede ser utilizado como sustituto de este cuando se usa como combustible y para elaborar carbón, ya que es abundante. El carbón se elabora principalmente a la hora de moles (hacer tortillas). La recolección de leña básicamente es para autoconsumo (Martínez et al., 2015).

En Veracruz (municipio Cofre de Perote), de acuerdo con López (2014), registran que las maderas blandas, como las de los pinos, generan combustiones altas y rápidas, aunque su madera produce chispas, que pueden resultar peligrosas. Las maderas duras (encino o roble), por el contrario, se queman despacio y producen más calorías que las blandas. También documentan, que las diferentes esencias de las maderas tienen poderes caloríficos distintos, y no todas arden de la misma manera; en términos generales, lo mejor es elegir maderas duras, que producen tanto hermosas hogueras como gran cantidad de brasas, cuya incandescencia además será duradera.

De acuerdo con Quiroz y Cantú (2012), en el estado de Yucatán, se clasifican localmente a las especies de buena leña o las especies poco apreciadas o de madera suave, como el *chacá* (*Bursera simaruba*). De esta forma, la leña se clasifica empíricamente por sus propiedades fisicoquímicas en buena, dura, mala o suave; categorización directamente relacionada con la gravedad específica o densidad

de la madera. También destaca la clasificación por el lugar de extracción (procedencia). Se considera: leña de monte, milpa, solar y áreas públicas; por otro lado, en festividades locales y para la preparación de algunos alimentos se prefieren aquellas que aportan olores y sabores agradables. Finalmente, los usuarios también clasifican la leña según el uso que le den, por ejemplo: para encender el fogón aprovechan; un alto contenido de resina facilita su encendido, aunque produce mucho humo; para alumbrar; para dar calor, y para producir ceniza (utilizada en diferentes actividades cotidianas). Sin embargo, en momentos de escasez emplean cualquier tipo de leña, sin importar la especie o el grosor, y también queman en el fogón cáscara de coco (*Cocos nucifera*) y el “**bakal**” u olote (centro de la mazorca). A escala doméstica, la leña se utiliza fundamentalmente para la cocción de alimentos, para calentar agua de baño y, en menor cantidad, para la calefacción de la vivienda en la época fría, cuando los habitantes colocan brasas debajo de las hamacas para calentarse.

En cuanto al carbón vegetal que se obtiene de la leña, su uso se remonta quizá al tiempo en que el hombre aprendió a manejar el fuego, hace aproximadamente un millón de años; su destino es tan variado como podemos imaginarlo; se ha utilizado de manera rural para cocinar, generar calor y para protegerse del frío, también se ha empleado en diversas industrias, como la metalúrgica, en la química, así como en la farmacéutica, donde se utiliza para el tratamiento de malestares diversos (García, 2008). En México, la mayor parte del carbón se produce a partir de técnicas tradicionales, las cuales se han transmitido de generación en generación entre los pobladores de los bosques y selvas, quienes lo usan para autoconsumo o para comercializarlo en ciudades o poblaciones rurales donde se emplea como fuente de calor para la preparación de alimentos (García, 2008). Para producir carbón vegetal se puede utilizar cualquier material leñoso, sin embargo, comúnmente se elabora a partir de leña de encino (*Quercus* spp.)

debido a que ésta tiene características que hacen que el carbón sea de mejor calidad. El potencial del mercado de carbón de encino certificado es aún limitado, en parte por la falta de información sobre la existencia y significado de marcas certificadas. No obstante, el reconocimiento al buen manejo por parte de las comunidades forestales ha incentivado el manejo sustentable de bosques de encino y ha provocado una mayor motivación para mejorar el cuidado y conservación de los recursos naturales (García, 2008; Figuras 8 y 9).

MATERIAL Y MÉTODO

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene la misión de promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad. Por lo que aquellas especies que se usan como combustible, es de sumo interés de las políticas públicas. De ahí que la CONABIO implementó el proyecto Sistema de Información de los Usos y Manejo de la Biodiversidad Mexicana (SIUMBM), en el cual, actualmente se está compilando y sistematizando toda la información publicada sobre los distintos tipos de uso de las especies. Uno de las acciones concluidas es la sistematización del conocimiento publicado hasta el 2019 respecto a las especies con uso combustible, por lo que toda la información presentada en esta contribución fue extraída de dicho sistema de información.

La sistematización de información se realizó durante cuatro años, procesando un total de 525 publicaciones (tesis, artículos, libros, fascículos, etc.) de corte etnobiológico y que mencionan el uso combustible de las plantas vasculares en México, sus nombres comunes, y sus partes o estructuras empleadas para este fin (hojas, raíces, ramas, etc.) o formas de uso (leña, carbón, yesca, etc.). Para la sistematización de información y datos de uso combustible, se empleó la propuesta diseñada en



Figura 8. Leña de encino (*Quercus* sp.) para horno, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México (Foto: Rubén Tenorio Vasconcelos).



Figura 9. Horno para carbón de encino (*Quercus* sp.), Santiago Comaltepec, Oaxaca, México (Foto: Heike Vibrans).

la CONABIO para sistemas de información etnobiológicos (Gual *et al.*, 2018). Además, conforme a una revisión exhaustiva de sitios web especializados (Tropicos del Missouri Botanical Garden y Datos abiertos UNAM) y de fuentes bibliográficas (*Checklist of the native vascular plants of Mexico* y catálogos de autoridades correspondientes al taxón), se compiló información sobre su origen para conocer si las especies son endémicas o introducidas. Asimismo, se consultaron las fuentes originales (CITES, 2019; Lista roja de la UICN, 2010 y NOM-059-SEMARNAT-2010, modificación 2018) para saber si las especies están incluidas en alguna categoría de riesgo.

La ubicación taxonómica de las especies reportadas con uso combustible en México, familias y géneros de Magnoliophyta es la propuesta por el APGIV (2016) para gimnospermas en el trabajo de Foster y Gifford (1974). Para detalles de información de las especies arbóreas de México (distribución estatal, tipo de vegetación/altitud y otra información), consultar Villaseñor *et al.* (2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se compiló un total de 1,285 especies de plantas vasculares con uso combustible, las cuales se encuentran comprendidas en 122 familias; el 27 % de las especies están contenidas 33 familias, entre las cuales algunas tienen correspondencia con las consideradas como las más diversas por su número de especies a nivel mundial. En la Tabla 1 se observan las familias con 10 o más especies de uso combustible.

En el [Anexo 1](#) se detalla la información de las 1,285 especies de uso combustible, se menciona la familia, sus nombres comunes/lengua (si ha sido registrada)/región (estado en donde se reporta), forma biológica, categorías de riesgo, así como las partes usadas o la forma de uso. Se indica con uno o dos asteriscos si el taxón es endémico o introducido, respectivamente.

Tabla 1. Familias botánicas con diez o más especies de uso combustible.

FAMILIA	NÚMERO DE ESPECIES
Fabaceae	257
Fagaceae	94
Asteraceae	44
Cactaceae	43
Pinaceae	37
Rubiaceae	36
Malvaceae	35
Burseraceae	36
Euphorbiaceae	33
Salicaceae	32
Lauraceae	25
Anacardiaceae	24
Rutaceae	24
Rhamnaceae	21
Myrtaceae	20
Sapindaceae	20
Boraginaceae	19
Sapotaceae	18
Meliaceae	17
Apocynaceae	16
Bignoniaceae	16
Ericaceae	16
Moraceae	16
Rosaceae	16
Malpighiaceae	15
Melastomataceae	15
Polygonaceae	13
Solanaceae	13
Verbenaceae	13
Araliaceae	12
Cupressaceae	11
Celastraceae	10
Primulaceae	10

El 96.5 % (1,242) de las especies tienen por lo menos un nombre común, aunque existen con más de 100 nombres comunes, por ejemplo, algunas de las especies con más nombres se encuentran: *Guazuma ulmifolia* (199 nombres); *Tecoma stans* (195 nombres); *Cochlospermum vitifolium* (139 nombres); *Pithecellobium dulce* (135 nombres); *Brosimum alicastrum* (131), entre otras; casi seguro

se trata de especies de amplia distribución o de especies multipropósito, que de acuerdo a Vázquez-Yanes *et al.* (1999) son importantes prestadoras de servicios al ambiente, proveedoras de uno o varios productos útiles al hombre y con características prometedoras para emplearse en programas de restauración y reforestación en las diferentes regiones ecológicas del país. Para el 3.5 % de especies no se encontró reportado algún nombre común, lo cual no significa que no tengan algún nombre local, aunque cabe mencionar que son especies de las que además se conoce poco sobre su historia de vida (vegetación y altitud de distribución; tiempo de floración y fructificación).

En cuanto a las especies combustibles que se encuentran en alguna categoría de riesgo, solo el 38.2 % (491) se encuentran incluidas, un número reducido considerando la totalidad de especies y la cantidad de personas que utilizan este recurso. Además, solo 60 especies se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT, 48 especies se encuentran en el Apéndice II de CITES (las cuales requieren un permiso para el comercio internacional) y 161 especies se encuentran en las categorías Sin datos suficientes o Preocupación menor de la UICN.

De acuerdo a los resultados, la forma biológica más usada como combustible es la de árbol (95 % de las especies aquí registradas), y en segundo lugar de preferencia, los arbustos (2.7 % de lo registrado), aunque para iniciar el fuego (estufas, fogatas, etc.) hacen uso de especies arbustivas o herbáceas (partes usadas o estructuras como: ramas, fibras, semillas, vainas, por ejemplo; Tabla 2).

Se registraron un total de 20 partes o estructuras usadas como material combustible, de las cuales el 91.8 % (1,180) de las especies son usadas como leña y el 23.5 % (302) como carbón vegetal (Tabla 3). Esto es reflejo de la disponibilidad de recursos en el ambiente, ya que, por ejemplo, en algunas

zonas áridas, persiste el uso del calehual (tallo seco de las cactáceas columnares, Figura 10) y mezote (tallos secos de algunas agaváceas).

Tabla 2. Formas biológicas de las especies utilizadas como combustible en México.

FORMA BIOLÓGICA	NÚMERO DE ESPECIES
Árbol	1,228
Arbusto	35
Arborescente	14
Hierba	7
Liana	1

Tabla 3. Partes usadas de las especies utilizadas como combustible.

PARTE USADA O FORMA DE USO	NÚMERO DE ESPECIES
Leña	1,180
Carbón	302
Madera	293
Tallo	67
Ramas	13
Ocote*	12
Corteza	10
Aceite	9
Hojas	8
Varuña*	8
Calehual*	6
Conos	5
Resina	3
Fibra	1
Fruto	1
Mezote*	1
Olote	1
Semillas	1
Tronco	1
Vainas	1

* Nota. Calehual= tronco seco de una cactácea columnar; mezote= hojas o tronco seco del maguey; ocote= astillas o trozos de madera con alta concentración de resina; varuña: conjunto de ramas o varas delgadas que se usan como iniciadores de fuego.



Figura 10. Leña de chichipe (*Polaskia chichipe*), San Luis Atolotitlán, Caltepec, Puebla, México (Foto: Leobardo Montes Leyva).

Con relación al comportamiento asociado a la apropiación y uso de la leña, el cual varía en las diferentes regiones del país, como ejemplo es el documentado por Escobar-Ocampo *et al.* (2009) en la zona de amortiguamiento Reserva de la Biósfera Selva El Ocote (comunidad de Ocuilapa de Juárez, centro de Chiapas), en cuanto a ¿cuándo colectan el recurso?: se realiza principalmente en la época de secas; ¿en qué horario?: por la mañana principalmente; ¿cómo lo transportan?: a pie, algunas veces con ayuda de un mecapal, a caballo o burro, en bicicleta, carreta entre otras más; ¿quién colecta?: principalmente adultos sobre todo hombres y niños; ¿cómo se almacena?: en trojes, corrales y otros lugares fuera del alcance de la humedad.

Respecto a la clasificación de la leña por su calidad como buena o mala, según el criterio de cada poblador, se da tomando en cuenta diversas cualidades o atributos. Martínez (1992) señala que se toma en cuenta la leña desde un punto de vista integrador y no de manera aislada, por lo que el

patrón de leña varía dependiendo la temporada del año y las cualidades de cada madera. Así mismo, Caballero (2015) considera ciertos atributos que define como características del material combustible percibidas por las personas durante la recolección, traslado y combustión, y que llegan a servir como criterios para seleccionar las especies; dichos atributos pueden ser deseables o indeseables, dependiendo de los objetivos deseados. Por ejemplo, se da prioridad a las especies que producen más calor, encienden más rápido y cuecen más rápido los alimentos; y, al contrario, se descartan las que tienen implicaciones nocivas para la salud, o simplemente las que generan “suciedad” en el hogar (Tabla 4).

Los factores primordiales para la aceptación de una especie útil están relacionados, por una parte, con los beneficios económicos, y aunque los factores sociales son determinantes, son más difíciles de cuantificar que los económicos; muchas veces la aceptación de las especies está determinada por su utilidad, generalmente las especies de uso

Tabla 4. Atributos de las especies de plantas con uso combustible de acuerdo con Caballero (2015).

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Brasas	Producto de la combustión de los trozos de leña cuando en lugar de desintegrarse en forma de ceniza, persisten trozos de carbón incandescente.
Calor	Se refiere a la intensidad de calor que percibe la gente como producto de la combustión de la madera. En general, se percibe que todas las especies producen igual calor, sin embargo, unas mantienen el calor por más tiempo que otras
Duración	Tiempo que tarda un trozo de madera en consumirse por completo
Humo	Uno del productos (gas) de la combustión de un leño
Rapidez de ignición	Tiempo que las personas invierten para encender el fuego
Se apaga	Algunas especies requieren de la presencia constante de una persona para atizar el fuego, de lo contrario este se apaga, otras simplemente pueden arder hasta consumirse
Ceniza	Volumen de cenizas producto de la combustión de la leña
Rapidez de cocción	La velocidad con la que se lleva a cabo la cocción de los alimentos
Rendimiento	Cantidad de leños necesarios para mantener un brasero funcional
Guarda la lumbre	Algunas especies pueden dejarse ardiendo toda la noche, al amanecer pueden encontrarse, entre las cenizas, brasas aún incandescentes, por lo que no se requiere más que atizar para volver a encender el fuego
Peso	Peso de las leñas, es importante que al recolectar sean ligeras, debido al esfuerzo que se requiere para transportarlas
Arde verde	Existen algunas especies que su leña o madera pueden producir fuego aun estando verdes (regularmente se deben utilizar verdes)
Picado	Existen especies que por la dureza de su madera, la disposición de su tejido, o bien por lo intrincado de su forma, requieren ser partida en leños
Abundancia	Existen especies que son más abundantes en el entorno, por lo que es más fácil encontrarlas y no se requiere desplazarse grandes distancias para obtenerlas
Macizez	Característica que se relaciona con la duración, el rendimiento y la producción de calor
Calienta la casa	Característica que se percibe como un efecto secundario de las leñas, capaz de mantener buena intensidad de calor por un largo periodo de tiempo, lo que permite que la habitación se mantenga a una temperatura agradable
Arde bien	Característica que incluye de manera general aspectos particulares como la velocidad de ignición, la producción de calor, formación de llamaradas y duración
Chispas	Algunas especies, durante la combustión producen detonaciones (chispas), las cuales pueden representar un riesgo para los usuarios de sufrir quemaduras
Cocción suave del pan	Algunas especies influyen en el resultado de la elaboración del pan, ya que tienen la cualidad de permitir que el pan se constituya en una consistencia suave
Forma derecha	Forma del tronco o ramas de las especies, que sea derecha (recta), facilita el corte de los leños
Lumbre	Evidencia de la intensidad de la combustión, por la presencia de llamaradas grandes
Tizne	Es una característica que la gente distingue en la coloración que se adhiere a los trastes que se usan en el fogón, lo generan el humo o la ceniza producidos por la combustión de la madera, independiente al carbón

múltiple, multiusos o multipropósito son las más favorecidas (Benítez *et al.*, 2004). No obstante, en este caso (especies combustibles), la aceptación de uso refiere a la clasificación de la leña por su

calidad como buena o mala, según el criterio de cada poblador, se maneja de manera integral y no aislada, es decir, tomando en cuenta no solo la poca liberación de humo, por ejemplo, sino también la

durabilidad, intensidad y cantidad de carbón que deja cada especie (Martínez, 1992; Figura 11).

De acuerdo con la investigación documental realizada en este trabajo (información extraída del SIUBM, ver método), en la generalidad, se usan especies por la mayor duración de la combustión, menor liberación de humo y la cantidad de carbón (o brasas) que deja la leña (o madera); disponibilidad de la especie en el ambiente en donde está establecida la comunidad, entre otras de menor importancia. Se sabe que la selección de especies por atributos también está en función del papel que juegan las personas en el uso de los combustibles. Por ejemplo, de acuerdo con Caballero (2015), las mujeres dan prioridad a especies de mayor duración, rapidez del encendido y rapidez en la cocción de los alimentos, mientras que los hombres dan prioridad a especies que producen menos cenizas y pesan menos al transportarlas; aunque en ambos casos se tiene como criterios principales la producción de brasas, de calor y de humo. Finalmente, las personas jóvenes dan prioridad a las especies que producen menos humo y que pueden arder aún verdes, los adultos mayores a las especies cuya madera guarda la lumbre; los adultos coinciden con los jóvenes en priorizar especies que encienden más rápido y que cuecen más rápido la comida, y con los adultos mayores en priorizar a las especies que producen menos ceniza y que poseen madera más maciza; aunque en todos los casos se coincide en la importancia de la producción de brasas y calor, y en la duración de las leñas (Figura 12).

El patrón del uso de la leña, también varía dependiendo la temporada del año y las cualidades de cada madera. Por ejemplo, Escobar-Ocampo *et al.* (2009) mencionan que en temporada de frío algunos hogares calientan el agua para bañarse, y además se mantiene el fogón encendido todo el día para conservar tibia la cocina y los alimentos. Durante la temporada de lluvias, se dificulta conseguir leña seca, y debido a que la leña mojada rinde

menos, se tienen que usar mayores volúmenes de este combustible.

El trabajo más importante sobre los recursos combustibles vegetales hasta los 90s, es el realizado por Avendaño y Sánchez (1999) quien resalta que México, al igual que los demás países en vías de desarrollo, tiene una gran población dependiente de este tipo de combustible (leña y carbón, en especial), inclusive hasta la actualidad. Al mismo tiempo, detallan que no se han realizado muchos estudios profundos sobre este tema. Aunque existen algunos trabajos que señalan el uso integral de este recurso, donde también se ha demostrado que esta actividad no ha ejercido un impacto negativo en los bosques o en las selvas (Camacho, 1985; Almeida, 1991; Martínez, 1992; Sánchez-González, 1993). Además, en la mayoría de los casos, el uso energético (combustible) de determinadas especies no es arbitrario, sino que manifiesta un conocimiento que ha sido heredado de generaciones pasadas y que varía de acuerdo con patrones culturales, sociales y ecológicos (Williams, 1983).

Avendaño y Sánchez (1999), dan a conocer la diversidad de especies de plantas con potencial energético (leña y carbón) que son utilizadas en México, principalmente por la población rural (información de herbario y bibliográfica), aportando un total de 432 especies; siendo las familias Leguminosae, Fagaceae, Pinaceae, Euphorbiaceae y Compositae (Asteraceae) las más representativas. Los géneros mejor representados son *Quercus* con 51 especies, *Pinus* con 20 y *Acacia* con 14. De acuerdo con la forma biológica, se registran 327 árboles, 95 arbustos, cuatro herbáceas y cuatro bejucos.

Con base a los resultados, se registran 1,285 especies, lo que significa un incremento de 855 especies de acuerdo a los resultados de Avendaño y Sánchez (1999). Asimismo, es coincidente con ellos que dentro de las familias más representativas están Fabaceae (257 especies), Fagaceae (94 especies), Asteraceae (44 especies), Pinaceae (37 especies)



Figura 11. Fogón de leña de encino (*Quercus* sp.), San Agustín Etla, Oaxaca, México (Foto: Rubén Tenorio Vasconcelos).

y Euphorbiaceae (33 especies); sin embargo, de acuerdo a los resultados de este trabajo, también las familias Cactaceae (43 especies), Rubiaceae (36 especies), Malvaceae (35 especies), Burseraceae (36 especies), entre otras, son de importancia para las comunidades rurales por la cantidad de elementos de uso combustible (como se aprecia en la Tabla 1).

El hecho de tener tal incremento en cifras, en comparación con las aportadas por Avendaño y Sánchez (aproximadamente 20 años), en este caso, refleja la importancia de realizar actualizaciones del conocimiento de los recursos biológicos. Lo anterior se logró a través de rastreo de literatura, que proporcionó información, previamente analizada y sintetizada en el SIUMBM. Permitiendo la oportunidad de recordar los valores, como el inherente o intrínseco (biodiversidad valiosa por existir, valor propio), de bienes (alimento, medicinas, combustibles, para construcción, etc.) y servicios (básicamente ecológicos), así como generar el conocimiento necesario que optimice el uso del



Figura 12. Ocote, Acapulco, Guerrero, México (Foto: Martha Gual Díaz).

recurso para promover y sustentar, toda investigación o bien la toma de decisiones orientadas a promover su propagación con fines energéticos y sustentables, programas de restauración/reforestación o bien de la conservación del recurso con fines diversos.

Por mucho tiempo se ha considerado a las poblaciones indígenas como explotadoras de los recursos de su entorno (Toledo, 1996). Se ha documentado que generan grandes problemas, como la erosión, pérdida de la biodiversidad; sin embargo, existen estudios que comprueban que tales poblaciones manejan hábilmente sus recursos, con base a una visión conservacionista y sistémica de la naturaleza, su cosmovisión se orienta a las prácticas relativas al ambiente, de tal manera que la diversidad cultural está fuertemente relacionada a la diversidad biológica (Primack, 1993; Toledo, 1996). Una política de producción basada en la diversidad de recursos locales de las comunidades, brinda más beneficios para el desarrollo de las regiones más pobres, desarrollo basado en el conocimiento y manejo de sus propios recursos naturales (Farrera-Sarmiento y Orantes, 2015).

Una de las principales alternativas que se han propuesto para asegurar la demanda de especies combustibles, son las plantaciones diversificadas, ya que, a la vez, brindan múltiples beneficios ambientales y sociales relacionados con su producción y uso, los cuales contribuyen a la sustentabilidad de los sistemas productivos. Por el objetivo que persiguen este tipo de sistemas, pueden utilizarse especies de fuste corto y torcido, así como especies de crecimiento rápido y rotaciones cortas, productores de madera densa con alta capacidad de combustión (García *et al.*, 1990; Holz y Ramírez-Marcial, 2011). Existen otras propuestas como el desarrollo de tecnología rural, que consiste en la fabricación de una diversidad de estufas que hacen más eficiente la combustión de la leña. De acuerdo con Quiroz *et al.* (2009), con estas tecnologías no se busca sustituir todos los demás esfuerzos, lo

que sí se pretende es promover su uso y estimular la búsqueda de nuevas opciones aplicables a las comunidades rurales y urbanas marginadas de México. Sin embargo, es importante considerar que el uso y manejo de las especies combustibles, implica un conjunto de valoraciones y conocimientos tradicionales que deben ser considerados en cualquier propuesta de manejo.

CONCLUSIONES

Se documentó a las especies empleadas como combustible, registradas en las comunidades rurales del país, independientemente de las preferencias de uso.

En decenas de trabajos se registran las especies preferentes o frecuentemente empleadas como combustibles de manera regional o local, lo que demuestra que, en las comunidades conocen cuáles son los recursos vegetales disponibles en su entorno y cuáles son los más adecuados y apropiados para cada actividad diaria en el hogar y en la labor (consultar Anexo I).

Como una alternativa sostenible para el uso del recurso combustible, se considera el establecimiento de plantaciones de leña de fácil propagación en zonas degradadas, es una solución a mediano plazo en el área rural, tal como lo mencionan Escobar-Ocampo *et al.* (2009). Sin embargo, es conveniente considerar que, por los beneficios ambientales, es preferible optar por cultivos diversificados, y sobre todo de especies nativas. Una alternativa son los llamados agrobosques, que son espacios donde los seres humanos han dirigido la composición de los árboles de acuerdo con sus necesidades, pero preservan características estructurales y procesos ecológicos que se desarrollan en los bosques considerados naturales (Wiersum, 2004). Este es uno de los sistemas agroforestales que tiene mayor riqueza de especies registradas y donde además se cultivan especies comerciales muy importantes como el café, el cacao y la piña;

adicionalmente estos sistemas suelen proporcionar especies maderables, ornamentales, frutales y leña (Moreno *et al.*, 2016).

El uso combustible, de manera doméstica sigue siendo un recurso indispensable en las comunidades rurales (cocinar, calentar agua para aseo personal, para calentar el hogar en tiempo de frío, hervir agua para beber, cocer nixtamal, preparar tortillas, cocinar, etc.), y aunque regularmente el recurso es para autoconsumo, su venta por menuedo es frecuente entre la comunidad y abastece principalmente al interior de las mismas; algunas veces se emplea a nivel industrial o comercial local para: alfarería, panaderías y tostadores de café o cacahuete, entre otras.

Ante la fuerte demanda que existe en el país por este tipo de recurso biológico; en algunas regiones, se han propuesto el establecimiento de plantaciones para incrementar el suministro de especies combustibles, y hacer uso y manejo sustentable de las mismas. Este trabajo proporciona la línea base, sobre el conocimiento del recurso que se tiene hasta el momento, para evaluar su potencial económico y viabilidad de su aprovechamiento sostenible, así como, la valoración y conservación del conocimiento tradicional sobre este recurso de uso combustible.

Como lo comentan Santos *et al.* (2012), una política de producción basada en la diversidad de recursos locales de las comunidades, para asegurar la demanda de especies combustibles, son las plantaciones, ya que, a la vez, brindan múltiples beneficios ambientales y sociales relacionados con su producción y uso, los cuales contribuyen a la sustentabilidad de los sistemas productivos.

Según Santos *et al.* (2012), y con quienes se está de acuerdo, además de la trascendencia que las políticas ambientales logren tener al interior de las comunidades, facilita la protección de los grupos vulnerables, incluidos mujeres, niños y

ancianos en condiciones de pobreza extrema y tensión social; por otro lado, la prevalencia de la propiedad comunal tiene muchos ejemplos exitosos de manejo y conservación de recursos. En Chiapas (zona de los altos de Chiapas), se documentó que la propiedad común tiene una mayor prevalencia de recurso forestal, pues existe un respeto a los acuerdos colectivos sobre el uso del bosque, mismos que determinan la forma de control y regulación de los recursos naturales (Cortina *et al.*, 2005).

Para la elaboración de planes de manejo de los recursos naturales, también es importante contar con un conocimiento detallado de la dinámica social, es decir, de quienes están en contacto con los recursos y son usuarios de estos. Es valioso considerar, que no se debe pasar por alto que la recolección de leña tiene sus beneficios, ya que la extracción de madera muerta en los bosques y selvas evita que, en épocas secas, los incendios forestales consuman los bosques (Santos *et al.*, 2012).

Finalmente, la responsabilidad de lograr un uso sostenido del bosque y sus recursos debe ser definitivamente compartida (Furones *et al.*, 2006). Se requiere del trabajo conjunto del estado, su población y todos aquellos actores que directa o indirectamente pueden aportar información, ideas o recursos científicos, técnicos y económicos, tomando en cuenta el capital cultural de la sociedad y la importancia del enfoque de género en las políticas, programas y proyectos (Santos *et al.*, 2012). La información compilada contribuirá a la toma de decisiones en cuanto a la conservación, manejo y aprovechamiento sostenible del recurso.

AGRADECIMIENTOS

A la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) donde se realizó este trabajo, a través del proyecto piloto Sistema de Información de los Usos y Manejo de la Biodiversidad Mexicana (SI-UMBM,

Fase I Árboles). A la Dra. Ma. Lourdes Rico Arce y a la M. en C. Ma. Valentina Diego Escobar, por su tiempo y conocimiento vertido a través de sus sugerencias y observaciones, no sin olvidar a los revisores anónimos, que en conjunto ayudaron a mejorar y enriquecer esta aportación.

LITERATURA CITADA

- Almeida, N. R. S. 1991. Análisis calorimétrico de cinco especies vegetales que se utilizan como leña. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181(1): 1-20. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Arias, Ch. T. 2002. Disponibilidad y uso de leña en tres micro-regiones del trópico mexicano. En: del Amo, R. S. (coord.). *La leña: el energético rural en tres micro-regiones del sureste de México, una experiencia interactiva con la población local*. Plaza y Valdez, S. A. de C.V., México.
- Avenidaño, R. S. y G. M. C. Sánchez. 1999. Especies de uso energético en México. Textos Universitarios, Universidad Veracruzana, México.
- Benítez, B. G.; M. T. P. Pulido-Salas y M. Equihua. 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Instituto de Ecología, A.C., Sistema de Investigación del Golfo de México, Comisión Nacional Forestal, México.
- Best, G.; I. Gómez, E. Aguillón, J. L. Arvizu, R. Díaz, B. Gamiño y V. M. Berrueta. 2006. Aplicaciones de las tecnologías bioenergéticas. En: Masera, O. (coord.). *La bioenergía en México, un catalizador del desarrollo sustentable*. Comisión Nacional Forestal y Mundi-Prensa, México.
- Caballero, C. P. 2015. Preferencias en el aprovechamiento de la leña para uso doméstico en el municipio de Tlanchinol, Hidalgo: una aproximación etnobotánica cuantitativa. Tesis de licenciatura, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- Camacho, P. J. R. 1985. Estudio del uso del bosque para extracción de leña, madera para construcción de casas y fabricación de herramientas en una comunidad otomí, San Andrés Timilpan, Estado de México. Tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Camou, G. A. 2007. La leña: el recurso olvidado. Una experiencia de participación social y cambio tecnológico en dos micro regiones de la Sierra Tarahumara. Consultoría Técnica Comunitaria, A. C., México.
- Carbajal, E. H. 2008. Importancia de las plantas en la cultura alimentaria de la comunidad X'oi Las Guapas, Rayón, San Luis Potosí. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.
- Cervantes, R. M. C. 2002. Plantas de importancia económica en zonas áridas y semiáridas de México. Instituto de Geografía, UNAM, México.
- CITES. 2019. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Disponible en: <http://checklist.cites.org> (verificado marzo 2019).
- CONABIO. 2000. Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Cortina, S., A. Pizano, D. Golicher y M. A. Vázquez. 2005. Factores que influyen en el mantenimiento de áreas forestales bajo propiedad social en Los Altos de Chiapas, México, En: Nazar, A., E. Bello y H. Morales (eds.). *Sociedad y entorno en la frontera sur de México, México*. El Colegio de la Frontera Sur y la Red de Estudios Poblacionales de la Frontera Sur, México.
- del Amo, R. S. 2002. Perfil y metodología del Proaft, A.C. como organización no gubernamental. En: del Amo, R. S. (coord.). *La leña: el energético rural en tres micro-regiones del sureste de México, una experiencia interactiva con la población local*. Plaza y Valdez, México.
- del Amo, R. S. y P. L. Yllescas. 2002. Diagnóstico inicial del consumo de leña. Evaluación de las alianzas tripartitas. En: del Amo, R. S. (coord.). *La leña: el energético rural en tres micro-regiones del sureste*

- de México, una experiencia interactiva con la población local. Plaza y Valdez, México.
- Díaz-Jiménez, R. 2000. Consumo de leña en el sector residencial de México, evolución histórica y emisiones de CO₂. Tesis de maestría, UNAM, México.
- Díaz, R. y O. Masera. 2003. Uso de la leña en México: situación actual, retos y oportunidades. Balance Nacional de Energía. Secretaría de Energía, México.
- Diez-Martin, F. 2005. El largo viaje. Arqueología de los orígenes humanos y las primeras migraciones. Barcelona: Bellaterra, España.
- Escobar-Ocampo, M. C.; J. Á. Niños-Cruz, N. Ramírez-Marcial y C. Yépez-Pacheco. 2009. Diagnóstico participativo del uso, demanda y abastecimiento de leña en una comunidad zoque del centro de Chiapas, México. *Ra Ximhai*. 5(2): 201-223.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: informe principal. Estudio FAO Montes No. 163. Roma. <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s00.htm>
- Farrera-Sarmiento, O. y G. C. Orantes. 2015. Plantas útiles multipropósitos en una comunidad del área de influencia de las reservas de la biosfera La Sepultura y El Ocote, Chiapas, México. *Lacandonia* 9(1): 37-44.
- Flores, J. S. 2001. Fabaceae. Florística etnobotánica y ecología. UADY-FMVZ, México.
- Foster, A. S. y E. M. Gifford. 1974. Comparative Morphology of Vascular Plants. 2nd Edition, W. H. Freeman and Company, Estados Unidos
- Furones, L. 2006. Bosques y sociedad en países en vías de desarrollo, Seminario sobre Gestión Sostenible de los Bosques y Cooperación al Desarrollo: Herramientas para el Alivio de la Pobreza. Centro Tecnológico Forestal de Catalunya, España.
- García, C. R. 2014. Estudios de Cultura Otopame. Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- García, M. J. G. 2008. Carbón de encino: fuente de calor y energía. *Biodiversitas* 77: 7-9.
- García, M., J. M. Chávez, E. Fuentes, I. García, E. González y A. Martínez. 1990. La leña como fuente de energía. *Elementos* 15(2): 73-78.
- Gómez, de la R. D. y F. Diez Martín. 2009. La domesticación del fuego durante el Pleistoceno Inferior y Medio. Estado de la cuestión. *VELEIA* 26: 189-216.
- Gordon, C. V. 1936. Los orígenes de la civilización. Fondo de Cultura Económica, México.
- Gual, D. M., A. Rendón Correa y L. Alamilla Fonseca. 2018. Uso de los recursos biológicos de México. En: Gual, D. M. (coord.). Taxonomía de los usos y manejo de la biodiversidad de México para la construcción de sistemas de información. Conabio, México.
- Gutiérrez-Ruvalcaba, I. 2012. Los cocineros del fuego: elaboración tradicional del carbón vegetal por la gente del bosque. Programa Universitario México Nación Multicultural, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Hallé, F., R. A. A. Oldeman y P. B. Tomlinson. 1978. Tropical trees and forests. An architectural analysis. Springer-Verlag. Berlín.
- Holz, S. y N. Ramírez-Marcial. 2011. La leña: principal recurso energético en las comunidades rurales. Metodologías para la estimación del consumo doméstico y producción de leña a partir de árboles nativos. El Colegio de la Frontera Sur, Red de Espacios de Innovación Socioambiental, México.
- INEGI. 2017. Nota Técnica. Módulo de Hogares y Medio Ambiente (MOHOMA). Disponible en: www.beta.inegi.org.mx/contenidos (Verificada 7 de agosto 2019).
- IUCN. 2010. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources: Red List Threatened Species. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org> (Verificada marzo 2019).
- Longar, B. M. del P., A. B. Molina y J. Morales. 2006. Alternativas bioenergéticas y sustentabilidad (fundamentos y debate). *Mundo Siglo XXI* 7:45-52.
- López, S. C. L. 2014. Uso de leña y estufas ahorradoras en la comunidad El Conejo, mpio. de Perote, Veracruz. Tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, México.

- Luna, V. B. 2012. Caracterización socioeconómica de los recolectores de insectos comestibles asociados al maguey en Pinos, Zacatecas. Maestría en Ciencias de Desarrollo Rural. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Martínez, D., J. Reyes, A. R. Andrés y G. Morales. 2015. Uso y manejo de los recursos maderables como combustible en la comunidad de San Pedro Alpatláhuac, Cuauhtinchan, Puebla, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias* 2(1): 9-17.
- Martínez, M. M. E. 1992. Especies vegetales como recurso energético de uso doméstico en Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Márquez, E. 1986. San Luis Potosí: textos de su historia. Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, México.
- Masera, O. y A. F. Fuentes. 2006. Introducción. En: O. Masera (coord.). La bioenergía en México, un catalizador del desarrollo sustentable. Mundi Prensa, México.
- Masera, O., Drigo, R. R. y M. Trossero. 2003. Woodfuels Integrated Supply/Demand Overview Mapping (wisdom): A Methodological Approach for Assessing Woodfuel Sustainability and Support Wood Energy Planning. FAO Report CD/D/Y4719E/1/6.03/1000, Wood Energy Program, Forest Products Division, FAO, Roma.
- ME. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: health synthesis. Island Press, Washington. <http://www.millenniumecosystem.org>
- Moreno, C. A. I., A. Casas, V. M. Toledo y M. Vallejo R. 2016. Etnoagroforestería en México, los proyectos y la idea del libro. En: Moreno, C. A. I.; Casas, A.; Toledo, V. M. y Vallejo, R. M. (comps.). Etnoagroforestería en México. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Primack, R. B. 1993. Essentials of conservation biology. Sinauer Associates INC, USA.
- Quiroz, J., C. Cantú, R. Díaz y R. Orellana. 2009. Uso de la leña en Yucatán y tecnología para su aprovechamiento sustentable. Asociación Red Verde. Centro de Investigación Científica de Yucatán, México.
- Quiroz, J. y C. Cantú. 2012. El fogón abierto de tres piedras en la Península de Yucatán: tradición y transferencia tecnológica. *Pueblos y Fronteras* 7(13): 270-301.
- Quiroz, J. y R. Orellana. 2010. Uso y manejo de leña combustible en viviendas de seis localidades de Yucatán México. *Madera y Bosques* 16(2): 47-67.
- Ramírez, C. 2010. El pulque, una bebida ritual Mesoamericana como ofrenda colectiva de la mayordomía de Tlachiqueros en Tepetlaoxtoc, Estado de México. Tesis de maestría, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.
- Reiche, C. E. 1985. La leña en el contexto socioeconómico de América Latina. En: R. Salazar (ed.). Actas de los simposios sobre técnicas de la producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.
- Sánchez-González, M. C. 1993. Uso y manejo de la leña en X-uilub, Yucatán. *Etnoflora yucatanense*. Fascículo 8, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Santos, A., E. Estrada y G. Rivas. 2012. Uso de la leña y conservación del bosque en el volcán Huitepec, Chiapas, México. *LiminaR. Estudios Sociales y Humanísticos* 10(1): 138-158.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2018. Proyecto de modificación del anexo normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, México.

- Toledo, V. M. 1996. Campesinidad, agroindustrialidad, sostenibilidad: los fundamentos ecológicos e históricos del desarrollo rural. Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la agricultura y Los Recursos Naturales. Cuaderno 3, México.
- UNDP. 2000. Sustainable Energy Strategies: Materials for Decision-Makers. UNDP. Nueva York. Disponible en: <http://www.undp.org/energy/publications/2000/2000a.htm>. (Verificado marzo 2020).
- Vázquez-Yanes, C., A. I. Batis M., M. I. Alcocer S., M. Gual D. y C. S. Sánchez. 1999. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Fichas de especies. Reporte técnico del proyecto JO84, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Vergara, C. 2002. Talleres de sensibilización y diagnóstico sobre el uso de la leña en comunidades rurales. En: del Amo, R. S. (coord.). La leña: el energético rural en tres micro-regiones del sureste de México, una experiencia interactiva con la población local. Plaza y Valdez, México.
- Villaseñor, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Rev. Mex. Biodiv.* 87(3): 559-902.
- Villaseñor, J. L. y G. Ibarra M. 1998. La riqueza arbórea de México. Boletín del Instituto de Biología de la Universidad de Guadalajara 5: 95-105.
- Villaseñor, J. L., M. Gual Díaz y A. Rendón Correa. 2020. Nomenclátor de las especies arbóreas de México. *Ibugana* 2: 1-1500.
- Wilken, G. C. 1969. Drained-field agriculture: An intensive farming system in Tlaxcala, Mexico. *Geographical Review* 59: 215-241.