

## VARIACIÓN EN EL CONSUMO DE LEÑA Y FACTORES QUE LO DETERMINAN EN UNA COMUNIDAD CAMPESINA AL SUROESTE DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO

## VARIATION IN THE CONSUMPTION OF FIREWOOD AND FACTORS THAT DETERMINE IT IN A PEASANT COMMUNITY IN THE SOUTHWEST OF THE STATE OF MORELOS, MEXICO

 MÓNICA BELLO-ROMÁN<sup>1</sup>,  ALEJANDRO GARCÍA-FLORES<sup>1</sup>,  HORTENSIA COLIN-BAHENA<sup>1</sup>,  
 ERIKA ROMÁN-MONTES DE OCA<sup>2</sup>,  LEONARDO BELTRÁN-RODRÍGUEZ<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México.

<sup>3</sup> Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

\*Autor para correspondencia: [leonardo.beltran@ib.unam.mx](mailto:leonardo.beltran@ib.unam.mx)

### Resumen

**Antecedentes:** La leña es el principal recurso energético de las familias rurales en diversas comunidades de México. En Morelos el 6.2 % de las viviendas particulares utilizan este recurso para cocinar y la Selva Baja Caducifolia es el principal tipo de vegetación de donde la obtienen.

**Preguntas:** ¿Cuál es el consumo de leña en los hogares de una comunidad campesina y qué factores influyen en las tasas de aprovechamiento?

**Sitio y años de estudio:** Comunidad El Zoquital, Municipio de Amacuzac, Morelos. Enero-diciembre 2021.

**Métodos:** Se aplicaron entrevistas semiestructuradas a 33 unidades familiares para documentar las especies utilizadas como combustible. Además, se evaluó mediante la medición directa el consumo de leña en seis hogares. Con los datos obtenidos se aplicaron análisis estadísticos (ANOVA, ANCOVA,  $\chi^2$ , residuos ajustados de Haberman y LDA) para evaluar los factores que influyen en las tasas de aprovechamiento.

**Resultados:** Se identificaron 23 especies como leña. El consumo total anual en las seis unidades familiares fue de 13,338.1 kg, y estuvo afectado por la edad y el número de integrantes. Existen diferencias significativas en el consumo de leña a lo largo del año y entre temporalidad estacional (lluvias vs. secas). La disponibilidad y consumo por especie fue diferente en las unidades productivas tradicionales (milpa, potrero, patio y monte) debido a la diversidad de actividades productivas entre unidades familiares.

**Conclusiones:** El aprovechamiento de recursos dendroenergéticos en el suroeste de Morelos es producto de factores causales determinados por la disponibilidad de las especies y la composición de cada unidad familiar.

**Palabras clave:** aprovechamiento, recurso dendroenergético, etnobotánica, selva baja caducifolia, unidades productivas tradicionales.

### Abstract

**Background:** Firewood is the main energy resource for rural people in many communities in Mexico. In Morelos, 6.2 % of private dwellings use this resource for cooking and the low deciduous forest is the main ecosystem from which they obtain it.

**Questions and Hypotheses:** What is the consumption of firewood in the dwellings of a peasant community and what factors influence the rates of use?

**Study site and dates:** El Zoquital Community, Municipality of Amacuzac, Morelos. January-December 2021.

**Methods:** Semi-structured interviews were applied to 33 family units to document the species used as fuel. In addition, the consumption of firewood in six households was evaluated through direct measurement. With the data obtained, statistical analyzes were applied (ANOVA, ANCOVA,  $\chi^2$ , Haberman's adjusted residuals and LDA) to evaluate the factors that influence the rates of use.

**Results:** Twenty-three species were identified as firewood. The total annual consumption in the six family units was 13,338.1 kg and was affected by age and the number of members. There are significant differences in firewood consumption throughout the year and between seasonality (rainy vs. dry). The availability and consumption by species were different in the traditional productive units (milpa, paddock, patio and forest) due to the diversity of productive activities among family units.

**Conclusions:** The use of dendroenergetic resources in the southwest of Morelos is the product of causal factors determined by the availability of the species and the composition of each family.

**Keywords:** harvest, dendroenergetic resources, ethnobotany, low deciduous forest, traditional production units.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License CC BY-NC (4.0) internacional.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



**L**a leña es el principal recurso energético de las familias rurales en diversas comunidades del mundo, particularmente de aquellas en estado de pobreza (Alvarado Machuca *et al.* 2018). A nivel mundial el consumo de leña varía entre 2.4 y 2.8 kg/hab/día (kilogramos por habitante por día) (Quiroz-Carranza *et al.* 2009), mientras que en América Latina y el Caribe se ha estimado un total de 271.1 millones de m<sup>3</sup> al año (FAO 2006), destinado sobre todo para la preparación de alimentos, calentar agua y en menor proporción, como una alternativa de ingresos (Escobar-Ocampo *et al.* 2009, Alvarado Machuca *et al.* 2018).

En México, cerca de 4.5 millones de hogares usan leña como combustible para cocinar, con un promedio de consumo de 2.1 a 3.0 kg/hab/día (Quiroz-Carranza *et al.* 2009), por lo que ocupa el segundo lugar después del gas natural (INEGI 2018a). Además de las cuestiones económicas, el consumo de leña en las viviendas depende de otros factores, como los hábitos culinarios y la tradición oral (González-Martínez 2007, Escobar-Ocampo *et al.* 2009, Alves-Ramos & Albuquerque 2012), la facilidad de obtención en los espacios de colecta, tanto transformados (traspasios, milpa, cafetales, bosques secundarios, acahuales) como naturales (Quiroz-Carranza *et al.* 2009, Márquez-Reynoso 2016), así como del número de integrantes de la unidad familiar y de la edad de éstos, debido a que generalmente la tasa de consumo de leña en familias pequeñas y de reciente creación tiende a ser menor (Ramírez-López *et al.* 2012, Yescas-Albarrán *et al.* 2016).

En los hogares, la distribución del trabajo a partir del género también afecta significativamente la frecuencia y preferencias de colecta (Quiroz-Carranza & Orellana 2010, Santos-González *et al.* 2012, Cruz-León *et al.* 2016, Yescas-Albarrán *et al.* 2016). De hecho, el manejo y selección de las especies preferidas como leña están relacionadas con su dureza (duras, semiduras y blandas), la cantidad de humo, calidad de carbón o brasa producida y su duración (Monroy-Ortíz 1997, Escobar-Ocampo *et al.* 2009, Quiroz-Carranza & Orellana 2010, Márquez-Reynoso 2016, Ruiz-Montoya *et al.* 2017, Doumecq & Arenas 2018).

La cantidad de materia seca colectada de especies útiles como leña también obedece a las características del ambiente. Por ejemplo, se estima que las personas que habitan en las selvas húmedas consumen 3.0 kgMS/hab/día (kilogramos de materia seca por habitante por día), en los matorrales xerófilos 1.5 kgMS/hab/día, mientras que en las selvas bajas caducifolias alrededor de 2.5 kgMS/hab/día (Masera *et al.* 2010). Particularmente en las selvas bajas caducifolias estos valores muestran además variación a través del año por la estacionalidad climática, incrementándose durante la temporada de frío (noviembre-enero) debido a la necesidad de calentar agua o mantener tibia la casa (Rijal & Yoshida 2002); época que corresponde a la etapa de sequía en este ambiente tropical (Dirzo *et al.* 2011, Singh & Chaturvedi 2017). De hecho, la selva baja caducifolia se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, con una temperatura anual que oscila entre los 18 y 28 °C y con precipitaciones entre 300 y 1,500 mm, por lo que existe una estación seca cuya duración es de seis a ocho meses, en la que los elementos perennes tienden a perder sus hojas (Rzedowski & Calderón de Rzedowski 2013). Esta marcada estacionalidad (*sensu* Miranda & Hernández-X 1963) influye también en la obtención de combustible, debido al crecimiento de malezas y a la dificultad para conseguir leña seca durante la temporada de lluvias dentro de los sitios de colecta (Escobar-Ocampo *et al.* 2009, Alves-Ramos & Albuquerque 2012).

El estado de Morelos se encuentra en la región centro del país, en donde 6.2 % de las viviendas particulares utilizan leña para cocinar (INEGI 2018b). El principal tipo de vegetación del estado es la selva baja caducifolia (Miranda & Hernández-X 1963), que cubre una superficie de 125,245 ha, lo que corresponde a un 52.46 % de la entidad (Sorani-Dalbon *et al.* 2020). De 92 especies forestales perennes prioritarias en Morelos de acuerdo con su densidad e intensidad de utilización, 20 son las más importantes y de ellas 17 pertenecen a este tipo de vegetación (Boyas-Delgado *et al.* 2001). En la zona sur del estado se ha documentado el uso de estas especies como medicina, alimento y leña, categorías de uso de mayor importancia debido a las necesidades de las familias campesinas (Burgos-Herrera *et al.* 2016). Maldonado-Almanza (1997) reporta el uso de 45 especies como combustible para el sur de la entidad, siendo las de mayor demanda el palo de Brasil (*Haematoxylon brasiletto* H. Karst.), tepeguaje (*Lysiloma acapulcense* (Kunth) Benth.), tepemezquite o tlahuítol (*Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J.F. Macbr.), palo dulce (*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.) y el tecolhuixtle (*Mimosa benthamii* J.F. Macbr.). Monroy-Ortíz (1997) menciona 18 especies útiles como fuente de energía, preferidas por facilidades de corte y combustión. Yescas-Albarrán *et al.*

(2016) por su parte, refieren que existen preferencias de acuerdo con el género e integrantes de las familias campesinas, ya que mientras los hombres eligen especies fáciles de cortar, la selección que hacen las mujeres va en función del menor tiempo de preparación (mayor capacidad calorífica) y el sabor que le otorgan las diferentes especies empleadas como leña a los alimentos.

Además del uso como leña, estas especies maderables procedentes de la selva baja caducifolia son multi-propósito al cumplir otras funciones como cercos, postes para construcción de viviendas tradicionales, elaboración de utensilios domésticos y de labranza de la tierra, así como para la venta de sus partes como productos forestales no maderables (Sierra-Huelsz *et al.* 2020); lo que incrementa considerablemente sus tasas de consumo. Sin embargo, los ingresos económicos netos derivados de la venta de leña se ven limitados durante la temporada de lluvias debido a que se complica la colecta y/o secado de las especies (Monroy-Ortíz 1997), lo que intensifica su aprovechamiento durante la época de secas (Escobar-Ocampo *et al.* 2009, Alves-Ramos & Albuquerque 2012).

A partir del 2004, la selva baja caducifolia se incluyó en los programas de manejo forestal del estado de Morelos, situación que ha promovido la venta legal de este grupo de recursos (Sierra-Huelsz *et al.* 2020), pero limitado la disponibilidad espacial y temporal de éstos en los sitios de colecta (Monroy-Ortíz 1997); escenario que a corto-mediano plazo podría afectar el consumo de leña para propósitos de subsistencia familiar, como se ha sugerido a nivel nacional (Masera *et al.* 2010, Alvarado Machuca *et al.* 2018) y estatal (Boyas-Delgado *et al.* 2001), el cual se acerca a un aproximado de 4 kg/hab/día para la región sur-poniente de la entidad (ATENDER 2006). Sin embargo, a la fecha no se cuenta con información sobre los factores que determinan la utilización de las especies empleadas como leña a lo largo del año, ni sobre cómo varía este consumo entre familias o estacionalidades climáticas que caracterizan a este ecosistema, lo cual podría aportar información a las políticas públicas ambientales, garantizando un equilibrio entre las actividades productivas y la protección de los recursos naturales de la región.

Con base en lo expuesto se plantearon las siguientes preguntas de investigación: ¿cuál es el consumo de leña en los hogares de una comunidad campesina y qué factores influyen en las tasas de aprovechamiento?, ¿cuál(es) es(son) la(s) especie(s) más importante(s) por su uso como leña y a qué se debe?, ¿existen diferencias en el consumo de leña entre familias?, ¿la edad y el número de integrantes de la unidad familiar determinan el consumo de leña?, ¿la estacionalidad climática (secas vs. lluvias) característica de las selvas bajas caducifolias influye en el consumo y preferencia de las especies utilizadas como leña?, ¿cuál es el sitio (unidad productiva tradicional) que aporta más leña para la comunidad y de qué especies? y ¿las actividades productivas que realizan los integrantes de la unidad familiar influyen en los sitios de colecta de leña? Para ello se plantearon como objetivos: i) evaluar el consumo de leña en los hogares de una comunidad campesina y determinar qué factores sociodemográficos influyen en las tasas de aprovechamiento; ii) documentar las especies más importantes como leña para las unidades familiares; iii) identificar la influencia de la estacionalidad climática sobre el consumo de leña en las unidades familiares campesinas; y iv) estimar la cantidad de leña que proveen los sitios de obtención (unidades productivas tradicionales) de este grupo de recursos a las unidades familiares.

Se parten de los supuestos de que, (1) el consumo de leña en la comunidad se encuentra determinado por la edad y número de integrantes de la unidad familiar (Cruz-León *et al.* 2016, Yescas-Albarrán *et al.* 2016), (2) la temporalidad climática (secas vs. lluvias) característica de este tipo de vegetación determinará tanto el aprovechamiento selectivo como las tasas de consumo. A su vez, se plantea que (3) las especies más utilizadas como leña en la comunidad están relacionadas con su disponibilidad en diferentes unidades productivas tradicionales y que (4) la selección de estos espacios está vinculada a las actividades económicas prioritarias de cada unidad familiar.

## Materiales y métodos

**Área de estudio.** La comunidad campesina del Zoquital se localiza en el municipio de Amacuzac, al sur poniente del estado de Morelos, México, dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, entre las coordenadas 18° 32' 08" a 18° 31' 31" L. N. y 99° 21' 53" a 99° 21' 51" L. O. ([Figura 1](#)). Se ubica a una altitud promedio de 1,117 m snm, en la subcuenca del río Amacuzac (Contreras-MacBeath *et al.* 2004). El clima es cálido subhúmedo con lluvias en

verano (durante los meses de junio a octubre) y con presencia de canícula. La temperatura media anual es de 23.6 °C y la precipitación promedio es de 1,022.7 mm anuales (Taboada *et al.* 2009, SMN 2021). La clase de roca dominante en la zona es ígnea extrusiva y el tipo de suelo es Phaeozem, que son ricos en materia orgánica y utilizados principalmente para la agricultura de temporal (INEGI 2009). La vegetación dominante es selva baja caducifolia en ecotonos con bosque de encino (Miranda & Hernández-X 1963), con algunas especies representativas como tepeguaje (*Lysiloma acapulcense* (Kunth) Benth.), cuahuilote (*Guazuma ulmifolia* Lam.), cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* (Schtdl.) Standl.), guamúchil (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.) y encino (*Quercus glaucooides* M. Martens & Galeotti) (Boyas-Delgado *et al.* 2001).

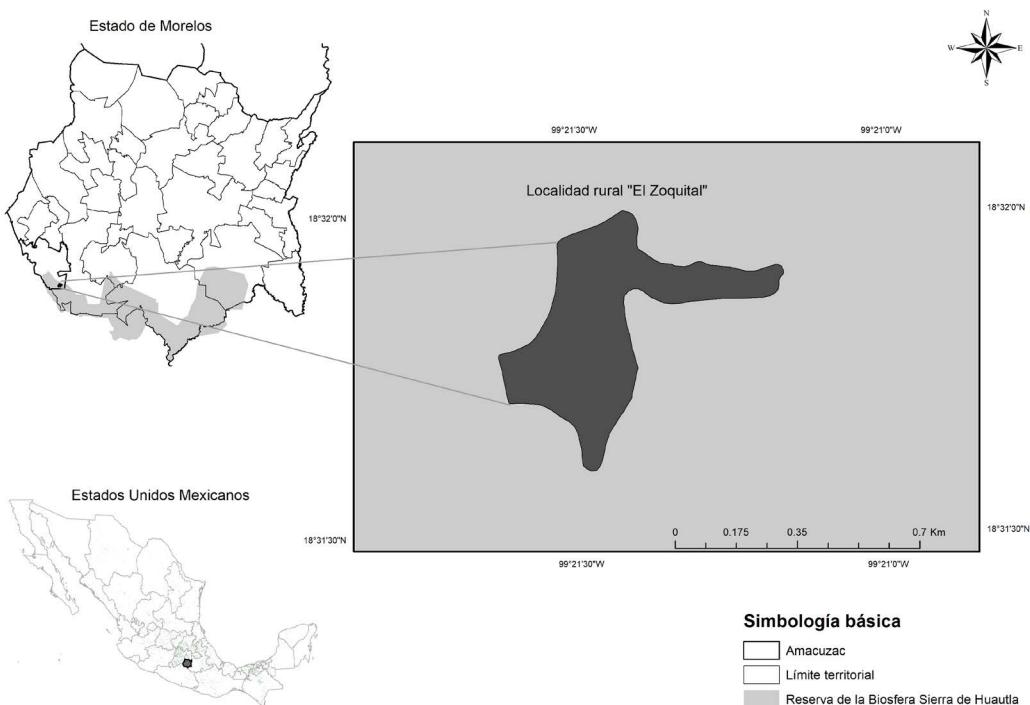


Figura 1. Ubicación de la comunidad El Zoquital en el extremo sur del estado de Morelos.

La comunidad El Zoquital se fundó hace aproximadamente 80 años, y su nombre proviene de una modificación de la palabra náhuatl “*Zoquiatl*”, es decir “*Zoquitl*” = lodo y “*Atl*” = agua. De acuerdo con los habitantes, el nombre se atribuyó por la presencia de “ojos de agua” en la barranca que atraviesa la comunidad o por “el agua que brotaba de las piedras” (Bello-Román 2015). Actualmente la comunidad está conformada por 152 habitantes que residen en 36 viviendas, de los cuales 67 son hombres y 85 mujeres (INEGI 2020). Las principales actividades que desempeñan son la agricultura de temporal, ganadería y trabajo asalariado, entre los que destacan la construcción, empleo como jornaleros agrícolas y la recolección y venta de recursos forestales maderables y no maderables. Los cultivos que se han establecido en la comunidad son: maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) y calabaza (*Cucurbita moschata* Duchesne y *Cucurbita argyrosperma* K. Koch), principalmente para el auto abasto, mientras que la ganadería que desempeñan es de tipo familiar y de pequeña producción (Bello-Román 2015). El tipo de tenencia de la tierra es comunal.

El índice de marginación en El Zoquital es bajo. No cuentan con servicio de agua potable y hasta el 2016 se carecía de servicios de salud en la localidad; actualmente existe una clínica de salud (sin personal médico fijo) y una vez a la semana acude la “caravana de la salud” para ofrecer atención. Si bien existe educación preescolar, primaria y telesecundaria en la localidad, el índice de deserción es alto y la tasa de analfabetismo elevada, ya que el 63.1 % de la población de 15 años y más no cuenta con educación básica (INEGI 2020).

*Registro de la información.* Se realizaron visitas previas a la comunidad para contactar a la autoridad local (ayudante), quien fungió como el portero en la presente investigación (Hernández-Sampieri *et al.* 2014) y a quien se le notificó mediante un oficio los objetivos, actividades y técnicas a realizar para su consentimiento informado (Taylor & Bogdan 1987). La investigación siguió el Código de Ética para la Investigación-Acción y la Colaboración Etnocientífica en América Latina, de la Sociedad Latinoamericana de Etnobiología (Cano-Contreras *et al.* 2016).

Se aplicaron 33 entrevistas semiestructuradas a las unidades familiares de la comunidad (Albuquerque *et al.* 2017) mediante un guion de preguntas que incluyeron información relacionada con el hogar (número de integrantes, género, edades, actividades productivas desarrolladas) así como de especies de plantas utilizadas como combustible, sus características, lugar de obtención y temporalidad del año en que se colecta (Material suplementario, [Tabla S1](#)). La unidad de muestreo que se seleccionó para la presente investigación fue la unidad familiar, debido a que las comunidades campesinas se caracterizan por ser nucleares (o conyugales) o extendidas y es en ellas en donde se organiza y distribuye el trabajo social para obtener los satisfactores necesarios para su subsistencia (Wolf 1971, Aguado-López 1993), entre ellos la leña.

Para documentar el consumo de leña utilizado y si existían variaciones a lo largo del año por unidad familiar, especie utilizada y sitios de colecta (unidades productivas tradicionales), se seleccionaron seis hogares con el método de muestreo por conveniencia (Russell 2006, Otzen & Manterola 2017) y el de bola de nieve (Castillo-Álvarez & Peña-Mondragón 2015), en el cual las unidades familiares aceptaron ser incluidas y recomendaron a otras familias. Se registró información socioeconómica de cada uno de estos hogares (Material suplementario, [Tabla S1](#)), priorizando el reconocimiento de variables como la edad y el número de integrantes de cada unidad familiar. En estos hogares, de enero a diciembre del 2021 se empleó el método de “estimación por declaración del usuario”, que consiste en preguntar directamente la cantidad de combustible (leña) utilizada, dejando a libertad del entrevistado las unidades de tiempo, volumen o masa (FAO 2002). Posteriormente se aplicó la medición “directa”, mediante el reconocimiento, pesaje y marcaje de la cantidad de leña próxima a ser utilizada de acuerdo con los entrevistados. Para ello, se agregaron más rajas de leña a dicha medición para que a la siguiente visita se tuviera material residual, obteniendo únicamente el peso de la leña consumida en un determinado periodo de tiempo (FAO 2002). Para el pesaje se utilizó una báscula romana marca Pretul de 50 kg. Cada hogar fue visitado semanalmente y la información se anotó en una bitácora por unidad familiar. Finalmente, para conocer el consumo de leña a nivel de la comunidad, los datos se extrapolaron al total de unidades familiares asumiendo tasas constantes de consumo basadas en el promedio obtenido de los seis hogares analizados.

La identificación de las especies referidas en las entrevistas y en el pesaje de leña se realizó mediante el estímulo visual partiendo de una memoria fotográfica obtenida de revisión bibliográfica de la zona (Yescas-Albarrán *et al.* 2016, Juárez-Delgado *et al.* 2018, Valencia 2019, Valle-Marquina 2020), la cual se mostró a los entrevistados. Posteriormente se recolectaron por quintuplicado los ejemplares pertenecientes a cada etnotaxa mediante recorridos guiados con los colaboradores locales a cada una de las unidades productivas tradicionales (monte, patio, milpa y potrero) de las que obtienen estos recursos (Albuquerque *et al.* 2014). La identificación taxonómica de los ejemplares se realizó con el apoyo del personal académico de los Herbarios “HUMO” y “MORE” de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. El origen geográfico de cada taxón se determinó con base en literatura (Monroy-Ortíz & Monroy 2006, Villaseñor 2016), mientras que la nomenclatura se estandarizó de acuerdo con la base de datos Tropicos del Missouri Botanical Garden ([www.tropicos.org](http://www.tropicos.org)).

*Ánalisis de la información.* Para saber si el consumo de leña es afectado por la composición familiar, se realizó un análisis de covarianza utilizando como variable dependiente al promedio mensual de leña consumido por familia y como covariables al promedio de la edad y al número total de integrantes de cada familia ([Tabla 1](#)). Posteriormente, para determinar si existen diferencias en el consumo de leña entre las especies y entre unidades productivas tradicionales, se aplicó un análisis de varianza. Previo a ello, se comprobó la normalidad y homocedasticidad de los datos (Infante-Gil & Zárate de Lara 2010). Para conocer si existen diferencias significativas entre la temporada de lluvias y secas con respecto a los kilogramos totales de leña consumidos, se aplicó una prueba de U de Mann-Whitney para

muestras independientes. Para analizar si la selección de las especies utilizadas como leña está relacionada con su disponibilidad en las diferentes unidades productivas tradicionales, se utilizó una prueba de  $\chi^2$  seguida de un análisis de residuos ajustados de Haberman (Greig-Smith 1983). Finalmente, se aplicó un análisis lineal discriminante para probar que la selección de estas unidades productivas tradicionales (monte, milpa, potrero y patio) está vinculada a las actividades económicas prioritarias de cada unidad familiar (campesino, herrero y comerciante); para ello, se consideró el consumo de leña por unidad productiva tradicional como variable dependiente, en tanto que la actividad económica principal de cada familia se utilizó como criterio de clasificación. Los datos se estandarizaron para realizar el cálculo de las distancias, empleando la distancia Euclíadiana como medida de similitud para determinar la relación entre puntos en un espacio multidimensional. Todos los análisis se efectuaron en el software R (R Core Team 2021).

**Tabla 1.** Variables sociodemográficas y consumo (kg/persona/año) de cada unidad familiar muestreada.

Unidad familiar	Consumo kg/persona/año	Número de integrantes	Edad	Ocupación
1	573.65	4	52.5 ± 26.4	Campesino
2	826.16	3	53.6 ± 23.1	Campesino
3	475.52	5	24.4 ± 16.8	Campesino
4	320.4	5	24.4 ± 13.1	Herrero
5	465.76	5	28.6 ± 18.7	Campesino
6	752.2	3	49.6 ± 14.5	Comerciante

## Resultados

*Consumo de leña en las unidades familiares y especies útiles.* El consumo estimado de leña en la comunidad durante los 12 meses de estudio fue de 80,028.6 kg. El consumo total anual de leña de las seis unidades familiares fue de 13,338.1 kg. La estimación por declaración de los informantes fue de un promedio de  $1.00 \pm 0.21$  cargas de leña a la semana (1 carga = 30 rajas de leña, que equivalen a  $46.31 \pm 9.62$  kg de leña seca). El mes en el que más leña se gastó fue noviembre. De acuerdo con los resultados del ANOVA, existen diferencias significativas en el consumo de leña a lo largo del año ( $F = 2.31, P = 0.0193$ ); la prueba de Tukey determinó que el mes en el que hubo más consumo de leña fue noviembre, mientras que el mes de julio registró el menor gasto.

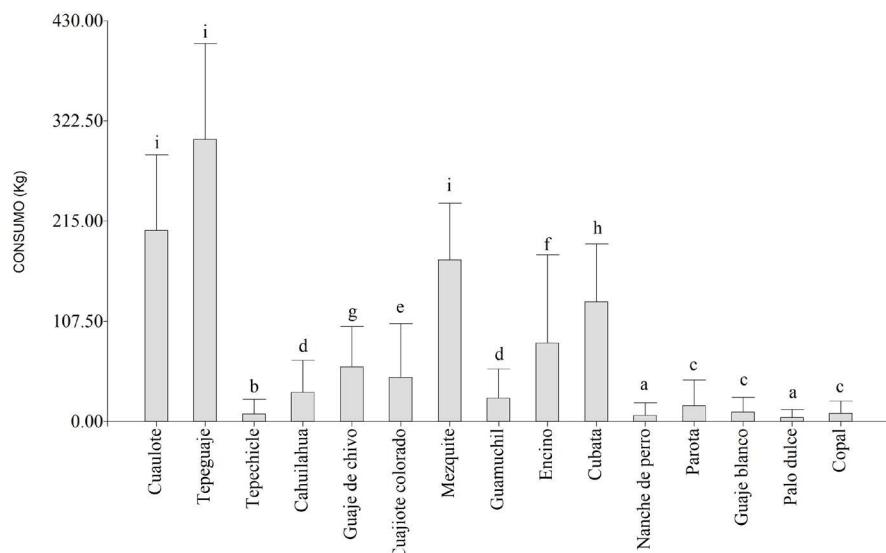
El ANCOVA demostró que el consumo de leña en los hogares sí está afectado por la edad ( $F = 0.00, P > 0.9999$ ) y el número de integrantes de la unidad familiar ( $F = 0.00, P > 0.9999$ ) ([Tabla 2](#)). El consumo kg/persona/año por unidad familiar se muestra en la [tabla 1](#), observándose que las familias con menor número de integrantes consumen más leña en comparación con los hogares con cinco integrantes o más.

Los habitantes de la comunidad utilizan 23 especies vegetales como combustible, que son clasificadas como leñas duras y blandas dependiendo de la duración de su combustión (Material suplementario, [Tabla S2](#)). Sin embargo, a nivel de las seis unidades familiares analizadas, únicamente se registraron 15 especies (Material suplementario, [Tabla S2](#)). En palabras de los entrevistados, “la leña dura permite, además de prender lumbre, la obtención de carbón para autoconsumo o venta”. La leña blanda en cambio, junto con el otate (*Otatea acuminata* (Munro) C.E. Calderón & Soderstr.) y el oloote del maíz (*Z. mays*), son empleados como iniciadores de fuego porque se consumen rápido, pero producen más “llamarada”. El 6 % de los hogares venden leña de forma local, principalmente de *L. acapulcense*, *G. ulmifolia*, *Acacia cochliacantha* Willd. y *L. divaricatum*, cuyo precio promedio es de \$100.00 pesos por carga, independientemente de la especie.

**Tabla 2.** Consumo promedio de leña en las unidades familiares muestreadas y el efecto de las covariables edad y número de integrantes. SC = suma de cuadrados, gl = grados de libertad, CM = Cuadrado Medio del Error.

Covariable	SC	gl	CM	Promedio de consumo (kg)	F	P - valor	Coef
Número de integrantes	0.00	1	1.5 E - 11	185.25 ± 38.50	0.00	> 0.9999	0.11
Edad	0.00	1	1.5 E - 11		0.00	> 0.9999	0.05

La prueba de Kruskal Wallis mostró que existen diferencias altamente significativas en el consumo de leña entre especies ( $H = 111.34$ ,  $P < 0.0001$ ). Las especies que más se consumieron fueron *L. acapulcense*, *G. ulmifolia* y *L. divaricatum*, mientras que *E. polystachya* y *Vitex mollis* Kunth fueron las que menor consumo registraron (Figura 2).



**Figura 2.** Diferencias en el consumo de leña a nivel de especies. Rangos promedio referidos por letras diferentes entre barras indican diferencias significativas (Kruskal Wallis,  $P < 0.05$ ).

*Variación en el consumo de leña por temporal (lluvias vs. secas) y por unidades productivas tradicionales.* De acuerdo con la prueba de U de Mann-Whitney para muestras independientes, la temporalidad estacional (lluvias vs. secas) de las selvas bajas caducifolias sí influyó en el consumo de leña en las unidades familiares ( $W = 936.00$ ,  $P < 0.0001$ ). El mayor consumo de leña fue en temporada de secas y el menor en temporada de lluvias.

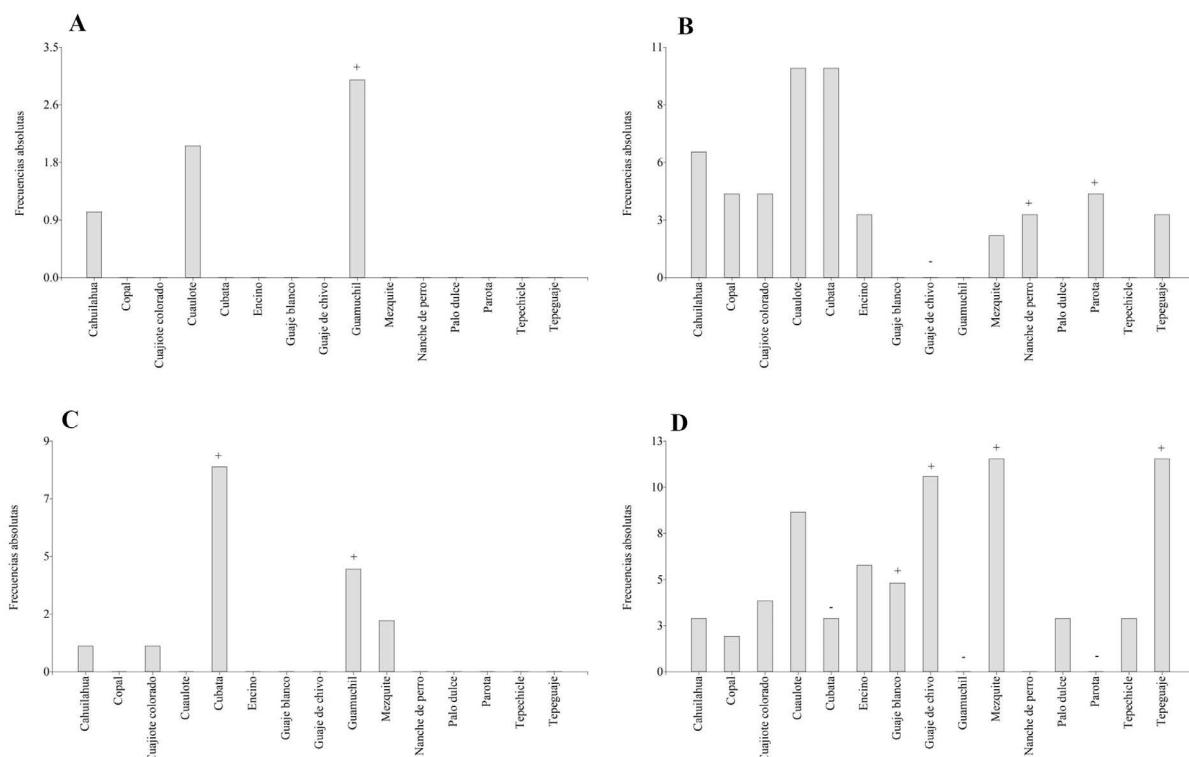
La leña fue obtenida de cuatro unidades productivas tradicionales: el monte, la milpa, el potrero y el patio. El monte aportó 8,476.2 kg, la milpa contribuyó con 3,749.8 kg, mientras que el potrero y el patio proporcionaron 837.6 y 274.5 kg, respectivamente. De acuerdo con el ANOVA, sí hubo diferencias altamente significativas en el consumo de las diferentes especies entre sitios de colecta ( $F = 74.57$ ,  $P < 0.0001$ ); en tanto que la prueba de Tukey demostró que el monte aportó mayor número de especies.

La prueba de  $\chi^2$  indicó que la disponibilidad de leña por especie de cada unidad productiva tradicional es diferente ( $\chi^2 = 125.22$ ,  $P < 0.0001$ ). El análisis de residuos ajustados de Haberman sugiere que el monte aporta mayor cantidad de leña de *L. acapulcense*, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Leucaena macrophylla* Benth y *L. divaricatum* y menor cantidad de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb, *P. dulce* y *A. cochliacantha*; la milpa provee mayor

## Consumo de leña al suroeste de Morelos

cantidad de leña de *V. mollis* y *E. cyclocarpum* y menor cantidad de *L. macrophylla*. A su vez, el patio proporciona más leña a partir de *P. dulce*, mientras que el potrero brinda más leña de *A. cochliacantha* y *P. dulce* (Figura 3).

**Selección de unidades productivas tradicionales por actividad económica.** El análisis lineal discriminante indicó que el consumo de leña en el monte es estadísticamente diferente con respecto al resto de unidades productivas tradicionales, y que está directamente relacionado con las actividades que hacen los campesinos, los cuales se dirigen hacia esta unidad productiva tradicional en busca de diversas especies que cubran otras necesidades sociales como construcción, medicina y alimento. En la Tabla 3 se aprecia que las dos primeras funciones explican en 100 % de la variación, la primera con el 95.8 % y la segunda el 4.2 %.

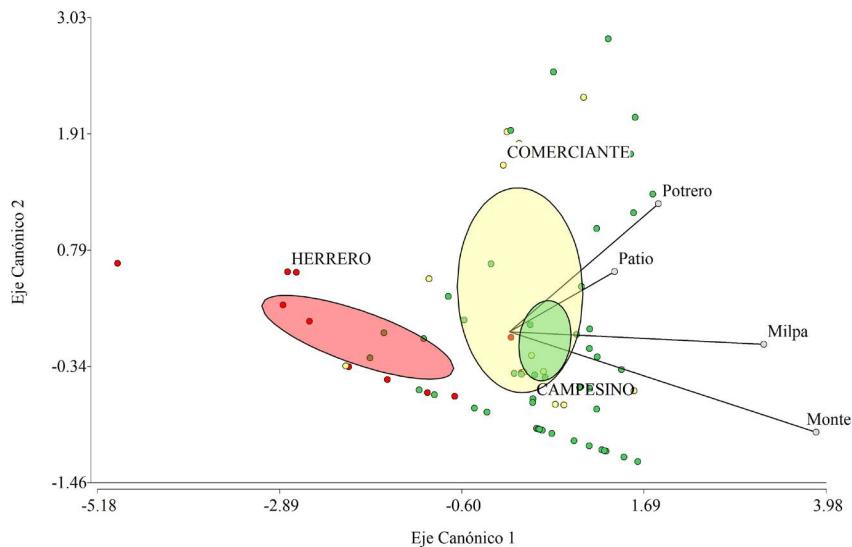


**Figura 3.** Peso relativo de cada especie por unidad productiva ( $\chi^2 = 125.22, P < 0.0001$ ): patio (A), milpa (B), potrero (C) y monte (D). Los símbolos +/- muestran las categorías de peso que significativamente se encontraron en mayor o menor proporción entre las unidades productivas tradicionales estudiadas (Residuos Ajustados de Haberman).

**Tabla 3.** Autovalores y Lambda de Wilks del análisis discriminante, utilizando como variable de agrupación la actividad económica.

Función	Autovalor	% variación	% acumulado	Correlación canónica
1	0.774	95.8	95.83	0.660
2	0.034	4.2	100.00	0.180
Prueba de funciones	Lambda de Wilks	Chi- cuadrado	Grados de libertad	Significancia
1 a 2	0.545	40.911	8	< 0.001
2	0.967	2.234	3	0.525

El consumo de leña en la función discriminante 1 fue estadísticamente significativo, esto fue confirmado por el valor de correlación canónica y el Lambda de Wilks ([Tabla 3](#)). De acuerdo con la [figura 4](#), las actividades que realizan los campesinos (óvalo verde) son similares a las que llevan a cabo los comerciantes (óvalo amarillo), y en ambos casos utilizan todas las unidades productivas. Por el contrario, el grupo conformado por los herreros (óvalo rojo) se localiza a la izquierda del gráfico, indicando que el consumo de leña no está relacionado con ninguna unidad productiva tradicional específica.



**Figura 4.** Representación del análisis lineal discriminante basado con la generación de tres grupos de acuerdo con las actividades económicas principales: campesinos (óvalo verde), comerciantes (óvalo amarillo) y herreros (óvalo rojo). Los contornos corresponden a elipses de confianza.

## Discusión

Diversos estudios han sugerido que el consumo de leña en las comunidades campesinas de México (Contreras-Hinojosa *et al.* 2003, Ramírez-López *et al.* 2012, Cruz-León *et al.* 2016, Márquez-Reynoso 2016, Yescas-Albarrán *et al.* 2016, Ruiz-Montoya *et al.* 2017), Latinoamérica (May 2013, Doumecq & Arenas 2018), África (Marufu *et al.* 1997) y Asia (Fox 1984, Khuman *et al.* 2011) está relacionado con el número de integrantes de la unidad familiar y con la edad. En la presente investigación se demostró que las familias conformadas por un mayor número de integrantes y con un intervalo de edad de ocho a 52 años consumieron menor cantidad de leña en comparación con las familias con menor número de integrantes y con un intervalo de edad más amplio (27 a 69 años). Lo anterior demuestra que la tasa de consumo de leña en esta localidad es estadísticamente mayor en familias jóvenes ( $24.4 \pm 13.1$ ) pero con más miembros por unidad familiar ([Tablas 1 y 2](#)), lo que parcialmente se asemeja a las tendencias y experiencias registradas a escala regional y nacional (Ramírez-López *et al.* 2012, Yescas-Albarrán *et al.* 2016), dado que las unidades familiares más jóvenes utilizan menor cantidad de leña en el tiempo, principalmente por cambios culturales, económicos y de conocimiento para el acceso a los recursos dendroenergéticos.

Lo anterior contradice algunos supuestos (Rijal & Yoshida 2002, Cruz-León *et al.* 2016, Yescas-Albarrán *et al.* 2016), pues se esperaría que familias más grandes requirieran más leña. Sin embargo, en la comunidad de estudio esta variación puede explicarse debido a un uso eficiente en el gasto de leña por parte de las familias con mayor número de integrantes, así como a las actividades agrícolas que desempeñan las familias con menor número de integrantes. Particularmente, este último grupo de familias durante el temporal debe contratar a más personas como

fuerza de trabajo para la limpia, siembra y cosecha, y una manera de pagar, además del sueldo, es dar el almuerzo o la comida, lo que implica mayor elaboración de alimentos y, en consecuencia, de consumo de leña. Estos resultados son semejantes a los documentados en Chiapas (Ramírez-López *et al.* 2012, Ruiz-Montoya *et al.* 2017), el Himalaya (Khuman *et al.* 2011) y Zimbabue (Marufu *et al.* 1997), en donde las familias más grandes (conformadas con 10 a 12 integrantes) ocupan hasta 55 % menos leña en relación con familias pequeñas (dos a cuatro integrantes). No obstante, parece no existir un patrón, debido a que en otras localidades de Morelos, México (Cruz-León *et al.* 2016, Yescas-Albarrán *et al.* 2016), Nepal (Rijal & Yoshida 2002) y Argentina (Doumecq & Arenas 2018) las familias más numerosas consumen más leña que pequeñas o medianas; lo que sugiere que esta métrica podría estar influida por múltiples variables sociales, culturales, económicas y biofísicas que requieren analizarse en forma sinérgica para explorar tendencias más consistentes.

Con respecto a la hipótesis sobre si la temporalidad climática (secas *vs.* lluvias) característica de la selva baja caducifolia determinaría tanto las tasas de consumo de leña como el aprovechamiento selectivo en la comunidad de El Zoquital, ésta se acepta únicamente en el primer caso. Se demostró que el consumo de leña durante la temporada de secas fue mayor en comparación al de la temporada de lluvias, lo que coincide con trabajos realizados en África (Marufu *et al.* 1997), Nepal (Fox 1984, Rijal & Yoshida 2002) e India (Bhatt & Sachan 2004), en donde el consumo es dos o tres veces mayor en invierno que en verano, debido a que se emplea la quema de leña para mantener caliente el hogar y para higiene personal (Escobar-Ocampo *et al.* 2009). Cabe precisar que la temporada de secas en la localidad de estudio incluye los meses más fríos del año (noviembre a febrero), donde la temperatura media va de los 20.3 °C a los 22.2 °C (SMN 2021). A su vez, como se indicó previamente, durante el mes de noviembre se intensifican las actividades en las áreas agrícolas relacionadas con la cosecha de maíz, por lo que las familias al contratar jornaleros les preparan alimentos, consumiendo mayor cantidad de leña. En las zonas cañeras de Veracruz, México, el aumento del consumo de leña durante la zafra es significativo, pues la cantidad de comida que se prepara debe abastecer a un número mayor de jornaleros (Moreno-Casasola & Paradowska 2009).

En cuanto al aprovechamiento selectivo de leña derivado de la variabilidad climática, en la comunidad El Zoquital este supuesto no se cumplió, debido a que las especies son colectadas de manera oportunista mientras se recorren los senderos hacia las unidades productivas tradicionales y se identifican troncos o ramas secas para su utilización, siguiendo la clasificación de acuerdo con su dureza ([Tabla S2](#)). A pesar de que hay trabajos en Chiapas, México (Escobar-Ocampo *et al.* 2009) y Brasil (Alves-Ramos & Albuquerque 2012) donde se reporta la preferencia de recolección de leña durante la temporada de secas porque la accesibilidad es mayor en comparación con la temporada de lluvias en donde el crecimiento de malezas dificulta la colecta, en la comunidad de El Zoquital el criterio es otro, debido a que la colecta de leña está relacionada con la disponibilidad de este recurso en las unidades productivas tradicionales. En una comunidad Zoque, en Chiapas, las especies dendroenergéticas más recolectadas tuvieron lugar en la parcela, el sitio más distante, contiguo y de camino a otros espacios naturales, como es el caso de los bosques (montes); por lo que la disponibilidad de estos recursos incrementaba durante el trayecto de caminata hacia la parcela por su paso por otras unidades productivas tradicionales (Escobar-Ocampo *et al.* 2009). De manera que, el manejo de las especies utilizadas como leña implica el conocimiento de su disponibilidad en el tiempo y espacio (Quiroz-Carranza *et al.* 2009), lo cual coincide con la presente investigación.

Las unidades productivas tradicionales en donde se colectan las diferentes especies empleadas como leña fueron el monte, la milpa, el patio y el potrero. Las actividades desarrolladas por las familias en cada espacio permiten la apropiación de las especies combustibles en función de su disponibilidad, cercanía y, en ocasiones, de su calidad. Así, por ejemplo, las especies que más se utilizaron como leña en el Zoquital se colectaron principalmente en el monte y la milpa (12 y 10 especies respectivamente), al igual que en comunidades de Chiapas (Soares 2006, Márquez-Reynoso 2016), Yucatán (Quiroz-Carranza *et al.* 2009, Quiroz-Carranza & Cantú-Gutiérrez 2012) y Ecuador (Paredes-Narváez & Rosero-Cabrera 2007). De acuerdo con diversos autores, la obtención de leña está relacionada con los sitios más cercanos a la vivienda (Quiroz-Carranza & Cantú-Gutiérrez 2012, Ramírez-López *et al.* 2012, Santos-González *et al.* 2012, Márquez-Reynoso 2016, Ruiz-Montoya *et al.* 2017, Salgado-Terrones *et al.* 2017, Flores-Cadenas 2018), lo cual coincide con el presente trabajo. Cabe precisar que en El Zoquital seis de las 15 especies dendroenergéticas se

colectaron en un solo sitio, mientras que la mayoría se obtuvieron en dos o tres sitios y sólo una en las cuatro unidades productivas tradicionales, la cual fue *Helicocarpus velutinus* Rose. Por ejemplo, *G. ulmifolia*, *L. divaricatum* y *L. acapulcense* fueron las especies más utilizadas como leña, las dos primeras se obtuvieron en tres unidades productivas tradicionales mientras que *L. acapulcense* sólo fue registrada en dos. A pesar de que *H. velutinus* se colectó en las cuatro unidades productivas tradicionales, la dureza de su madera no es elevada (blanda; [Tabla S2](#)) y por lo tanto los kilogramos de leña obtenidos de esta especie no fueron significativos. Por el contrario, las especies con menor frecuencia de registro coinciden con aquellas con menor tasa de consumo, como es el caso de *Tabernaemontana donnell-smithii* Rose, *V. mollis* y *E. polystachya* ([Figura 3](#)), cuya distribución está restringida a un solo sitio aun cuando la dureza de su madera, en al menos dos casos, es alta (Material suplementario, [Tabla S2](#)).

Finalmente, se acepta la hipótesis cuatro, debido a que las actividades productivas que desempeña el padre de familia determinan los sitios de colecta y el consumo de leña en la comunidad El Zoquital. Los habitantes de esta comunidad que se dedican a la siembra de sus parcelas o cuidar a su ganado (caprino y ovino) van localizando árboles o ramas secas durante las actividades, y posteriormente regresan a esos sitios (milpa, monte, potrero) con animales de carga para trasladar las rajas de leña hacia el hogar, por lo cual fue posible evidenciar el uso de todas las unidades productivas tradicionales por este sector familiar ([Figura 4](#)). Las familias que se dedican al comercio tienen mayor posibilidad de adquirir vehículos como camionetas, facilitando el traslado de mayor cantidad de leña en menor tiempo para su uso, regresando a colectar al campo incluso meses después. Datos similares se reportan en Chiapas (Santos-González *et al.* 2012), donde los hombres salen hasta dos veces al año a colectar leña pero en grandes cantidades, mientras que las mujeres van en busca de este recurso con mayor frecuencia, pero con menor volumen de colecta. Además, al igual que los campesinos, algunas familias comerciantes en la localidad de estudio también cuentan con ganado vacuno, el cual es llevado al potrero durante la temporada de siembra, lo que propicia caminatas en las que se localizan visualmente especies leñosas mientras vigilan a su ganado o hacen reparación de las cercas que rodean al mismo, propiciando el uso de especies encontradas en el potrero y el monte ([Figura 4](#)).

Por otro lado, la representación gráfica del análisis lineal discriminante demostró que las familias cuyo padre se dedica a la herrería difieren del resto ([Figura 4](#)), debido en gran parte a que son las que menor cantidad de leña consumen, ya que el jefe de familia sale de la comunidad a laborar y, por lo tanto, la colecta la realizan principalmente la madre y los hijos alrededor del hogar (patio y en pocas ocasiones el monte). La distribución de las actividades entre los miembros de las familias también es reportada en comunidades de Chiapas (Soares 2006, Santos-González *et al.* 2012, Márquez-Reynoso 2016), Morelos (Monroy-Ortíz 1997, Cruz-León *et al.* 2016) y Yucatán (Quiroz-Carranza *et al.* 2009, Quiroz-Carranza & Orellana 2010, Quiroz-Carranza & Cantú-Gutiérrez 2012), en donde los hombres son principalmente los que extraen las especies susceptibles como leña, trasladan y cortan, mientras que las mujeres y niños se encargan de acarrear y almacenar. Sin embargo, en El Zoquital, ante la ausencia del padre, el resto de miembros del hogar son los que toman la responsabilidad de surtir de leña el hogar con base en el conocimiento ecológico tradicional que les ha sido transmitido ([Tabla S2](#)), como son los efectos de la combustión de ciertas especies (Maldonado-Almanza 1997, Longar-Blanco *et al.* 2006, Quiroz-Carranza *et al.* 2009, Quiroz-Carranza & Orellana 2010, Márquez-Reynoso 2016, Ruiz-Montoya *et al.* 2017), intensidad de fuego (Cruz-León *et al.* 2016), facilidad de corte (Yescas-Albarrán *et al.* 2016), sabor que proporcionan a los alimentos y hábitos culinarios (Contreras-Hinojosa *et al.* 2003, Quiroz-Carranza & Orellana 2010) y dureza (Escobar-Ocampo *et al.* 2009, Doumecq & Arenas 2018, Gual-Díaz *et al.* 2020).

A manera de conclusión, los principales hallazgos de la presente investigación sugieren que la edad y el número de integrantes de la unidad familiar determinan el consumo de leña al suroeste del estado de Morelos, recurso que obtienen de sus unidades productivas tradicionales. La estacionalidad climática característica de la selva baja caducifolia propicia que las familias utilicen mayor cantidad de leña en temporada de secas, sin embargo, la preferencia de especies colectadas no está relacionada con esta estación sino con su disponibilidad en el entorno y con las actividades (pastoreo, siembra, colecta) que realizan los miembros de la unidad familiar en cada espacio. Además, se seleccionan especies que cumplen con características observadas y reconocidas por los habitantes, como es la dureza de cada etnotaxa. Puntualmente, esta investigación abona a la teoría sobre los factores causales que direccionan

el aprovechamiento de los recursos dendroenergéticos en México, y aporta elementos susceptibles de integrarse a propuestas de manejo y conservación biocultural de éstos en la región sur del estado de Morelos. Además, esta investigación también contribuye al reconocimiento de los ritmos de extracción de leña en uno de los tipos de vegetación más amenazados nacional e internacionalmente, por lo que entender los principales factores de presión y los móviles de manejo de estos recursos podría favorecer la resiliencia de estas selvas estacionales y del sistema socioecológico de manera integral.

### **Agradecimientos**

MBR agradece el apoyo de CONACYT por la beca de maestría otorgada y a la Maestría en Manejo de Recursos Naturales del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Los autores agradecen a las familias de la comunidad El Zoquital por todas las facilidades y apoyo otorgados en campo.

### **Material suplementario**

Se puede acceder al material suplementario de este artículo aquí: <https://doi.org/10.17129/botsci.3147>

### **Literatura citada**

- Aguado-López E. 1993. La reproducción campesina y las estrategias de sobrevivencia en el mundo rural. *Convergencia* 1: 157-187.
- Albuquerque UP, Farias Paiva de Lucena R, Machado de Freitas Lins Neto E. 2014. Selection of research participants. In: Albuquerque UP, Fernandes Cruz da Cunha LV, Farias Paiva de Lucena R, Nóbrega-Alves RR, eds. *Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology*. NY: Humana Press, pp.1-15. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8636-7>
- Albuquerque PU, Alves-Ramos M, Ferreira-Júnior WS, Muniz de Medeiros P. 2017. *Ethnobotany for beginners*. Cham: Springer. ISBN: 978-3-319-52871-7
- Alvarado-Machuca SV, Álvarez-Sánchez E, Maldonado-Torres R, Sánchez-Velez AS. 2018. Consumo de leña en México: hábitos de uso, problemática asociada y alternativas sostenibles de solución. In: Álvarez-Sánchez ME, Vázquez-Alarcón A, coords. *Agroforestería para conservación de los recursos naturales y productividad*. México: Universidad Autónoma Chapingo. ISBN: 978-607-12-0517-9
- Alves-Ramos M, Albuquerque UP. 2012. The domestic use of firewood in rural communities of the Caatinga: How seasonality interferes with patterns of firewood collection. *Biomass and Bioenergy* 39: 147-158. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.01.003>
- ATENDER AC. [Asistencia Técnica para el Desarrollo del Campo AC]. 2006. Aprovechamiento doméstico y comercial de leña y postería en la selva baja caducifolia del estado de Morelos. Temixco, Morelos. 513 p. <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/mor/estudios/2006/17MO2006F0001.pdf> (Accessed November 6, 2021).
- Bello-Román M. 2015. *Uso tradicional de vertebrados silvestres en El Zoquital (Amacuzac) en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos*. BSc Thesis. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Bhatt BP, Sachan MS. 2004. Firewood consumption along altitudinal gradient in mountain villages of India. *Biomass and Bioenergy* 27: 69-75 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2003.10.004>
- Boyas-Delgado JC, Cervantes-Sánchez MA, Javelly-Gurria JM, Linares-Ávila MM, Solares-Arenas F, Soto-Estrada RM, Naufal-Tuena I, Sandoval-Cruz L. 2001. *Diagnóstico forestal del estado de Morelos*. Morelos, México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Centro, Campo Experimental “Zacatepec”. Publicación Especial No. 7.
- Burgos-Herrera B, Cruz-León A, Uribe-Gómez M, Lara-Bueno A, Maldonado-Torres R. 2016. Valor cultural de especies arbóreas en sistemas agroforestales de la Sierra de Huautla, Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7: 3277-3286.

- Cano-Contreras E, Medinaceli A, Sanabria-Diago O, Argueta-Villamar A. 2016. Código de Ética para la investigación, la investigación-acción y la colaboración etnocientífica en América Latina. *Etnobiología* **14**: 5-32.
- Castillo Álvarez A, Peña-Mondragón JL. 2015. Métodos de investigación social: fundamentos, técnicas y aportaciones para el entendimiento de las relaciones sociedad-vida silvestre. In: Gallina-Tessaro S, ed. *Manual de técnicas del estudio de fauna*. Veracruz, México: Instituto de Ecología, AC. pp. 189-210. ISBN: 978-607-7579-45-8
- Contreras-Hinojosa JR, Volke-Haller V, Oropeza-Mota JL, Rodríguez-Franco C, Martínez-Saldaña T, Martínez-Garza A. 2003. Disponibilidad y uso de leña en el municipio de Yanhuitlán, Oaxaca. *Tierra Latinoamericana* **21**: 437-445.
- Contreras-MacBeath T, Boyás-Delgado JC, Martínez-Thomas JI, Taboada-Salgado M, Pohle-Morales OM, Herrera-Ascencio P, Saldaña-Favela P, Guadarrama RO. 2004. Capítulo 1. Marco de referencia físico. In: Conteras-MacBeath T, Boyás JC, Jaramillo F, eds. *La diversidad Biológica en Morelos: Estudio del Estado*. México: Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Autónoma del Estado de Morelos. pp. 7-20. ISBN: 970-9000-033-0
- Cruz-León A, Uribe-Gómez M, Lara-Bueno A, Yescas-Albarrán CA, Maldonado-Torres R. 2016. Diálogo del saber campesino y la investigación científica: árboles nativos dendroenergéticos en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos, México. *Revue d'ethnoécologie* **9**: 1-14. DOI: <https://doi.org/10.4000/ethnoecologie.2493>
- Dirzo R, Young HS, Mooney HA, Ceballos G. 2011. *Seasonally Dry Tropical Forest*. Washington, DC: Island Press. ISBN: 978-1-61091-021-7
- Doumecq MB, Arenas PM. 2018. ¿Qué madera es buena para leña? Conocimiento botánico local en “leñeras” del partido de La Plata (Buenos Aires, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* **53**: 491-506. DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v53.n3.21322>
- Escobar-Ocampo MC, Niños-Cruz JA, Ramírez-Marcial N, Yépez-Pacheco C. 2009. Diagnóstico participativo del uso, demanda y abastecimiento de leña en una comunidad Zoque del centro de Chiapas, México. *Ra Ximhai* **5**: 201-223.
- FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura]. 2002. Guía para encuestas de demanda, oferta y abastecimiento de combustibles de madera. Roma, Italia: FAO. <https://www.fao.org/3/Y3779S/Y3779S00.htm> (Accessed October 26, 2021).
- FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura]. 2006. Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y el Caribe. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación. <https://www.fao.org/3/a0470s/a0470s00.htm> (Accessed October 20, 2021).
- Flores-Cadenas FA. 2018. *Caracterización dendroenergética de 40 especies de árboles en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote (REBISO)*. BSc. Thesis. Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca.
- Fox J. 1984. Firewood consumption in a Nepali Village. *Environmental Management* **8**: 243-250. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01866966>
- González-Martínez AC. 2007. La extracción y consumo de biomasa en México (1970- 2003): integrando la leña en la contabilidad de flujos materiales. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* **6**: 1-16.
- Greig-Smith P. 1983. *Quantitative plant ecology*. UK, Blackwell.
- Gual-Díaz M, Rendón-Correa A, Mariaca-Méndez R. 2020. Especies vegetales con uso combustible por comunidades rurales mexicanas. *Etnobiología* **18**: 113-135.
- Hernández-Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio MP. 2014. *Metodología de la investigación*. México: McGraw- Hill. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. 2009. Prontuario de información geográfica de los Estados Unidos Mexicanos: Amacuzac, Morelos, México.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. 2018a. Nota técnica Módulo de Hogares y Medio Ambiente (MOHOMA). [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/GrfiaMdoAmte/MOHOMA2018\\_06.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/GrfiaMdoAmte/MOHOMA2018_06.pdf) (Accessed October 20, 2021).
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. 2018b. Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares. Secretaría de Energía, Comisión Nacional Para el Uso Eficiente de Energía, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/encevi/2018/doc/encevi2018\\_presentacion\\_resultados.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/encevi/2018/doc/encevi2018_presentacion_resultados.pdf) (Accessed October 20, 2021).
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. 2020. Censo de población. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Microdatos> (Accessed October 24, 2021).

- Infante-Gil S, Zárate de Lara GP. 2010. *Métodos estadísticos: un enfoque interdisciplinario*. México: Editorial Trillas. ISBN: 978-9-6824-3838-7.
- Juárez-Delgado JC, Monroy-Martínez R, Colín-Bahena H, Monroy-Ortíz R, Dorado-Ramírez O. 2018. Los subsidios de las unidades productivas tradicionales a la ganadería extensiva en Huautla, Morelos, México. *Polibotánica* **46**: 327-340. DOI: <http://dx.doi.org/10.18387/polibotanica.46.21>
- Khuman YSC, Pandey R, Rao KS. 2011. Fuelwood consumption patterns in Fakot watershed, Garhwal Himalaya, Uttarakhand. *Energy* **36**: 4769-4776. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.05.011>
- Longar-Blanco MP, Molina-Salgado AB, Morales-Narváez J. 2006. Alternativas bioenergéticas y sustentabilidad (fundamentos y debate). *Mundo Siglo XXI* **7**: 45-52.
- Maldonado-Almanza BJ. 1997. *Aprovechamiento de los recursos florísticos de la Sierra de Huautla Morelos*, México. MSc Thesis. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Márquez-Reynoso MI. 2016. *Propiedades dendroenergéticas de las especies arbóreas utilizadas para leña en comunidades de la Reserva de la Biosfera Selva el Ocote, Chiapas, México*. MSc Thesis. El Colegio de la Frontera Sur.
- Marufu L, Ludwing J, Andreae MO, Meixner FH, Helas G. 1997. Domestic biomass burning in rural and urban Zimbabwe- Part A. *Biomass and Bioenergy* **12**: 53-68. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(96\)00067-0](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(96)00067-0)
- Masera O, Arias CT, Ghilardi A, Guerrero G, Patiño P. 2010. Estudio sobre la evolución nacional del consumo de leña y carbón vegetal en México 1990- 2024. Tercer Informe: Estimación de los consumos nacionales de leña y carbón vegetal para el periodo 2009-2024 (incluyendo la metodología de cálculo). México: Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- May T. 2013. Niveles de consumo de leña y su disminución a través del uso de estufas Lorena mejoradas en comunidades del Suroeste de la República Dominicana. *Sociedad y Ambiente* **1**: 29-46. DOI: <https://doi.org/10.31840/sya.v0i2.14>
- Miranda F, Hernández-XE. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **28**:29-179. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1084>
- Monroy Ortiz C. 1997. *La leña como recurso energético implicaciones ecológicas y etnobotánicas*. MSc Thesis. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Monroy-Ortíz C, Monroy R. 2006. *Las plantas, compañeras de siempre: la experiencia en Morelos*. México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigaciones Biológicas, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Corredor Biológico Chichinautzin. ISBN: 968-878-242-4
- Moreno-Casasola P, Paradowska K. 2009. Especies útiles de la selva baja caducifolia en las dunas costeras del centro de Veracruz. *Madera y Bosques* **15**: 21-44. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2009.1531184>
- Otzen T, Manterola C. 2017. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology* **35**: 227-232. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Paredes-Narváez JL, Rosero-Cabrera RS. 2007. *Consumo de leña en el área rural del Cantón Cotacachi y propuesta de plantaciones energéticas*. BSc Thesis. Universidad Técnica del Norte.
- Quiroz-Carranza J, Cantú-Gutiérrez C, Díaz-Jiménez R, Orellana-Lanza R. 2009. Uso de la leña en Yucatán y tecnología para su aprovechamiento sustentable. Yucatán, México: Centro de Investigación Científica de Yucatán. ISBN: 9789686532289
- Quiroz-Carranza J, Orellana R. 2010. Uso y manejo de leña combustible en viviendas de seis localidades de Yucatán, México. *Madera y Bosques* **16**: 47-67. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2010.1621172>
- Quiroz-Carranza J, Cantú-Gutiérrez C. 2012. El fogón abierto de tres piedras en la península de Yucatán: tradición y transferencia de tecnología. *Revista Pueblos y Fronteras digital* **7**: 270-301. DOI: <https://doi.org/10.22201/cimsur.18704115e.2012.13.117>
- Ramírez-López JM, Ramírez-Marcial N, Cortina-Villas HS, Castillo-Santiago MA. 2012. Déficit de leña en comunidades cafetaleras de Chenalhó, Chiapas. *Ra Ximhai* **8**: 27-39.
- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/> (consultado el 01 de noviembre de 2021).
- Rijal HB, Yoshida H. 2002. Investigation and evaluation of firewood consumption in traditional house in Nepal. *Proceedings: Indoor Air* 1000-1005.
- Ruiz-Montoya L, Álvarez-Gordillo G, Ramírez-Marcial N, Cruz-Salazar B. 2017. *Vulnerabilidad social y biológica ante*

- el cambio climático en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote.* Chiapas, México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, El Colegio de la Frontera Sur. ISBN: 978-607-8429-40-0
- Russell HB. 2006. *Research methods in anthropology. Qualitative and Quantitative Approaches.* RU, UK: AltaMira Press. ISBN: 0-7591-0868-4
- Rzedowski J, Calderón de Rzedowski G. 2013. Datos para la apreciación de la flora fanerogámica del bosque tropical caducifolio de México. *Acta Botánica Mexicana* 1-23. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm102.2013.229>
- Salgado-Terrones O, Borda-Niño M, Ceccon E. 2017. Uso y disponibilidad de leña en la región de La Montaña en el estado de Guerrero y sus implicaciones en la unidad ambiental. *Madera y Bosques* 23: 121-135. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2331473>
- Santos-González A, Estrada-Lugo E, Rivas-Lechuga G. 2012. Uso de la leña y conservación del bosque en el volcán Huitepec, Chiapas, México. *Limina R. Estudios Sociales y Humanísticos* 10: 138- 158.
- Sierra-Huelsz JA, Beltrán-Rodríguez L, Blancas J, Maldonado B. 2020. Manejo forestal. In: Cruz-Angón A, Nájera-Cordero KC, López-Higareda D, Melgarejo ED, González-Flores L, Maldonado-Krinis C, Flores-Ceniceros ME, Fuentes-Vargas L, coords. *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado* 2. Vol. III. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, pp. 37-50. ISBN: 978-607-8570-42-3.
- Singh JS, Chaturvedi RK. 2017. *Tropical Dry Deciduous Forest: Research Trends and Emerging Features.* Singapore: Springer. ISBN: 978-981-10-7259-8
- SMN [Servicio Meteorológico Nacional]. 2021. Normales climatológicas por Estado. Morelos. <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=mor> (Accessed October 6, 2021).
- Soares D. 2006. Género, leña y sostenibilidad: el caso de una comunidad en los Altos de Chiapas. *Economía, Sociedad y Territorio* 6: 151-175. DOI: <https://doi.org/10.22136/est002006276>
- Sorani-Dalbon V, Rodríguez-Gallegos G, Valenzuela-Galván D. 2020. Uso del suelo y conservación de la selva baja caducifolia en la Sierra de Huautla. In: Cruz-Angón A, Nájera-Cordero KC, López-Higareda D, Melgarejo ED, González-Flores L, Maldonado-Krinis C, Flores-Ceniceros ME, Fuentes-Vargas L, coords. *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado* 2. Vol. I. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, pp. 88-90. ISBN: 978-607-8570-40-9.
- Taboada SM, Granjeno CAE, Guadarrama RO. 2009. *Normales climatológicas, temperatura y precipitación del estado de Morelos.* Morelos, México: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Taylor SJ, Bogdan R. 1987. *Introducción a los métodos cualitativos de investigación.* España: Editorial Paidós. ISBN: 84-7509-816-9
- Valencia L. 2019. Encinares de la Sierra de Huautla, un ecosistema desconocido en Morelos. *Inventio* 15: 1-10.
- Valle-Marquina R. 2020. *Estudio del modo de apropiación campesino de la naturaleza en Pitzotlán, Tepalcingo, Morelos.* MSc Thesis. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Villaseñor JL. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 559-902. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Wolf ER. 1971. *Los campesinos.* Barcelona: Editorial Labor, SA.
- Yescas-Albarrán CA, Cruz-León A, Uribe-Gómez M, Lara-Bueno A, Maldonado-Torres R. 2016. Árboles nativos con potencial dendroenergético para el diseño de tecnologías agroforestales en Tepalcingo, Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7: 3301-3313. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i16.398>

---

**Editor de sección:** Alejandro Casas

**Contribuciones del autor:** MBR, diseño de la investigación, trabajo de campo y redacción del artículo; AGF, diseño de la investigación y revisión del escrito; HCB, diseño de la investigación y revisión del escrito; ERMO, diseño de la investigación y revisión del escrito; LBR, propuesta de investigación, redacción del artículo, análisis de datos y revisión del escrito.