



Uso y disponibilidad de leña en la región de La Montaña en el estado de Guerrero y sus implicaciones en la unidad ambiental

Fuelwood use and availability in “La Montaña” region in the state of Guerrero and their implications in the environmental unity

Omar Salgado-Terrones^{1*}, Mónica Borda-Niño² y Eliane Ceccon³

¹ Universidad Nacional Autónoma de México. Posgrado en Ciencias Biológicas. Ciudad de México, México.

* Autor de correspondencia. omarsalter@gmail.com

² Universidade de São Paulo. Departamento de Ciências Florestais. Piracicaba, Brasil.

³ Universidad Nacional Autónoma de México. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. Cuernavaca, Morelos, México.

RESUMEN

La región de La Montaña en el estado de Guerrero, al sur de México, presenta altos índices de pobreza y deforestación. Al mismo tiempo, sus habitantes muestran una particular dependencia de los bosques para la extracción de madera para leña. El objetivo de este trabajo fue caracterizar y cuantificar el uso de la leña y determinar su disponibilidad en las diferentes unidades del paisaje. Para identificar especies utilizadas y preferidas, fueron encuestadas 60 viviendas en tres localidades con diferentes altitudes. Se midió la cantidad de leña consumida usando los métodos Día promedio y Medición directa, basados en el peso de la leña utilizada. Para evaluar la disponibilidad de leña se caracterizó la composición y estructura florística de los fragmentos de bosques más conservados y con extracción mínima de leña, y se extrapoló para toda el área de estudio. Se encontró que el proceso de utilización de las especies es similar a lo largo del gradiente altitudinal: en 100% de las viviendas se utiliza leña diariamente con un promedio de consumo per cápita de 2.06 kg y 1.70 kg (según el método) y 63% de los usuarios realiza la extracción de árboles completos principalmente de especies del género *Quercus*. Se estimó una disponibilidad de biomasa viva para leña de 28 t ha⁻¹ y 14 t ha⁻¹ en fragmentos de bosque cerrado y abierto, respectivamente. Por las similitudes encontradas en términos de uso y disponibilidad, es posible considerar, para el establecimiento de proyectos de restauración productiva, las diferentes unidades estudiadas como una unidad ambiental.

PALABRAS CLAVE: degradación forestal, extracción selectiva, gradiente altitudinal, restauración productiva.

ABSTRACT

“La Montaña” region, in Guerrero state, in Southern Mexico, shows high poverty and deforestation rates. At the same time, the peasants show a high dependency on forests, particularly on timber use for fuelwood. The aim of this work was to characterize and quantify the use of fuelwood and determine its availability in the different landscape units across the study site. To estimate species utilized and preference for species, 60 households were surveyed in three localities at different altitudes. The quantity of fuelwood consumed was measured using two weight survey methods: Daily average and Direct consumption. To assess the fuelwood availability, the floristic composition and structure of the more preserved with minimum fuelwood extraction patches were determined and an extrapolation was made to cover the entire study site. It was found that the utilization process of the species is similar along the altitudinal gradient: all of households surveyed daily use fuelwood with an average per capita consumption of 1.70 kg and 2.06 kg (according to both survey methods) and 63% of the users perform the extraction of complete trees mainly from *Quercus* species. An availability of live biomass for fuelwood of 28 t ha⁻¹ and 14 t ha⁻¹ was found in patches of closed and open forest, respectively. Due to the similarities found, in terms of use and availability, it is possible to consider the different units studied as an environmental unity for the establishment of productive restoration projects.

KEYWORDS: forest degradation, selective extraction, altitudinal gradient, productive restoration.

INTRODUCCIÓN

Los combustibles de madera (leña y carbón) son la fuente de energía dominante para la mayoría de los países en desarrollo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2007). En conjunto representan de 60% a 80% del total del consumo de madera y son consideradas las principales causas de degradación de los bosques en México y en la mayor parte del mundo (Geist y Lambin, 2002; FAO, 2007; Simula, 2009). En México, el uso de la leña está muy extendido; se ha estimado un consumo anual de alrededor de 30 millones de metros cúbicos (Caballero-Deloya, 2010) y un total de usuarios mayor a 27 millones de personas (Masera, Díaz y Berrueta, 2005). Además, 33.7% de la demanda de energía del sector residencial en México es generada por el uso de este recurso (Secretaría de Energía [Sener], 2014).

Considerando que la tenencia de la tierra en México se concentra en el sector rural (Alix-García, Janvry y Sadoulet, 2005), al igual que el consumo de la leña (Masera *et al.*, 2005), y que el autoabasto a partir de los bosques locales de propiedad comunitaria y ejidal es la forma más común de satisfacer la demanda, se vislumbra que el uso no sostenible de leña puede ser un factor de degradación de los bosques a escala geográfica (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat], 2005). Sin embargo, la degradación debido a la extracción de leña se concentra en determinadas regiones del país, principalmente en donde existe una mayor concentración de usuarios y una baja disponibilidad de recursos maderables (Masera *et al.*, 2005).

Los efectos directos de la extracción de leña en la dinámica de los bosques han sido poco estudiados, pero se sabe que pueden depender de factores como la cantidad de biomasa extraída y su relación con el tiempo de recuperación del ecosistema (Bailis, Drigo, Ghilardi y Masera., 2015), así como del origen del material recolectado, proveniente de individuos vivos o muertos (Masera, 1993). Asimismo, las implicaciones sociales del uso de la leña son complejas; es posible relacionar factores como la pobreza y la marginación con una mayor utilización de leña (Masera *et al.*, 2005). En la mayoría de los casos, la leña

es recolectada de los bosques sin incurrir en un costo monetario para los usuarios, excepto por el tiempo y esfuerzo empleado en la recolección (Wunder, 2001; Ghilardi, Guerrero y Maser, 2009; Baland, Bardhan, Das, Mookherjee y Sarkar, 2010). Los factores culturales también son importantes, ya que incluso cuando las familias tienen acceso a otros combustibles continúan utilizando la leña para la cocción de platillos tradicionales (Masera, Saatkamp y Kammen, 2000).

La Montaña de Guerrero es una región que presenta uno de los más altos índices de marginación y pobreza en México, además de graves problemas de deterioro ambiental y deforestación (Landa, Meave y Carabias, 1997; Cervantes, López, Salas y Hernández, 2001; Bollo-Manent, Hernández-Santana y Méndez-Linares, 2014). También en esta región se localiza un grupo de municipios que presentan a nivel nacional, una alta concentración de usuarios de leña y una baja disponibilidad de este recurso (Masera *et al.*, 2005). Se sabe que la disponibilidad de leña está relacionada con el tiempo invertido para su búsqueda y recolección (Barnes, Openshaw, Smith y Van der Plas, 1994). En este sentido, en un estudio reciente realizado en un sector de La Montaña se encontró que la recolección de leña requirió una gran inversión de tiempo, además se encontraron rutas de búsqueda distribuidas estocásticamente, lo que sugiere una baja disponibilidad de este recurso (Miramontes, DeSouza, Hernández y Ceccon, 2012). Sin embargo, aún se desconocen las características básicas del aprovechamiento de leña en la región, como la cantidad consumida, las especies más utilizadas o preferidas y su importancia ecológica y cultural. Más aún, se desconoce si las características del aprovechamiento de leña están relacionadas con la heterogeneidad del paisaje como lo sugieren algunos estudios para otras regiones (Shankar, Hegde y Bawa, 1998; Bhatt y Sachan, 2004; Ramírez-López, Ramírez-Marcial, Cortina-Villar y Castillo-Santiago, 2012).

Por otra parte, se desconoce si la utilización de este recurso está afectando su disponibilidad en los fragmentos de bosque existentes en la región. La información obtenida en este estudio será útil para el diseño de progra-



mas de restauración con una dimensión social, como aquellos promovidos por la restauración productiva (Chazdon, 2008; Ceccon 2013; Ceccon, 2016; Ceccon y Pérez, 2016). La restauración productiva es un tipo de restauración que se refiere a la restauración de algunos elementos de la estructura y función del ecosistema original, junto con una productividad de la tierra de manera sustentable, utilizando técnicas agroforestales y agroecológicas con el objetivo de ofrecer productos que generen bienes económicos a la población local. La información obtenida también puede orientar a los actores locales en la toma de decisiones, garantizando la continuidad de este servicio ecosistémico y la recuperación de las funciones básicas de los ecosistemas nativos.

OBJETIVOS

Caracterizar y cuantificar el uso de la leña en la región de La Montaña en Guerrero y determinar su disponibilidad en las diferentes unidades del paisaje para el establecimiento de futuros proyectos de restauración productiva en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio comprendió una superficie total de 135 km², entre las coordenadas UTM extremas 498209-493082X a 1908985-1890946Y; entre 520 m y 2606 m sobre el nivel del mar. Abarcó tres microcuencas hidrográficas de la subcuenca Omitlán Azul, en el territorio comprendido por la cuenca alta y media del río Papagayo, en la región hidrológica de las Costa Chica de Guerrero (Comisión Nacional del Agua [Conagua], 2012). Las tres microcuencas se ubican dentro del municipio de Acatepec, en la región conocida como La Montaña en el estado de Guerrero donde se encuentran asentadas seis localidades con un total de 2439 habitantes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi], 2010). De acuerdo con la clasificación propuesta por Köppen y adaptada por García (García, 1990), hacia el norte del municipio el clima es semicálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano

(A(C)w0), con una temperatura media anual mayor a 18 °C y una precipitación menor de 40 mm en el mes más seco; hacia el sur el clima es cálido subhúmedo con una temperatura media anual mayor a 22 °C y una precipitación menor a 60 mm en el mes más seco (Aw0; García, 1990); la precipitación anual total del área de estudio oscila entre 1500 mm y 1700 mm (García, 1990). La vegetación pertenece a la provincia de la Sierra Madre del Sur (Rzedowski, 2006), en donde predominan los bosques mixtos de *Pinus* y *Quercus* por encima de los 1000 m y la Selva Baja Caducifolia por debajo de ese nivel altitudinal (Borda-Niño, Hernández-Muciño y Ceccon, 2017).

Métodos

El área de estudio fue dividida conceptualmente en tres intervalos altitudinales, de acuerdo con la distribución de los principales tipos de vegetación, específicamente bosque mixto de *Pinus* y *Quercus* (de 1607 m a 2606 m), Selva Baja Caducifolia (de 520 m a 1071 m) y una zona de transición entre los dos tipos de vegetación (de 1072 m a 1606 m). En cada intervalo altitudinal se seleccionó una localidad. Las localidades estudiadas fueron Nuevo Aguacate (675 m), Lomatepec (957 m) y Agua Tordillo (1702 m). Debido a la distribución no uniforme de las localidades a lo largo del gradiente altitudinal, no fue posible acceder a una localidad ubicada estrictamente en el intervalo medio y, en su lugar, se seleccionó la localidad de Lomatepec ubicada en el límite superior del intervalo bajo.

Caracterización del uso y manejo de leña

En cada una de las tres localidades de estudio se seleccionaron 20 viviendas mediante un muestreo aleatorio-estratificado (Casal y Mateu, 2003). Debido a la fragmentación del paisaje y a la distribución no uniforme de las viviendas en cada localidad de estudio, los estratos representaron sectores geográficos, es decir, conjuntos de viviendas con acceso a diferentes fragmentos de bosque para colecta de leña. Las viviendas seleccionadas representaron 18.2%, 22.7% y 12.1% del total de viviendas habitadas en Nuevo Aguacate, Lomatepec y Agua Tordillo respectivamente. El cálculo del tamaño de muestra ($N = 60$) se realizó con

base en la Guía para encuestas de demanda, oferta y abastecimiento de combustibles de madera (FAO, 2002), considerando un universo de 363 viviendas (total de viviendas habitadas en las tres localidades de estudio) y un error aceptado de 12.5%. Las viviendas seleccionadas fueron visitadas y se invitó a un informante por vivienda (la cabeza de la familia o la persona responsable de la extracción de leña) a participar en una entrevista estructurada. Todos los informantes participaron voluntariamente y fueron entrevistados en sus casas, durante el periodo de abril a mayo de 2013. Se contó con un guía local que ayudó con la traducción del idioma local (tlanapaneco) al español y viceversa. En total se obtuvieron 20 entrevistas por localidad y 60 entrevistas para el sitio de estudio. El cuestionario utilizado durante las entrevistas consistió en 45 preguntas cerradas y abiertas que abordaron aspectos como la temporalidad del uso de leña, sitios de colecta, métodos de extracción, especies utilizadas y preferidas y dispositivos de combustión.

Adicionalmente, se realizaron preguntas relacionadas con la percepción de la disponibilidad de leña en los sitios de colecta. Los porcentajes de utilización y preferencia se calcularon dividiendo el número de personas que declararon utilizar o preferir (respectivamente) una especie en particular, entre el número total de entrevistados. Para la identificación de las especies utilizadas y preferidas, los entrevistados indicaron el nombre común en tlanapaneco que más tarde fue cotejado con la información derivada del estudio de Borda-Niño et al. (2017), quienes produjeron para la región la lista de especies leñosas de los remanentes de bosque presentes en las tres microcuencas. Además, se contó con la colaboración del guía local que ayudó con la identificación del nombre común de las especies a partir de las características de la corteza de la leña almacenada en cada vivienda.

Cuantificación del uso de leña

Paralelamente a las entrevistas, en cada una de las 60 viviendas visitadas se aplicó el método *Día promedio* (FAO, 2002) para estimar el consumo diario de leña. Para este método se pidió al usuario que agrupara toda la leña

que usaba en un día común, se pesó la cantidad señalada y se midió la humedad de los leños con un higrómetro con un alcance de operación de 0% a 40% de humedad.

Posteriormente, como metodología complementaria para estimar el consumo de leña, se revisitaron 15 viviendas (cinco en cada localidad; 25% del total de viviendas), en las cuales se empleó el método *Medición directa* (FAO, 2002), un método considerado más exacto dado que reduce el sesgo de la percepción del usuario. Para este método se identificó con una marca distintiva color rojo la leña almacenada en cada vivienda y que estaba próxima a ser utilizada, de tal forma que se pudo realizar una rastreabilidad de la madera. Se pidió a los usuarios que utilizaran exclusivamente la leña marcada durante un periodo de siete días; una vez transcurrido este periodo, se regresó a las viviendas y se pesó la leña sobrante. El consumo de leña se calculó haciendo la diferencia entre la leña inicial y la final.

Para comparar la precisión de los resultados de consumo de leña obtenidos mediante ambos métodos de medición, se realizó un análisis de varianza de una vía con niveles de significación de 0.01 y 0.05. Para evaluar posibles diferencias atribuidas al gradiente altitudinal, se comparó el consumo de leña de las diferentes localidades para cada método de medición a través de un análisis de varianza de una vía con niveles de significación de 0.01 y 0.05.

Los datos del consumo de leña obtenidos mediante el método *Día Promedio* fueron categorizados, de acuerdo con el tipo de fogón que se usaba en cada caso, en dos grupos: “consumo con estufas ahorradoras” y “consumo con estufas no ahorradoras”. Se realizó un análisis de varianza de una vía a ambos grupos de datos con el fin de verificar si las estufas ahorradoras encontradas reducían significativamente el consumo de leña.

Disponibilidad de leña: estructura y composición florística de los remanentes de bosque

Para determinar de manera cuantitativa la disponibilidad de leña en los bosques de las tres microcuencas del sitio de estudio, se evaluó la composición y estructura florística de



los tres fragmentos de bosque más conservados por nivel altitudinal. Según la información proporcionada por los habitantes de las localidades, dichos fragmentos eran sometidos a extracción mínima de leña, bien sea por su ubicación en áreas con pendientes pronunciadas y de difícil acceso o por ser unidades de conservación comunitarias. Los fragmentos se ubicaron en un radio de 4 km alrededor de las localidades estudiadas y fueron definidos recientemente por Borda-Niño *et al.* (2017) como sitios de referencia para la ejecución de proyectos de restauración productiva en escala de paisaje.

En cada fragmento se establecieron, de forma perpendicular a la pendiente, 10 transectos de 50 por 2 m con al menos 20 m de separación entre ellos (área muestrada por transecto = 0.01 ha; área por intervalo altitudinal = 0.3 ha; área total de estudio = 0.9 ha). En cada transecto se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) de todos los individuos ≥ 2.5 cm y se colectó material para su posterior identificación hasta el nivel taxonómico más bajo posible, de acuerdo con The Plant List (2010). Con los datos obtenidos se calcularon, únicamente para las especies utilizadas como leña, registradas previamente durante las entrevistas, la distribución en clases diamétricas de los tallos de los individuos y el índice de valor de importancia relativo (IVIR). El IVIR se estimó integrando los parámetros fitosociológicos dominancia relativa, abundancia relativa y frecuencia relativa de los individuos y permitió cuantificar la dominancia de las especies con respecto a la totalidad de las especies dentro de un mismo intervalo altitudinal (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Guariguata, Chazdon, Denslow, Dupuy y Anderson, 1997).

Para medir el grado de relación entre los valores del IVIR de cada especie utilizada como leña y el porcentaje de entrevistados que la utilizan, se realizó un análisis de correlación de Pearson y se calculó un modelo de regresión lineal entre estas variables cuantitativas. El anterior procedimiento permitió explorar la relación entre la utilización de las especies como leña y su dominancia en los fragmentos de vegetación caracterizados.

Para el cálculo de la cantidad de leña disponible (biomasa en troncos) en los transectos muestrados, se deter-

minó la biomasa de los individuos de las especies utilizadas como leña con $DAP \geq 35$ cm. Se usaron tres modelos alométricos semi-empíricos que requirieron el DAP de los árboles como única variable independiente (Acosta-Mireles, Vargas-Hernández, Velázquez-Martínez y Etchevers-Barra, 2002; Návar, 2009; Gómez-Díaz, Etchevers-Barra, Monterrosos-Rivas, Campo-Alvez y Tinoco Rueda, 2011); uno para *Quercus* spp., uno para *Clethra* sp. y otro para las especies tropicales (*Byrsonima crassifolia* y *Lysiloma acapulcense*). Se obtuvo la disponibilidad de leña por unidad de superficie, y se extrapoló a toda el área de estudio utilizando dos categorías de cobertura vegetal (bosque cerrado y bosque abierto) con base en un estudio previo de fotointerpretación que describió la distribución espacial y la calidad de la cobertura de los remanentes de vegetación nativa en el sitio de estudio (Borda-Niño *et al.*, 2017). Este estudio consideró “bosque abierto” cuando la cobertura del estrato arbóreo abarcaba entre 10% y 40% del área y “bosque cerrado” a partir de 40%. El bosque abierto y el bosque cerrado representaron, respectivamente, 30.6% y 28.4% del área total estudiada (Borda-Niño *et al.*, 2017).

RESULTADOS

Caracterización del uso y manejo de leña

Uso de leña

Se encontró que 100% de las familias encuestadas utiliza leña en sus actividades diarias y el gas licuado de petróleo (GLP) es el único combustible suplementario. El GLP es utilizado en solo 3% de las viviendas encuestadas y en casos aislados a lo largo del año, ya sea por comodidad del usuario o por una reducción estacional en la disponibilidad de leña. Solo en la localidad media se registró el uso exclusivo de leña (Fig. 1). Respecto a los usos finales que se le da a la leña a lo largo del gradiente altitudinal, se encontró que en las localidades baja y media 100% de los usuarios la utiliza solo para la preparación de los alimentos, mientras que en la localidad alta 70% de los usuarios la usa además para calentar agua para bañarse (Fig. 1).

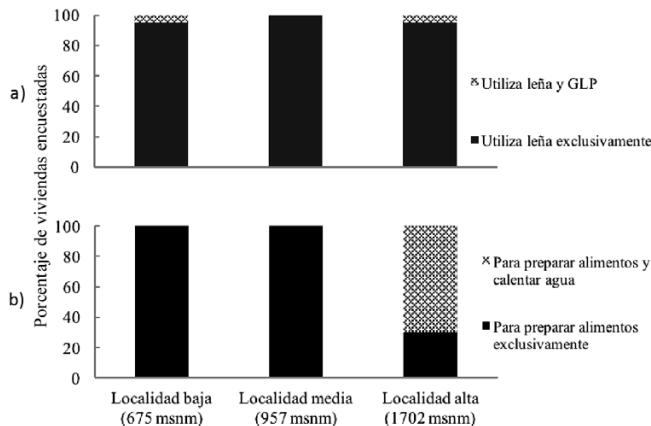


FIGURA 1. a) Utilización de leña y otros combustibles y b) usos finales que se da a la leña en tres localidades de La Montaña de Guerrero.

Abastecimiento de leña

La totalidad de la leña es extraída de los remanentes de bosque circundantes. No se encontró un costo monetario asociado a la extracción de leña, excepto el esfuerzo físico y el tiempo que emplea la persona que realiza la extracción. El principal método de extracción de leña fue el corte de árboles completos (63% de los encuestados). 45% de los encuestados extrae árboles completos vivos y 18% los extrae muertos. Además, 30% declaró recolectar leña del suelo y solo 7% utiliza el corte de ramas como método de extracción. Sin embargo, los resultados por localidad muestran una gran variabilidad, resaltando que en la localidad media se registró el corte del árbol completo seco en lugar de hacerlo vivo como se encontró en las otras localidades (Fig. 2).

Especies utilizadas y preferidas para leña

Se registraron un total de 15 especies arbóreas utilizadas para leña en las tres localidades estudiadas; 14 de ellas nativas (Tabla 1). Nueve de estas especies pertenecen al género *Quercus*. Se detectó poca variabilidad tanto en las especies utilizadas como en las preferidas para leña a lo largo del gradiente altitudinal. La especie *Quercus magnoliifolia* fue la más utilizada en cada una de las tres localidades (90% de todas las viviendas encuestadas). La

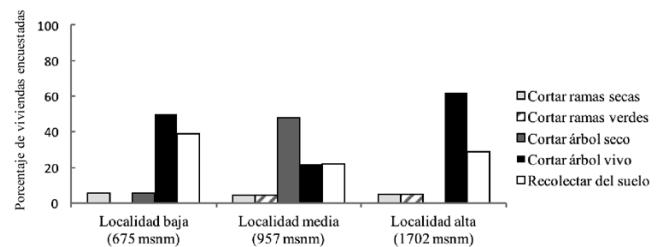


FIGURA 2. Métodos de extracción de leña utilizados a lo largo del gradiente altitudinal en la región de La Montaña en el estado de Guerrero.

especie *Quercus elliptica* fue la segunda especie más utilizada, sobre todo en la localidad alta (90% de las viviendas); *Quercus glaucescens* ocupó el tercer sitio en las localidades baja y media y *Quercus obtusata* lo hizo en la localidad alta. Las especies *Q. magnoliifolia*, *Q. elliptica*, *Byrsinima crassifolia* y *Clethra lanata* son utilizadas a lo largo del gradiente altitudinal. Sin embargo, se encontraron especies que son utilizadas localmente como: *Mangifera indica* en la localidad baja, *Quercus martinezii* en la localidad media y *Quercus scytophylla*, *Quercus candicans*, *Pinus maximinoi* y *Quercus castanea* en la localidad alta (Tabla 1).

Respecto a la preferencia por ciertas especies, *Q. elliptica* fue la mayormente preferida independientemente de la localidad, seguida de *Q. magnoliifolia* (Tabla 1). Los encuestados indicaron que los atributos positivos para la preferencia sobre una determinada especie consistían en: i) una alta producción de calor, ii) una alta duración del fuego, iii) una baja producción de humo y cenizas, iv) una facilidad para rajar y para arder aunque esté verde, v) una baja humedad y vi) una gran abundancia de individuos.

Percepción de la disponibilidad de leña

La percepción de los habitantes locales sobre la disponibilidad de leña en el sitio de estudio indicó de manera general que existe una escasez de este recurso. La mayoría (63.3%) indicó que existe una disponibilidad de leña baja o regular; además, gran parte (68.7%) reconoció que es un problema que se ha agudizado con el tiempo.



TABLA 1. Índice de valor de importancia relativo (IVIR), utilización (U) y preferencia (P) de especies arbóreas utilizadas como leña a lo largo del gradiente altitudinal en la región de La Montaña en el estado de Guerrero.

Especies	Intervalo bajo (675 msnm)			Intervalo medio (957 msnm)			Intervalo alto (1702 msnm)			Total		
	IVIR (%)	U (%)	P (%)	IVIR (%)	U (%)	P (%)	IVIR (%)	U (%)	P (%)	IVIR (%)	U (%)	P (%)
	Quercus magnoliifolia	1.1	94.1	41.2	43.5	100.0	40.0	1.0	90.0	40.0	15.3	94.7
Quercus elliptica	-	35.3	58.8	57.8	60.0	45.0	26.1	90.0	75.0	28.3	63.2	59.6
Quercus glaucescens	10.9	52.9	-	23.9	45.0	5.0	-	-	-	10.7	31.6	1.8
Quercus obtusata	-	-	-	2.2	30.0	-	39.9	60.0	-	15.8	31.6	-
Byrsonima crassifolia	2.1	47.1	-	14.9	30.0	10.0	-	5.0	-	5.3	26.3	3.5
Quercus conspersa	5.0	23.5	5.9	18.5	55.0	20.0	-	-	-	7.7	26.3	8.8
Quercus scytophylla	-	-	-	-	-	-	67.5	55.0	-	25.6	19.3	-
Clethra lanata	1.2	-	-	26.6	26.6	-	39.9	15.0	-	23.2	5.3	-
Lysiloma acapulcense	-	5.9	-	0.8	-	-	-	10.0	-	0.2	5.3	-
Quercus candicans	-	-	-	-	-	-	4.9	15.0	-	1.7	5.3	-
Pinus maximinoi	-	-	-	31.5	-	-	28.0	10.0	-	20.7	3.5	-
Pinus sp.	-	5.9	-	-	5.0	-	5.5	-	-	1.9	3.5	-
Quercus castanea	-	-	-	-	-	-	33.0	10.0	-	12.3	3.5	-
Mangifera indica	-	5.9	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-
Quercus martinezii	-	-	-	20.1	5.0	-	-	-	-	6.5	1.8	-

No obstante, se presentó una gran variabilidad de percepciones entre localidades: mientras que en la localidad baja 82% de los encuestados señaló una baja disponibilidad del recurso, en la localidad media 70% indicó una alta disponibilidad.

Cuantificación del uso de leña

El Consumo Diario per cápita (CDpc) general (incluyendo las tres localidades) de leña para el método *Día promedio* fue de $2.06 \text{ kg} \pm 1.19 \text{ kg}$ y de $1.70 \text{ kg} \pm 0.58 \text{ kg}$ para el método *Medición directa*. El consumo obtenido por el método *Medición Directa* fue ligeramente menor y presentó una menor variabilidad, pero no se encontraron diferencias significativas entre ambos ($F = 0.445$, $GL = 68$, $P > 0.05$).

El consumo de leña entre localidades a lo largo del gradiente altitudinal tampoco presentó diferencias signifi-

cativas, independientemente del método de medición ($F = 1.526$, $GL = 53$, $P > 0.05$ - *Día promedio* y $F = 0.108$, $GL = 14$, $P > 0.05$ - *Medición directa*).

Se encontró una gran diversidad de dispositivos de combustión, que variaron desde el más básico (fogón de tres piedras, en 45% de las viviendas) hasta el más sofisticado como la estufa ahoradora tipo Lorena (fogón cerrado con plancha y chimenea, en 43.3% de las viviendas). Otros dispositivos de combustión encontrados fueron el fogón abierto con chimenea, fogón cerrado con plancha sin chimenea (en conjunto, en 11.7% de las viviendas). No se encontraron diferencias significativas en el consumo de leña entre las estufas ahorradoras y los demás dispositivos de combustión para ambos métodos de medición ($F = 1.30$, $GL = 53$, $P > 0.05$ - *Día promedio* y $F = 1.126$, $GL = 14$, $P > 0.05$ - *Medición*

directa). Además, independientemente del dispositivo de combustión encontrado, 47% de los encuestados no se mostraron satisfechos con el desempeño de su dispositivo actual.

Disponibilidad de leña: estructura y composición florística de los remanentes de bosque

En las tres microcuencas se registró un total de 1995 individuos en 90 unidades de muestreo (0.9 ha), que representaron 37 familias, 69 géneros y 99 especies. Únicamente ocho especies no fueron identificadas. Las familias con mayor número de especies variaron con el intervalo altitudinal. En el intervalo altitudinal alto (2606 m a 1607 m) las familias Fagaceae y Ericaceae fueron las familias con mayor número de especies (seis y cinco especies, respectivamente). En el intervalo altitudinal medio (1606 m a 1072 m), fueron Fagaceae y Leguminosae (ochos y cinco especies, respectivamente), mientras que en el intervalo altitudinal bajo fueron Leguminosae y Malvaceae (10 y 6 especies, respectivamente). De las especies, *Quercus scytophylla* (Fagaceae) fue la especie más abundante en los fragmentos evaluados del intervalo altitudinal alto, *Q. elliptica* (Fagaceae) en el intervalo altitudinal medio y *Pseudobombax ellipticum* (Malvaceae) en el intervalo altitudinal más bajo.

En cuanto a la distribución de las especies más utilizadas para leña a lo largo del gradiente altitudinal, se encontró que *Q. magnoliifolia* se distribuye en los tres intervalos, aunque solo obtuvo un valor muy alto de IVIR en el intervalo medio. Por su parte, *Q. elliptica* fue la especie que presentó el mayor valor de IVIR en los intervalos medio y alto, aunque no fue encontrada en el intervalo bajo. Asimismo, los valores del IVIR para *Q. glaucescens* (tercera especie más utilizada) fueron el mayor en el intervalo bajo y uno relativamente alto en el intervalo medio y para *Q. obtusata* (cuarta especie más utilizada) el segundo más alto en el intervalo alto y un valor bajo en el intervalo medio (Tabla 1).

Se encontró una mediana correlación entre los índices de valor de importancia relativo de las diferentes especies y su porcentaje de utilización ($R = 0.41$; Fig. 3) y la relación lineal entre estas dos variables resultó baja ($R^2 = 0.16$). Sin embargo, la interpretación de los resultados cambia si se analizan los casos particulares. El ajuste al modelo lineal fue muy fuerte (residuales cercanos a cero) para algunas especies como *Lysiloma acapulcense*, *Pinus* sp., *Q. candicans*, *Q. martinezii* y *Q. obtusata* (Fig. 3). Por el contrario, las especies que mostraron el menor ajuste al modelo de regresión lineal de manera positiva (una utilización mayor de la esperada de acuerdo con su

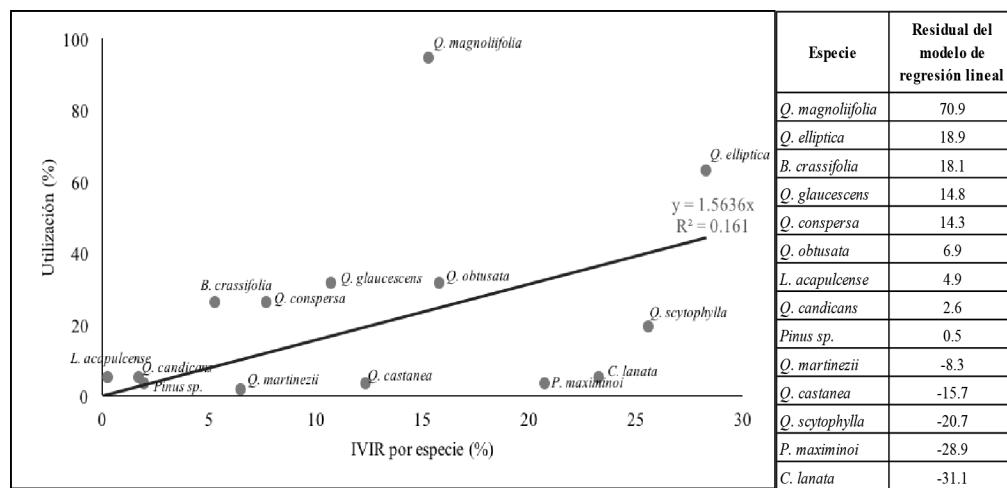


FIGURA 3. Modelo de relación lineal entre los valores del IVIR (Índice de valor de importancia relativo) y el porcentaje de utilización de las especies más utilizadas como leña en la región de La Montaña en el estado de Guerrero.



abundancia) fueron *Q. magnoliifolia* y *Q. elliptica* y de manera negativa (una utilización menor de la esperada de acuerdo con su abundancia) fueron *C. lanata* y *P. maximinoi* (Fig. 3).

Por otra parte, la distribución en clases diamétricas de los tallos de los individuos de las especies *C. lanata*, *Q. scytophylla* y *P. maximinoi* mostró un sesgo hacia las clases diamétricas con valores mínimos (< 15 cm), indicando que existe una gran proporción de individuos juveniles de estas especies en los fragmentos muestreados. En las demás especies, se encontró una escasez de individuos en las clases diamétricas con valores menores a 10 cm y mayores a 35 cm (Fig. 4).

Se estimó un total de 243 404 toneladas de biomasa potencialmente disponible para ser usada como leña por una población de 2439 personas asentadas dentro de las tres microcuencas (13 468.9 ha; Inegi, 2010). Sin embargo, la leña recolectada en el sitio de estudio se deja secar al aire y es utilizada a una humedad promedio de 14.3%. En estado natural las especies utilizadas para leña en el sitio de estudio contienen en promedio 68.7% de humedad (calculada con el peso anhidro; Salgado, 2015); esto significa que 32.2% de la biomasa es agua que se evapora, por lo que la cantidad neta de biomasa para uso como leña se reduce a 164 914 t. Considerando un CDpc de 2.06 kg, se estima que anualmente se extraen de las tres microcuen-

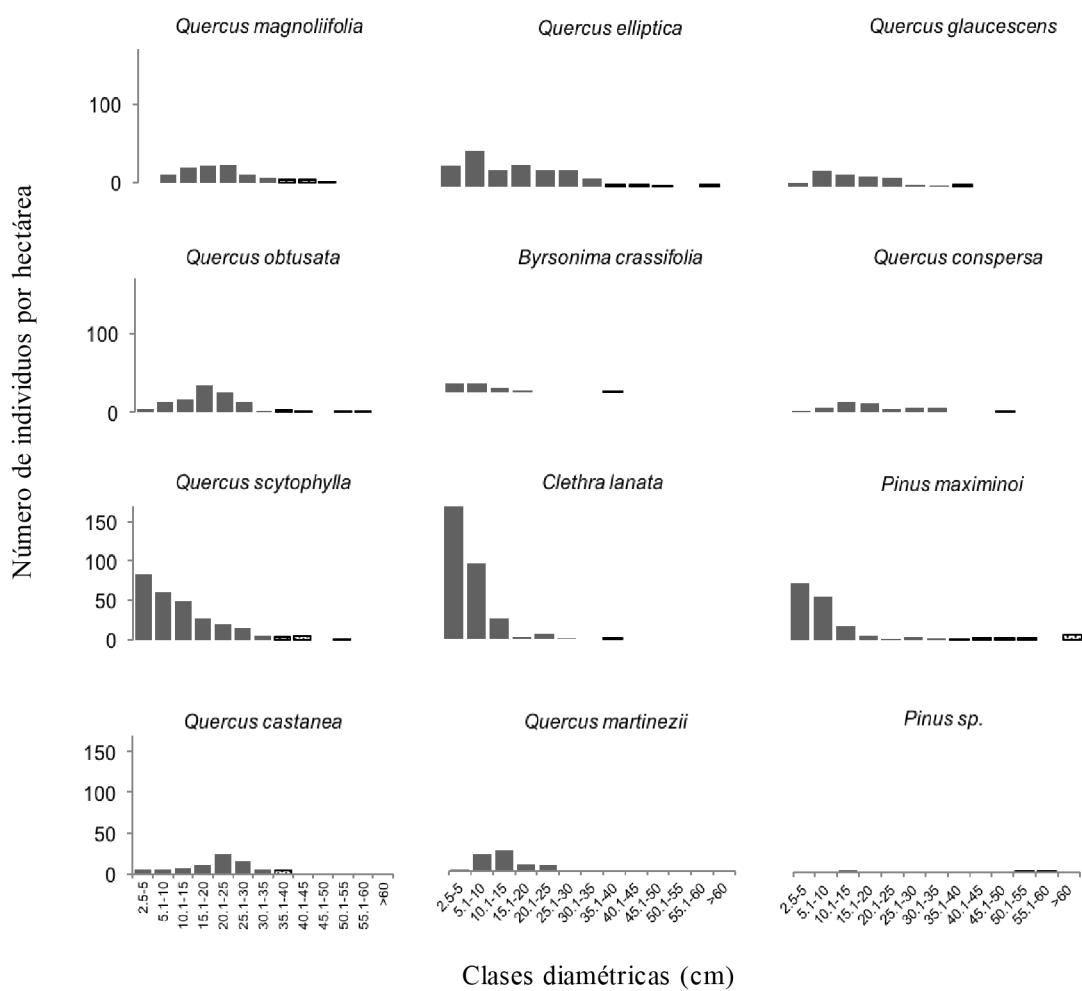


FIGURA 4. Distribución en clases diamétricas de individuos ≥ 2.5 cm DAP de las especies más utilizadas para leña en la región de La Montaña en el estado de Guerrero, colocadas en orden descendente según su porcentaje de utilización.

cas 1834 t de leña que representan 1.1% del total de biomasa disponible para leña. La cantidad de leña disponible por unidad de área se estimó en 28 t ha⁻¹ para las zonas de bosque cerrado y en 14 t ha⁻¹ para las zonas de bosque abierto. Además, 77% de la disponibilidad de leña proveniente de *Q. magnoliifolia* y *Q. elliptica* se concentró en el intervalo medio.

DISCUSIÓN

Caracterización del uso y manejo de leña

El uso diario y generalizado de leña en el sitio de estudio está motivado por factores tanto socioeconómicos como ambientales. En el sitio de estudio, posiblemente la ausencia de un costo monetario para la leña sea el principal motivo para su uso sobre otros combustibles, como ha sido reportado en otros estudios para diferentes regiones de Asia, África y América Latina (Wunder, 2001; Ghilardi et al., 2009; Baland et al., 2010). Otra razón del consumo generalizado de leña puede ser la dificultad logística para adquirir combustibles sustitutos o complementarios (Bhatt y Sachan, 2004). En el sitio de estudio, la única vía de acceso desde la ciudad más cercana hacia otras localidades es un camino de terracería en mal estado que queda intransitable durante la época de lluvias y la mayoría de sus habitantes no posee automóvil. Estos factores en combinación con la aparente disponibilidad del recurso en los bosques circundantes favorecen su extracción continua.

En lo referente a las especies utilizadas para leña, algunos autores señalan que casi cualquier especie es utilizada dependiendo de su abundancia (Bhatt y Sachan, 2004). Sin embargo, los resultados del análisis de correlación entre el porcentaje de utilización de las especies más utilizadas como leña y su abundancia sugieren la existencia de otras razones por la cuáles estas son usadas y permiten distinguir tres grupos. El primer grupo estaría formado por las especies *L. acapulcense*, *Pinus* sp., *Q. candicans*, *Q. martinezii* y *Q. obtusata*, que mostraron un alto ajuste al modelo (Fig. 3); lo que sugiere una utilización relacionada principalmente con su abundancia. El segundo grupo estaría formado por las especies *Q. mag-*

noliifolia y *Q. elliptica*, que mostraron el menor ajuste al modelo de manera positiva (Fig. 3); lo que sugiere una extracción basada en factores independientes a su abundancia, por ejemplo, su alta calidad como combustible (Salgado-Terrones, 2015). De hecho, en las tres localidades *Q. magnoliifolia* presentó un porcentaje de uso de 90% o más. Lo que significa que los campesinos del intervalo altitudinal bajo se desplazan largas distancias para cosecharla. *Q. elliptica* presentó un promedio de porcentaje de uso más bajo (63%), sin embargo, mostró un mayor porcentaje de preferencia. Es interesante observar que ambas especies poseen un número muy bajo de individuos por hectárea con el DAP propicio para el corte (35 cm; Fig. 4). El último grupo quedaría formado por las especies *C. lanata* y *P. maximinoi* con un menor ajuste al modelo de manera negativa, lo que representa un uso incipiente a pesar de su alto IVIR (Fig. 3). Este valor de IVIR se debe más a su gran abundancia relativa (número de individuos), que a su dominancia relativa (pocos individuos con altos valores de DAP; Fig. 4). Por lo tanto, la razón de su bajo uso y preferencia posiblemente es su baja calidad como combustible (Salgado-Terrones, 2015). Sin embargo, esto no impide que algunas veces estas especies sean utilizadas en sustitución de otras de mayor calidad, pero de menor disponibilidad (Ramírez-López et al., 2012), quizás por la facilidad de búsqueda.

Por otra parte, aunque la cantidad consumida de leña se ubicó dentro del intervalo comúnmente reportado en muchas regiones y no se podría hablar de una extracción exacerbada, un aspecto fundamental que puede determinar el grado de alteración en la dinámica del bosque es el método de extracción. La extracción de un árbol vivo en edad reproductiva produce el mayor disturbio, no solo por la cantidad de biomasa que es extraída del ecosistema sino por otros efectos en el corto plazo como la alteración de las condiciones microclimáticas y la disminución de la disponibilidad de semillas (Rykiel, 1985). Aunque cortar el tronco puede no necesariamente matar al árbol, por su capacidad de rebrotar, al menos disminuye significativamente su vigor de crecimiento, por lo que la futura producción de biomasa será más lenta; sin embargo, al retirar



un árbol, las nuevas condiciones microclimáticas de luz y de calor pueden favorecer la regeneración por semilla. La extracción generalizada de árboles completos para leña (realizada por 45% de los entrevistados) contrastó considerablemente con algunos estudios realizados en regiones tropicales de Uganda y México (Tabuti, Dhillion y Lye, 2003; Quiroz-Carranza y Orellana, 2010), así como en regiones templadas de la India (Singh, Rawat y Verma, 2010); en estos estudios se encontró una predominancia de la recolección de ramas muertas (mayor a 50%) y el corte completo del árbol fue reportado solo entre 2% y 10% de los casos. Este método de extracción puede ser una expresión cultural regional o simplemente una adaptación de los habitantes locales a un paisaje altamente degradado (Ceccon, 2013), con una baja disponibilidad de madera muerta, como lo sugieren Miramontes *et al.* (2012) para este sitio de estudio y tal como lo señalan los encuestados.

Cuantificación del uso de leña

El Consumo Diario per cápita de leña encontrado en el sitio de estudio fue similar a lo reportado en otras regiones ecológica y climáticamente similares: en zonas estacionalmente secas (1.90 kg) y templadas (1.82 kg) de la India (Shankar *et al.*, 1998; Bhatt y Sachan, 2004 respectivamente), en regiones tropicales de Sri Lanka (1.4 kg; Wijesinghe, 1984), en una amplia región tropical estacionalmente seca del estado de Yucatán (2.06 kg; Quiroz-Carranza y Orellana, 2010), en una región templada de Oaxaca (1.8 kg; Contreras-Hinojosa *et al.*, 2003) o en una región tropical de Suazilandia (1.9 kg; Allen *et al.*, 1988). Masera *et al.* (2005) señalaron que el CDpc de leña para el ámbito rural en México rondaba los 2.0 kg, con una gran variación dependiendo de la región específica del país.

La cantidad de leña consumida está relacionada con la diversidad de necesidades que son cubiertas mediante su uso, es decir, con toda la gama de usos finales que se le da a la leña además de la preparación de los alimentos; por ejemplo, en actividades como calentamiento de agua para bañarse o del ambiente durante el invierno (Bhatt y Sachan, 2004). De esta forma, la ausencia de diferencias

significativas en el consumo de leña entre localidades resultó congruente con lo esperado para la localidad baja y media, en donde se utiliza leña exclusivamente para preparar alimentos. Contrariamente, en la localidad alta, en donde 70% de los encuestados (23% del total de los encuestados) declaró utilizar leña también para calentar agua para bañarse, se habría esperado un consumo significativamente más alto. Estos últimos resultados concuerdan parcialmente con lo encontrado en comunidades cafetaleras del estado de Chiapas donde, a pesar de reportarse diferencias significativas entre localidades, esta diferencia no fue atribuida al gradiente altitudinal (Ramírez-López *et al.*, 2012), pero contrastan con lo reportado en regiones tropicales de la India donde se encontró un mayor consumo a una mayor altitud (Shankar *et al.*, 1998; Bhatt y Sachan, 2004). Estas posibles contradicciones se deben a que el presente estudio fue conducido durante la primavera (antes de las primeras lluvias), cuando el efecto altitudinal en el consumo era reducido, ya que las diferencias en el consumo a lo largo de un gradiente altitudinal pueden acentuarse durante la época fría (Bhatt y Sachan, 2004).

Dejando de lado los factores intrínsecos al diseño, la principal razón por la cual los dispositivos ahorradores no mostraron una reducción significativa en el consumo de leña posiblemente sea porque la vida útil de los materiales empleados en su construcción ya haya llegado a su fin, dado que su esquema de mantenimiento ha sido nulo. Esto se hace notar por las características de algunos dispositivos de combustión encontrados en el sitio de estudio, que claramente se derivaron de un otrora dispositivo ahorrador; como el “fogón abierto con chimenea” y el “fogón cerrado con plancha (sin chimenea)”.

Disponibilidad de leña: estructura y composición florística de los remanentes de bosque

El hecho de que la mayor disponibilidad de leña fue encontrada en el intervalo medio coincide con la percepción más favorable de la disponibilidad del recurso señalada por los encuestados en la localidad media. A su vez, esta mayor disponibilidad de árboles para leña puede incrementar la

probabilidad de encontrar individuos muertos y de esta forma favorecer un método de extracción más sustentable como el encontrado en dicha localidad media (corte de árboles muertos; Fig. 2). Asimismo, debido a las especies utilizadas y a su preferencia, se puede inferir que los usuarios del intervalo bajo también aprovechan la mayor abundancia de leña en el intervalo medio y realizan la extracción en fragmentos de bosque de este último intervalo. Esto se hace notar particularmente para la especie *Q. elliptica*, que es muy utilizada en la localidad baja, aunque ausente en los fragmentos caracterizados en el intervalo bajo y sumamente abundante en aquellos del intervalo medio. Sin embargo, la mayoría de las especies más utilizadas y preferidas para leña tiene presencia a lo largo de casi todo el gradiente altitudinal. Con el propósito de manejar el bosque para extracción de leña, es posible considerar las diferentes unidades del paisaje como una única unidad ambiental, con un pool reducido de especies que pueden ser aprovechadas por los habitantes locales y utilizadas para proyectos de restauración a gran escala.

Es posible que el manejo del bosque en el sitio de estudio esté cambiando particularmente el índice de valor de importancia relativo de las especies más utilizadas para leña en este ecosistema, ya que la distribución de frecuencias en clases diamétricas de varias de ellas muestra características diferentes a una distribución en forma de L (asociada con bosques no perturbados; Jimenez, Chaverri, y Miranda, 1988; Blanc et al., 2000; Ramírez-Marcial, González-Espínosa y Williams-Linera, 2001; Ajbilou, Marañón y Arroyo, 2003; Gorgoso-Varela, Rojo-Alborreca, Afif-Khoury y Barrio-Anta, 2008). En principio, una distribución de tamaños en forma de L, es decir, con una mayor proporción de las clases de tamaño pequeño (considerando que corresponden a los árboles más jóvenes), aseguraría el reclutamiento y la regeneración de la población de acuerdo con Taylor y Halpern, (1991). La escasez de individuos en las clases diamétricas más pequeñas puede indicar que existen limitaciones en la regeneración (Blanc, Maury-Lechon y Pascal, 2000; Ajbilou et al., 2003) por la ausencia de nichos adecuados para la regeneración por semilla, o porque los individuos adultos extraí-

dos tienen baja capacidad de rebrote (Martínez-Ramos y Álvarez-Buylla, 1995; Ajbilou et al., 2003).

Asimismo, la abrupta reducción en la abundancia de individuos con diámetros mayores a 35 cm (Fig. 4), coincide con la preferencia de los usuarios de leña por extraer individuos a partir de ese tamaño. Considerando que ya existe degradación en la zona y que el método de extracción más común es el corte de árboles completos vivos, es urgente establecer esquemas adecuados de manejo de la leña para prevenir daños futuros a los remanentes de bosque conservados, así como establecer proyectos de restauración productiva y enriquecimiento productivo para reducir la presión sobre los fragmentos degradados y evitar la extinción de especies.

CONCLUSIONES

El uso para leña de las especies arbóreas presentó características similares a lo largo del gradiente altitudinal; asimismo, las especies mayormente utilizadas tienen distribución en la mayor parte del paisaje. Por tanto, se puede considerar al sitio de estudio como una única unidad socioambiental para proyectos de restauración productiva en lo referente al consumo de leña. Se encontró un consumo generalizado de leña, que es utilizada diariamente en 100% de los hogares. Las especies *Q. magnolia* y *Q. elliptica* son las más utilizadas para leña a lo largo del gradiente altitudinal, y su extracción es selectiva. También, la disponibilidad potencial de biomasa para leña se estimó en 28 t ha⁻¹ para los bosques cerrados y de 14 t ha⁻¹ para los bosques abiertos. Aunque las estufas eficientes de leña no mostraron un ahorro significativo, la cantidad consumida de leña se ubicó dentro de lo reportado en lugares ecológica y climáticamente similares.

No obstante, el principal método de extracción (corte de árboles vivos), que es una adaptación de los habitantes locales al paisaje altamente degradado, puede contribuir a una extracción no sustentable del recurso, comprometiendo aún más la disponibilidad de leña en el futuro, ya que se encontraron indicios de que la dinámica de regeneración algunas especies utilizadas para leña están siendo afectadas por la extracción. Por lo tanto, es necesario dar



mantenimiento a las estufas ahorradoras y extender su uso, estudiar a mayor detalle los factores que están favoreciendo una extracción más sustentable en la localidad media, establecer proyectos de restauración productiva (sistemas agroforestales y agroecológicos) cercanos a las viviendas y de enriquecimiento productivo en los fragmentos abiertos existentes, para, en primera mano, aumentar la oferta de leña y reducir la presión extractiva sobre los escasos remanentes de bosque conservado que aún existen.

REFERENCIAS

- Acosta-Mireles, M., Vargas-Hernández, J., Velázquez-Martínez, A. y Etchevers-Barra, J. D. (2002). Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. *Agrociencia*, 36(6), 726.
- Ajbilou, R., Marañón, T. y Arroyo, J. (2003). Distribución de clases diamétricas y conservación de bosques en el norte de Marruecos. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 12(2), 111-123.
- Alix-Garcia, J., Janvry, A. D. y Sadoulet, E. (2005). A tale of two communities: Explaining deforestation in Mexico. *World Development*, 33(2), 219-235.
- Allen, J. A., Pimentel, D. P. y Lasoie, J. P. (1988). Fuelwood production and use in rural Swaziland: A case-study of two communities. *Forest Ecology and Management*, 25(3), 239-254. doi: 10.1016/0378-1127(88)90090-4
- Bailis, R., Drigo R., Ghilardi, A. y Masera, O. (2015). The carbon footprint of traditional woodfuels. *Nature Climate Change*, 5(3), 266-272. doi: 10.1038/nclimate2491
- Baland, J. M., Bardhan, P., Das, S., Mookherjee, D. y Sarkar, R. (2010). The environmental impact of poverty: Evidence from firewood collection in rural Nepal. *Economic Development and Cultural Change*, 59(1), 23-61. doi: 10.1086/655455
- Barnes, D., Openshaw K., Smith K. R. y Van der Plas R. (1994). *What Makes People Cook With Improved Biomass Stoves? A Comparative International Review of Stove Programs*. Washington D.C., Estados Unidos: Banco Mundial.
- Bhatt, B. P. y Sachan, M. S. (2004). Firewood consumption along an altitudinal gradient in mountain villages of India. *Biomass and Bioenergy*, 27(1), 69-75. doi: 10.1016/j.biombioe.2003.10.004
- Blanc, L., Maury-Lechon, G. y Pascal, J. P. (2000). Structure, floristic composition and natural regeneration in the forests of Cat Tien National Park, Vietnam: an analysis of the successional trends. *Journal of biogeography*, 27(1), 141-157. doi: 10.1046/j.1365-2699.2000.00347.x
- Bollo-Manent, M., Hernández-Santana, J. y Méndez-Linares, A. (2014). The state of the environment in Mexico. *Open Geosciences*, 6(2), 219-228. doi: 10.2478/s13533-012-0172-1
- Borda-Niño, M., Hernández-Muciño, D. y Ceccon, E. (2017). Planning restoration in human-modified landscapes: New insights linking different scales. *Applied Geography*, 83, 118-129. doi: 10.1016/j.apgeog.2017.03.012
- Caballero-Deloya, M. (2010). La verdadera cosecha maderable en México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1(1), 6-16.
- Casal, J. y Mateu, E. (2003). Tipos de muestreo. *Rev. Epidem. Med. Prev*, 1(1), 3-7.
- Ceccon, E. (2013). *Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales*. Ciudad de México, México: CRIM UNAM - Díaz de Santos.
- Ceccon, E. (2016). La dimensión social de la restauración en bosques tropicales secos: dialogo de saberes con la organización no gubernamental Xuajin Me'Phaa en Guerrero. En Ceccon E. y Martínez – Garza C. (Coords). *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. (pp. 347-368). Cuernavaca, Morelos: CRIM-UNAM-UAEM-Conabio.
- Ceccon E. y Perez D. R. (Coords.) (2016). *Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales en América Latina y el Caribe*. Argentina: Vazquez Mazzini Editores.
- Cervantes, V., López, G. M., Salas, N. y Hernández, G. (2001). *Técnicas para propagar especies nativas de selva baja caducifolia y criterios para establecer áreas de reforestación*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chazdon, R. L. (2008). Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science*, 320(5882), 1458-1460. doi: 10.1126/science.1155365

- Comisión Nacional del Agua [Conagua]. (2012). Consultado 05-05-2015 en http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa/09/index_svg.html
- Contreras-Hinojosa, J. R., Volke-Haller, V., Oropeza-Mota, J. L., Rodríguez-Franco, C., Martínez-Saldaña, T. y Martínez-Garza, Á. (2003). Disponibilidad y uso de leña en el municipio de Yanhuitlán, Oaxaca. *Terra Latinoamericana*, 21(3), 437-445.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] 2007. Forests and Energy. C2007/INF/17, Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2002). *Guía para encuestas de demanda, oferta y abastecimiento de combustibles de madera*. Roma, Italia: FAO.
- García, E. (1990). *Carta de Climas. Atlas Nacional de México*. Ciudad de México, México: Instituto de Geografía, UNAM.
- Geist, H. J. y Lambin, E. F. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience*, 52(2), 143-150. doi: 10.1641/0006-3568(2002)052[0143:PCAUDF]2.0.CO;2
- Ghilardi, A., Guerrero, G. y Masera, O. (2009). A GIS-based methodology for highlighting fuelwood supply/demand imbalances at the local level: A case study for Central Mexico. *Biomass and Bioenergy*, 33(6), 957-972. doi: 10.1016/j.biombioe.2009.02.005
- Gómez-Díaz, J. D., Etchevers-Barra, J. D., Monterrosos-Rivas, A. I., Campo-Alvez, J. y Tinoco-Rueda, J. A. (2011). Ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Quercus magnoliaefolia*. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(2), 261-272. doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.11.117
- Gorgoso-Varela, J. J., Rojo-Alboreca, A., Afif-Khoury, E. y Barrio-Anta, M. (2008). Modelling diameter distributions of birch (*Betula alba* L.) and pedunculate oak (*Quercus robur* L.) stands in northwest Spain with the beta distribution. *Forest Systems*, 17(3), 271-281. doi: 10.5424/srf/2008173-01041
- Guariguata, M. R., Chazdon, R. L., Denslow, J. S., Dupuy, J. M. y Anderson, L. (1997). Structure and floristics of secondary and old-growth forest stands in lowland Costa Rica. *Plant Ecology*, 132, 107-120. doi: 10.1023/A:1009726421352
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática [Inegi]. (2010). Consultado 05-05-2015 en http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx
- Jiménez, W., Chaverri, A. y Miranda, R. (1988). Sylvicultural approaches to an Oak grove management (*Quercus* spp.) in San Gerardo de Dota, Costa Rica. *Turrialba*, 38(3), 208-214.
- Landa, R., Meave, J. y Carabias, J. (1997). Environmental deterioration in rural Mexico: An examination of the concept. *Ecological Applications*, 7(1), 316-329. doi: 10.1890/1051-0761(1997)007[0316:EDIRMA]2.0.CO;2
- Martínez-Ramos, M. y Alvarez-Buylla, E. (1995). Ecología de poblaciones de plantas en una selva húmeda de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 56, 121-153.
- Masera, O. R. (1993). *Sustainable fuelwood use in rural Mexico. Volume 1: Current patterns of resource use*. California, Estados Unidos: Lawrence Berkeley Lab.
- Masera, O. R., Díaz, R. y Berrueta, V. (2005). From cookstoves to cooking systems: the integrated program on sustainable household energy use in Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 9(1), 25-36. doi: 10.1016/S0973-0826(08)60480-9
- Masera, O. R., Saatkamp, B. D. y Kammen, D. M. (2000). From linear fuel switching to multiple cooking strategies: A critique and alternative to the energy ladder model. *World Development*, 28(12), 2083-2103. doi: 10.1016/S0305-750X(00)00076-0
- Miramontes, O., DeSouza, O., Hernández, D. y Ceccon, E. (2012). Non-Lévy Mobility Patterns of Mexican Me'phaa Peasants Searching for Fuel Wood. *Human Ecology*, 40(2), 167-174. doi: 10.1007/s10745-012-9465-8
- Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. Nueva York, Estados Unidos: Wiley.
- Návar, J. (2009). Allometric equations for tree species and carbon stocks for forests of northwestern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 257(2), 427-434. doi: 10.1016/j.foreco.2008.09.028



- Quiroz-Carranza, J. y Orellana, R. (2010). Uso y manejo de leña combustible en viviendas de seis localidades de Yucatán, México. *Madera y Bosques*, 16(2), 47-67.
- Ramírez-López, J. M., Ramírez-Marcial, N., Cortina-Villar, H. S. y Castillo-Santiago, M. Á. (2012). Déficit de leña en comunidades cafetaleras de Chenalho, Chiapas. *Ra Ximhai*, 8(3), 27-39.
- Ramírez-Marcial, N., González-Espinosa, M. y Williams-Linera, G. (2001). Anthropogenic disturbance and tree diversity in montane rain forests in Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 154(1), 311-326. doi: 10.1016/S0378-1127(00)00639-3
- Rykiel, E. J. (1985). Towards a definition of ecological disturbance. *Austral Ecology*, 10(3), 361-365.
- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México (1a ed. digital). Ciudad de México, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).
- Salgado-Terrones, O. (2015). *Caracterización del uso y calidad de especies nativas para leña en comunidades de Acatépec, Guerrero con fines de restauración*, Tesis de maestría no publicada,. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Secretaría de Energía [Sener]. (2014). *Balance Nacional de Energía*. Recuperado de http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44353/Balance_Nacional_de_Energ_a_2014.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat]. (2005). *Informe de la situación del medio ambiente en México: Compendio de estadísticas ambientales*. Ciudad de México. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Recuperado de http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/
- Shankar, U., Hegde, R. y Bawa, K. S. (1998). Extraction of non-timber forest products in the forests of Biligiri Rangan Hills, India. 6. Fuelwood pressure and management options. *Economic Botany*, 52(3), 320-336. doi: 10.1007/BF02862151
- Simula, M. (2009). Hacia una definición de degradación de los bosques: análisis comparativo de las definiciones existentes. Roma, Italia: Departamento Forestal, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Singh, G., Rawat, G. S. y Verma, D. (2010). Comparative study of fuelwood consumption by villagers and seasonal “Dhaba owners” in the tourist affected regions of Garhwal Himalaya, India. *Energy Policy*, 38(4), 1895-1899. doi: 10.1016/j.enpol.2009.11.069
- Tabuti, J. R. S., Dhillon, S. S. y Lye, K. A. (2003). Firewood use in Bulamogi County, Uganda: Species selection, harvesting and consumption patterns. *Biomass and Bioenergy*, 25(6), 581-596. doi: 10.1016/S0961-9534(03)00052-7
- Taylor, A. H. y Halpern, C. B. (1991). The structure and dynamics of *Abies magnifica* forests in the southern Cascade Range, USA. *Journal of Vegetation Science*, 2(2), 189-200. doi: 10.2307/3235951
- The Plant List. (2010). Version 1.1. Recuperado de <http://www.theplantlist.org>
- Wijesinghe, L. D. S. (1984). A sample study of biomass fuel consumption in Sri Lanka households. *Biomass*, 5(4), 261-282. doi: 10.1016/0144-4565(84)90073-8
- Wunder, S. (2001). Poverty alleviation and tropical forests - what scope for synergies? *World Development*, 29(11), 1817-1833. doi: 10.1016/S0305-750X(01)00070-5

Manuscrito recibido el 10 de diciembre de 2016.
Aceptado el 19 de junio de 2017.

Este documento se debe citar como:

Salgado-Terrones, O., Borda-Niño, M. y Cecon, 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(3), 121-135. doi: 10.21829/myb.2017.2331473