

## Áreas voluntarias de conservación y la extracción de leña en núcleos agrarios de Oaxaca

### Voluntary conservation areas and firewood extraction in agrarian centers of Oaxaca

Marisa Silva-Aparicio<sup>1\*</sup>, Adriana E. Castro-Ramírez<sup>2</sup>, Hugo R. Perales-Rivera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Intercultural del Estado de Guerrero. Km. 52 de la carretera Tlapa-Marquelia, La Ciénega, Malinaltepec, Guerrero, México.

<sup>2</sup>El Colegio de la Frontera Sur. Carretera Panamericana y Periférico Sur S/N, Col. María Auxiliadora. CP. 29290. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

\*Autor de correspondencia: masilva@ecosur.edu.mx

**Artículo científico** recibido: 06 de febrero de 2018 aceptado: 29 de marzo de 2018

**RESUMEN.** El combustible principal en poblaciones rurales de diversas entidades de México es la leña. El objetivo del trabajo fue analizar el efecto de la certificación de Áreas Destinadas Voluntariamente para la Conservación (ADVC) en la extracción de leña de las Áreas de Uso Común (ADUC) en tres núcleos agrarios de Oaxaca. Se realizaron entrevistas abiertas semiestructuradas y encuestas a ejidatarios y líderes comunitarios de manera aleatoria de San Pedro Huamelula, Unión Zapata y San Marcos Arteaga de Oaxaca, así como a los directores regionales de la CONANP. También se realizaron muestreos sistemáticos de las especies leñosas en las ADVC y ADUC de los tres sitios, y se estimó su valor de importancia relativa (VIR). El número de especies utilizadas para leña estuvo entre 14 y 26, lo que correspondió al 15% de las especies registradas en los muestreos; prefiriendo las de vegetación secundaria. Aunque en las ADVC se limita el acceso y uso de los recursos vegetales, lo que reduce la superficie de donde se extrae la leña, no significó sobre explotar los recursos de las ADUC.

**Palabras clave:** Áreas de uso común, especies leñosas, propiedad social, preferencia, Valor de Importancia Relativa

**ABSTRACT.** The main fuel in rural areas of various Mexican states is firewood. The aim of this research was to analyze the effect of the certification of Areas Voluntarily Destined for Conservation (AVDC) on firewood extraction from Common Use Areas (CUA) in three agrarian centers of Oaxaca. Semi-structured open interviews and surveys were randomly conducted with ejidatarios and community leaders of San Pedro Huamelula, Unión Zapata and San Marcos Arteaga in Oaxaca, as well as with the regional directors of CONANP. Systematic samplings of the woody species in the AVDC and CUA of the three sites were also carried out, and their relative importance value (RIV) was estimated. The number of species used for firewood was between 14 and 26, corresponding to 15% of the species recorded in the samplings, with gatherers preferring those of secondary vegetation. Although access and use of plant resources is limited in the AVDC, which reduces the area from which firewood is extracted, it did not mean over-exploiting CUA resources.

**Key words:** Common use areas, woody species, social property, preference, Relative Importance Value

## INTRODUCCIÓN

La leña es una de las principales fuentes de energía en las poblaciones rurales, debido a su relativa accesibilidad, bajo costo y facilidad de uso (Martínez 2015). Junto con el carbón vegetal suministran energía a 3 000 millones de familias de países en desarrollo (Berrueta *et al.* 2017). En

México, cerca de 16.4 millones de personas usan leña para cocinar y calentar sus hogares (Márquez-Reynoso *et al.* 2017) y ocho millones la usan en combinación con gas LP (Díaz *et al.* 2011). La tasa de consumo doméstico de este combustible es variable y se relaciona con las características socioeconómicas familiares, como el tamaño y el ingreso mensual de los hogares, con particularidades

geográficas y climáticas de la región, como altitud, temperatura, precipitación, estación, entre otros (Ramos y Albuquerque 2012). Al respecto, Masera *et al.* (2004) señalan que el uso de gas LP se incrementa en los centros urbanos y zonas rurales que cuentan con mayores ingresos económicos; mientras que en el medio rural se utiliza de manera complementaria a la leña. También Meléndez y Aboites (2015) reportan que el uso de leña depende de las características geográficas y culturales. Dentro de las ventajas que tiene la leña con respecto al gas, se encuentra menor precio, disponibilidad, accesibilidad, almacenamiento y se le atribuye la mejora del sabor de los alimentos (Martínez 2015). En México, en los municipios de bajo Índice de Desarrollo Humano (IDH) se utiliza leña o carbón como combustible principal, aunado de que el 15.4% de las viviendas del país poseen estufa o fogón de leña (INEGI 2010). El cambio de fuente energética, de leña a gas LP o gas LP a electricidad, se asocia con el ingresos económico y la infraestructura de carreteras, algunos estudios demuestran que cuando se realiza cambio energético, no se elimina el uso de energías previas (Meléndez y Aboites 2015).

La extracción de leña se ha señalado como una actividad que puede impactar de manera negativa en los bosques, causando deforestación (Ramos y Albuquerque 2012). No obstante, algunos otros estudios indican que no es un factor relevante en dicho proceso (Contreras-Hinojosa *et al.* 2003, Jiménez 2010). Al respecto De los Ríos (2010), mencionan que en México son pocos los sitios donde la demanda de leña excede el incremento natural de los ecosistemas forestales, por lo que, el consumo de este combustible no siempre produce sobre explotación y deterioro de los ecosistemas. Al respecto Masera *et al.* (2004) reportan que el uso promedio de leña per cápita oscila entre 2 y 3 kg d<sup>-1</sup>, con la recolección como la principal forma de obtención.

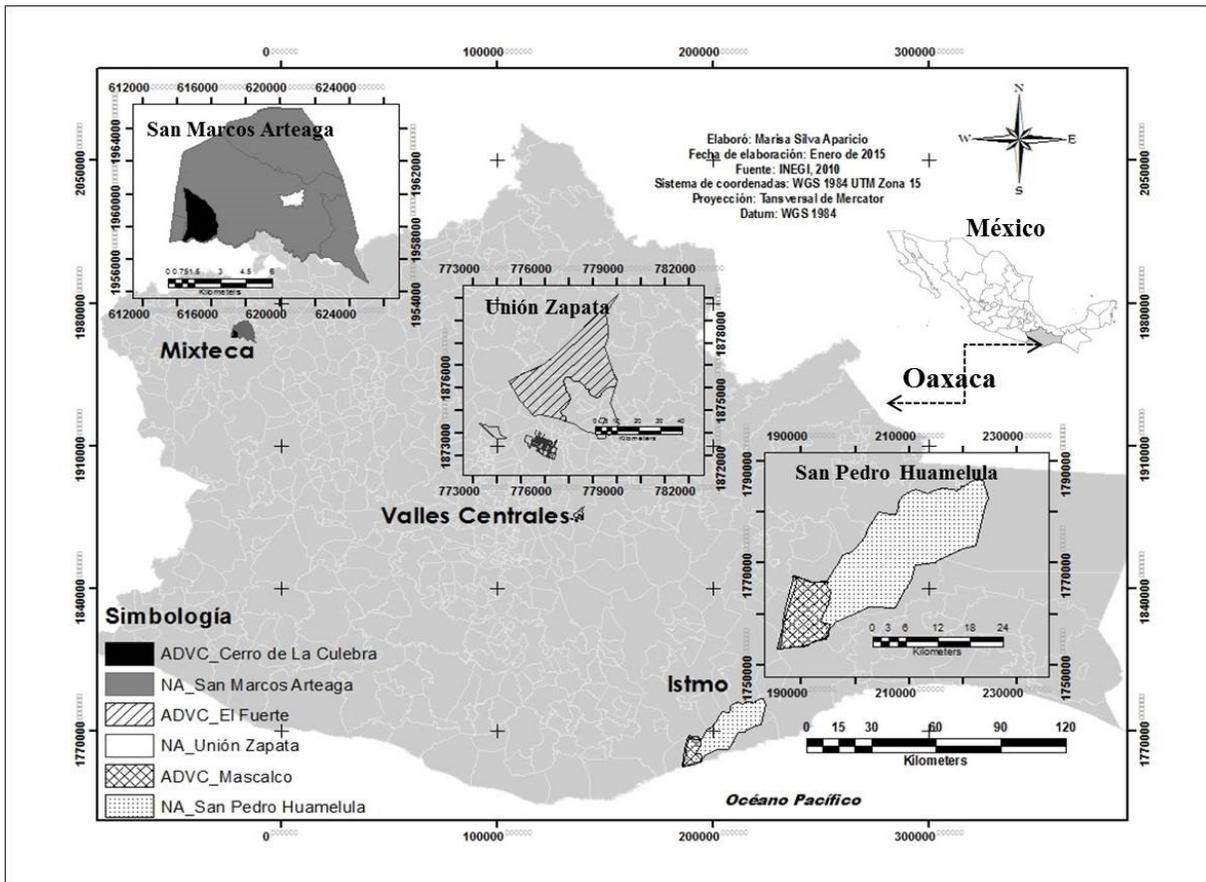
El estado de Oaxaca es uno de los que tienen menor IDH (0.68) de México (PNUD 2015), donde el 49.1% de las viviendas utilizan leña o carbón como combustible, aunque algunas comunidades como San Miguel Yotao, llega hasta el 99.5% el uso de leña o carbón (INEGI 2015). Gran parte de las

comunidades rurales del estado cubren sus necesidades energéticas con recursos del bosque; lo que no significa deterioro, por el manejo sostenible de sus recursos forestales (López-Arzola 2007). La demanda de los combustibles rurales contrasta con el hecho de que, desde el 2002, en esta entidad se han certificado 138 Áreas Destinadas Voluntariamente para la Conservación (ADVC) (CONANP 2017), estos espacios deben presentar alguna de las siguientes características: a) alta diversidad biológica, b) importancia biológica con valor cultural, c) existencia de germoplasma relevante, e) investigación científica, f) superficie extensa sin huella de civilización (CONANP 2014). Alrededor de 54 ADCV se establecieron en terrenos de Áreas de Uso Común (ADUC) bajo el control colectivo y uso de sus miembros para la cría de animales, cultivos o la recolección (Linck 1999), lo que redujo la superficie de donde se obtiene la leña, abriendo la posibilidad de que la extracción se centre en el ADUC, afectando de forma negativa la estructura y composición de la vegetación. Por lo anterior, el objetivo del trabajo fue conocer el efecto de la certificación de ADVC en la extracción de leña de las ADUC en tres núcleos agrarios, distribuidos en diferentes regiones del estado de Oaxaca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Los núcleos agrarios estudiados fueron San Pedro Huamelula (región Istmo-Costa), Unión Zapata (región Valles Centrales) y San Marcos Arteaga (región Mixteca) (Figura 1). Todos ellos con ADVC y ADUC. San Pedro Huamelula pertenece al municipio del mismo nombre, su población es de origen Chontal. El núcleo agrario tiene organización comunal, con superficie de 56 535 ha, 14 agencias y 8 320 habitantes (INEGI 2015), de los que 995 son comuneros (RAN 2015). Para cubrir sus necesidades básicas extraen recursos del bosque, además de madera para construcción de viviendas y cacería de fauna silvestre (Ayuntamiento de San Pedro Huamelula 2012). El ADVC Mascasco se certificó en 1996 con una superficie de 10 000 ha. Previo



**Figura 1.** Ubicación de los núcleos agrarios (NA) en el estado de Oaxaca y sus respectivas áreas destinadas voluntariamente para la conservación (ADVC).

a ello, el uso de los recursos naturales era igual que en las ADUC del núcleo agrario.

Unión Zapata es un ejido que pertenece al municipio de San Pablo Villa de Mitla, forma parte de la región de los Valles Centrales. Sus habitantes son mestizos, con algunos hablantes del zapoteco. El ejido tiene una superficie de 1 221 ha con 588 habitantes (INEGI 2015), de los que 155 son ejidatarios (RAN 2015). En las áreas de uso común se permite el pastoreo de ganado bovino, extracción de leña y plantas de ornato para festejos. El ADVC denominada El Fuerte fue certificado en noviembre de 2011, con una superficie de 988.12 ha; el ADUC es de 233 ha.

San Marcos Arteaga es una comunidad que forma parte del municipio del mismo nombre. La

población del núcleo agrario es mestiza, la superficie de San Marcos Arteaga es de 5 441.4 ha con 1 557 habitantes (INEGI 2015), de los que 70 son comuneros (RAN 2015). Las actividades económicas de los habitantes de San Marcos Arteaga se vincula con el comercio, la agricultura y la ganadería. El aprovechamiento de los recursos naturales en las áreas de uso común considera la extracción de leña con fines de autoconsumo, la cual está prohibida en el ADVC, que se conoce como Cerro de La Culebra. Se certificó en octubre de 2012 por la CONANP, con 446 ha de superficie, mientras que el ADUC es de 4 741.8 ha.

Para determinar el tipo de combustible utilizado por los pobladores, y su uso, especies vegetales preferidas, dificultades para obtenerlas y esti-

mar el consumo de leña por familia, se aplicaron 35 entrevistas abiertas semiestructuradas a ejidatarios y líderes comunitarios, para reconocer el manejo de las ADVC y ADUC, y los recursos vegetales utilizados como combustible. En cada núcleo agrario se aplicaron 50 cuestionarios a pobladores seleccionados de manera aleatoria, para recopilar información cuantitativa de las unidades familiares. También se les pidió que mencionaran las especies utilizadas para leña y las ordenaran de acuerdo a su preferencia, incluyendo las razones de su selección, además de información sobre el tipo de estufa que utilizan, los sitios de recolecta de leña y su procedencia cuando la compran.

Para estimar el consumo de leña por familia, se preguntó la cantidad de leña que consumen en un determinado tiempo (FAO 2002). En cada núcleo agrario el muestreo de las especies leñosas se realizó en 30 cuadros o parcelas de 100 m<sup>2</sup> sobre transectos lineales en las ADVC y ADUC (15 cuadros por área), donde se registraron los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) de 1.30 m, mayor o igual a 2.5 cm. En tres cuadros de 4 m<sup>2</sup>, distribuidos al azar al interior de los cuadros de 100 m<sup>2</sup>, se realizó el recuento de los individuos juveniles de especies leñosas. Se recolectaron ejemplares de las especies para su identificación en los herbarios de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal y de la Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca, con claves dicotómicas de familias y floras afines (Borhidi 2006), Diversidad florística de Oaxaca (García-Mendoza y Meave 2012), y por comparación con material herborizado de los distintos grupos de plantas. Los especímenes se depositaron en la colección del herbario ECOSUR, con los números de recolecta entre 1 y 263 Silva-Aparicio.

La nomenclatura para clasificar la vegetación presente en los sitios de estudio fue la de Miranda y Hernández-X (1963), para los géneros y especies se obtuvo de la base de datos VAST del Missouri Botanical Garden (TROPICOS 2017). La información se analizó con estadística descriptiva, por núcleo agrario se determinó la frecuencia de uso de los distintos combustibles y el tipo de fogón. Además se realizaron estimaciones indirectas del consumo de

leña (m<sup>3</sup> vivienda<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), la periodicidad, sitios de recolecta y distancia promedio recorrida para conseguirla. Se calculó el porcentaje de pobladores que compran leña y los lugares de donde procede. Para conocer la importancia ecológica de las especies se utilizó el valor de importancia relativa (VIR%), con la fórmula  $VIR\% = 1/3$  (área basal relativa + densidad relativa + frecuencia relativa) (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974), para cada ADUC y ADVC. También se estimó la densidad (individuos m<sup>-2</sup>) de juveniles de arbóreas y se realizó el análisis de correlación de Pearson con el orden de preferencia de las especies señalado por los usuarios.

## RESULTADOS

### Combustibles utilizados en los núcleos agrarios

En los tres núcleos agrarios usan gas, leña y carbón. Pero por diferencias en las condiciones socioeconómicas y facilidad de acceso a las comunidades, el porcentaje de usuarios por tipo de combustible es diferente en cada núcleo agrario. En San Marcos Arteaga el porcentaje de habitantes que usa leña como combustible principal es del 2%, ya que gran parte de la población tiene la posibilidad de adquirir gas LP (48%), debido a que tienen empleo remunerado, reciben recursos económicos de familiares que viven en otras entidades del país o el extranjero; pero el 44% de los pobladores combinan el gas LP con leña. En San Pedro Huamelula el 76% usa la leña como principal combustible, el gas lo utiliza el 2%, por su alto precio y no lo surten con frecuencia por las condiciones del camino; mientras que el 20% utilizan ambos combustibles. En Unión Zapata, el 72.7% de usan leña y gas LP, el gas LP lo usan de forma complementaria, por su precio elevado, pero facilita las labores en la cocina, sobre todo en la noche, para calentar los alimentos (Figura 2).

El uso del carbón, en los tres núcleos agrarios, es de manera limitada en combinación con la leña y gas LP; solo lo emplean en emergencias, cuando no están disponibles los combustibles preferidos. El carbón no se produce en ninguno de los tres sitios, pero está disponible en las tiendas locales. Los

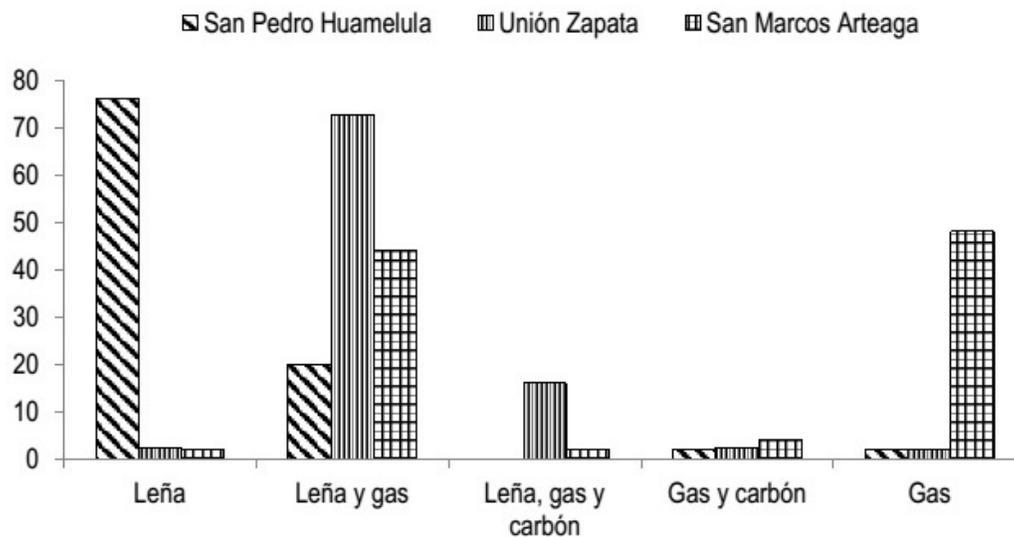


Figura 2. Porcentaje de habitantes, según el tipo de combustible que utilizan, en cada núcleo agrario de Oaxaca.

usuarios señalan que el precio de este combustible es alto, por lo que prefieren la leña, ya que solo tienen que invertir tiempo para recolectarla.

### Uso de leña

En San Marcos Arteaga, la estimación de uso de leña es de  $4.8 \text{ m}^3 \text{ vivienda}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , para Unión Zapata de  $12.7 \text{ m}^3$  y para San Pedro Huamelula de  $23.7 \text{ m}^3$ , con diferencias significativas ( $F = 3.9$ ,  $P = 0.001$ ) en las medias. La recolección es la forma principal de adquirir este recurso, solo algunos la compran. En San Pedro Huamelula el 60% señala transportar la leña en carretilla, debido a que la mayoría vive dentro del ADVC y no recorren mucha distancia para obtenerla, por lo que la recolectan de dos a tres veces por semana; otro 30% transporta la leña en camioneta, y el resto utiliza animales de carga. En Unión Zapata el 35% la transportan en camioneta, 35% no utilizan ningún tipo de transporte, el 7.5% utilizan animales de carga y 2.5% carretilla. En San Marcos, solo una vez al mes salen a recolectar leña y la mayor parte de los pobladores utiliza transporte propio. La mayoría de los sitios de donde extraen la leña pertenecen al mismo núcleo agrario, pero también se realiza en terrenos priva-

dos. En Unión Zapata los dueños de los terrenos les permiten limpiar el terreno en descanso y la leña que sale es para la persona que hace el trabajo (Figura 3). La compra de leña se realiza para completar la requerida por la familia cuando no tienen tiempo para salir a recolectarla. En Unión Zapata el 42% de los encuestados señala comprar al menos una carga ( $0.258 \text{ m}^3$ ) mensual. De la leña que compran, el 60% proviene de ejidos aledaños que poseen bosque de encino; solo el 5% procede de terrenos del mismo núcleo agrario. En San Marcos Arteaga y San Pedro Huamelula, menos del 10% de los encuestados compran leña, el costo promedio de una carga oscila entre 50 y 70 pesos.

En los tres sitios, más del 50% de los pobladores utilizan estufa ahorradora o fogón abierto, la estufa ahorradora; mientras que el anafre solo lo usan en Unión Zapata y demanda el consumo de carbón. Algunas familias ocupan el fogón abierto y la estufa ahorradora; pero predomina el fogón. La estufa ahorradora tiene menos aceptación, debido a que indican que la altura no es la adecuada y produce mucho humo. En San Marcos Arteaga, la mayoría de los habitantes no conoce la estufa ahorradora de leña. La correlación del consumo

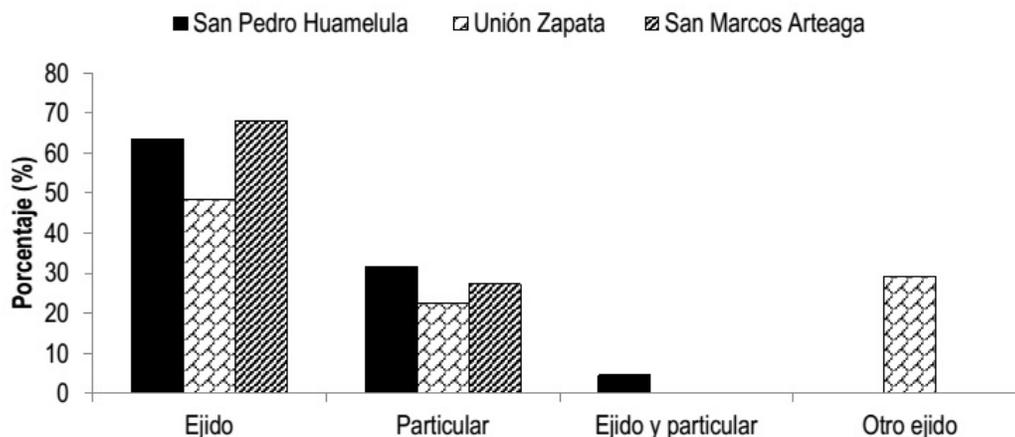


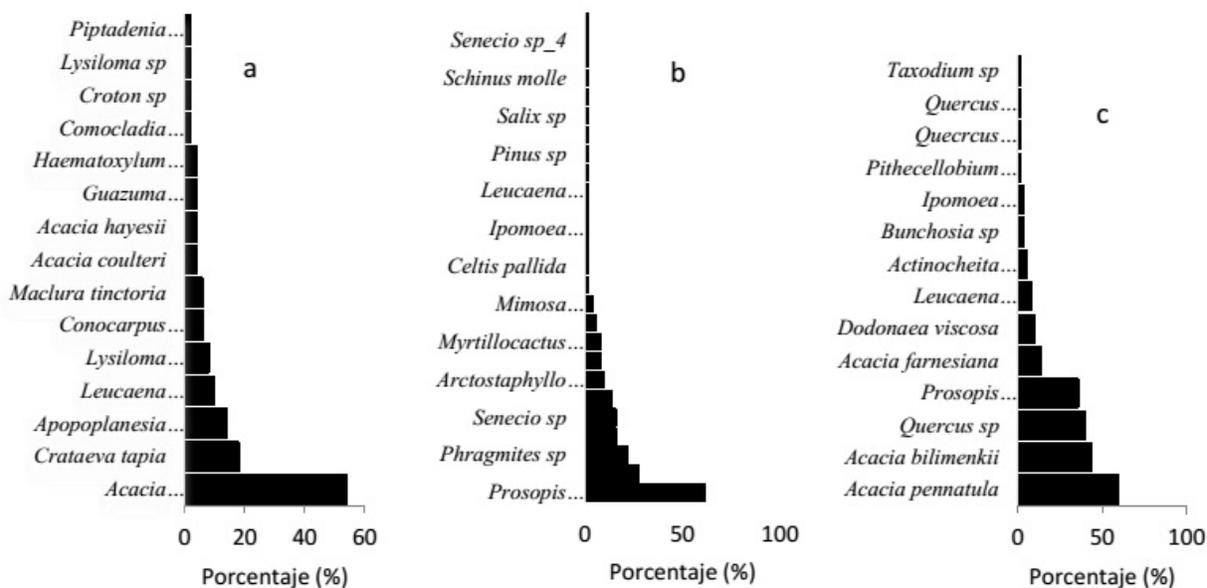
Figura 3. Porcentajes de respuestas de entrevistados sobre los sitios de recolecta de leña en tres núcleos agrarios de Oaxaca, México.

de leña con las variables número de habitantes por vivienda, derechos colectivos, ocupación de los encuestados, frecuencia de recolectas y distancia recorrida para acopiar la leña mostró relación con la ocupación del jefe de familia ( $p \leq 0.005$ ,  $r = 0.6$ ,  $r^2 = 0.36$ ).

### Especies vegetales utilizadas para leña

Las especies preferidas para leña son aquellas que no producen humo, pero sí brasa y fáciles de conseguir; los habitantes de los tres núcleos agrarios prefieren las de la familia Fabaceae. En San Pedro Huamelula se señalan 15 especies, pero el árbol de cucharita (*Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. ex Willd.) es el más demandado (Figura 4a). En Unión Zapata son 26 las especies, pero la jara (*Dodonaea viscosa* (L.) Jacq.), el maguey (*Agave* sp) y el carrizo (*Phragmites* sp) son las preferidas (Figura 4b). En San Marcos Arteaga se mencionan 14 especies, entre las de mayor preferencia son el cubata (*A. pennatula* Schltdl. & Cham. Benth.), el tehuixtle (*A. bilimekii* J.F. Macbr.) y encinos (*Quercus* spp) (Figura 4c). En total se registraron 72 especies de leñosas para el Istmo, 23 en Valles Centrales y 51 en San Marcos Arteaga; las utilizadas para leña tuvieron menos del 50% de registros en ambas áreas (Tablas 1 y 3). Los valores de preferencia presentaron relación con los VIR (Tabla 2); en San Pedro

Huamelula la correlación de estas variables para el ADUC fue de  $r = -0.398$  ( $r^2 = 0.15$ ) y en el ADVC DE  $r = -0.085$  ( $r^2 = 0.0071$ ). *A. coulteri* y *A. cochliacantha* son las especies con mayor preferencia, con VIR de 0.5 y 2.1%, solo *A. hayesii*, *Apoplanesia paniculata* y *Comocladia mollissima* tuvieron valores mayores a 6.5%. La correlación entre la preferencia de las especies para leña en Unión Zapata y el VIR fueron, para el ADUC  $r = -0.414$  ( $r^2 = 0.171$ ) y para el ADVC  $r = 0.146$  ( $r^2 = 0.021$ ). La especie *Prosopis laevigata* ocupó el primer lugar de las preferidas para leña y el tercero en VIR; especies como *Dodonaea viscosa*, también con alta preferencia como combustible, tuvo un bajo VIR (0.67). *Phragmites* sp (carrizo), *Senecio* sp (cenizo) y *Agave* spp no se registraron en ninguna de las áreas muestreadas, ya que las recolectan en sitios cercanos al pueblo. En particular, del agave se utilizan los residuos (pencas), debido a que están disponibles en parcelas cercanas de Santiago Matatlán, donde se cultivan para la producción de mezcal. Los habitantes de Unión Zapata indican que es necesario pedir permiso a las autoridades para recolectar leña del cerro que es parte del ejido, pero prefieren utilizar los recursos cercanos a sus viviendas, como los tallos secos de maíz (*Zea mays* L.). Los valores de correlación entre la preferencia de las especies para leña en San Marcos Arteaga



**Figura 4.** Porcentaje de preferencia de cada especie utilizada para leña en: a) San Pedro Huamelula, b) Unión Zapata y c) San Marcos Arteaga, Oaxaca.

**Tabla 1.** Número de especies utilizadas para leña en tres núcleos agrarios de Oaxaca y según los muestreos en las diferentes áreas.

Núcleo agrario	Número de especies utilizadas para leña:		
	por núcleo agrario	registradas en los muestreos de	
		ADUC	ADVC
San Pedro Huamelula	15	7	10
Unión Zapata	26	7	7
San Marcos Arteaga	14	9	7

ADUC: Áreas de Uso Común, ADVC: Áreas Destinadas Voluntariamente para la Conservación.

y el VIR fue de  $r = -0.232$  ( $r^2 = 0.053$ ) para el ADUC y de  $r = 0.195$  ( $r^2 = 0.038$ ) para el ADVC. Especies como *A. bilimekii* con VIR de 0.75%, *A. farnesiana* con 2.84% y *A. pennatula* con 0.60% son preferidas porque producen brasa y se localizan cerca de la zona urbana. *Actinocheita potentillifolia* fue la especie con mayor VIR (24.13%), pero se ubicó en el cuarto lugar de preferencias, debido a que es fácil de conseguir, no produce brasa y genera mucho humo.

#### Repoblado de especies utilizadas para leña

No todas las especies útiles para leña tiene juveniles (Tabla 3). En San Pedro Huamelula las especies utilizadas para leña son vegetación secun-

daria. En el ADVC dominó *A. coulteri*, leguminosa de áreas perturbadas, la cual puede ser aprovechada en poco tiempo, debido a su rápido crecimiento y abundancia. La correlación entre el repoblado de arbóreas y el orden de preferencia de las especies usadas para leña no fue significativo en ninguna de las áreas muestreadas (ADUC  $r = 0.37$ , ADVC  $r = 0.17$ ). En el número de juveniles de las especies para leña en las ADUC y ADVC, de los Valles Centrales, dominaron *Mimosa biuncifera* y *Agave sp.*, ambas arbustivas, la primera es común en áreas perturbadas, mientras que la segunda la aprecian por su valor para la elaboración de mezcal. Para el número de individuos juveniles no se tiene correlación con el valor de preferencia en ninguna de las áreas mues-

**Tabla 2.** Número de individuos ( $N_{(DAP \geq 2.5cm)}$ ), juveniles (N) (repoblado  $< 2.5$  cm) y valor de importancia relativa (VIR) registrados en los muestreos según tipo de área y orden de preferencia (PRE) de las especies utilizadas para leña en tres núcleos agrarios de Oaxaca.

Núcleo agrario	Especie	Nombre común	ADUC		ADVC		VIR	PRE
			$N_{(DAP < 2.5)}$	$N_{(DAP \geq 2.5)}$	$N_{(DAP < 2.5)}$	$N_{(DAP \geq 2.5)}$		
San Pedro Huamelula	<i>Acacia cochliacantha</i>	Cucharita	0	1	1	1	2.1	3.5
	<i>Acacia coulteri</i>	Palo blanco	46	10	401	34	5.7	0.0
	<i>Apoplanesia paniculata</i>	Palo de arco	2	19	2	2	11.3	4.3
	<i>Crataeva tapia</i>	Cachimbo	2	3	5	9	5.4	5.8
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cualote	0	0	2	0	0.0	0.0
	<i>Leucaena leucocephala</i>	Huaje	7	0	7	3	0.0	3.1
	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	0	9	0	0	0	7.9
	<i>Piptadenia obliqua</i>	Concha	14	27	2	18	16.6	11.9
		Total	71	420				
			Uña de gato	13	8	12	4	-
Unión Zapata	<i>Mimosa biuncifera</i>	Huizache	8	10	0	0	59.8	0
	<i>Acacia farnesiana</i>	Cirial	2	0	1	0	0	0
	<i>Agave sp.</i>	Tóbala	12	0	17	0	0	0
	<i>Agave sp.</i>	Mala mujer	1	1	5	21	7.3	28.8
	<i>Cnidioscolus sp.</i>	Jarilla	3	1	2	2	7.2	2.9
	<i>Ipomoea viscosa</i>	Cazahuate	1	8	2	6	73.1	14.0
	<i>Ipomoea murucoides</i>	Palo blanco	1	1	7	0	0	0
	<i>Montanoa sp.</i>	Bitishobo	3	5	5	1	59.3	2.4
		Total	44	51				
			Huizache	19	0	1	0	0
San Marcos Arteaga	<i>Acacia farnesiana</i>	Tehuixtle	1	3	0	2	5.8	6.1
	<i>Acacia bilimekii</i>	Cubata	3	1	9	3	6.7	4.9
	<i>Acacia pennatula</i>	Tetlate	28	69	11	40	23.6	28.6
	<i>Actinochaeta potentillifolia</i>	Jarilla	48	19	37	6	12.7	12.2
	<i>Dodonaea viscosa</i>	Cazahuate	0	1	0	3	2.4	7.8
	<i>Ipomoea arborescens</i>	Huaje	19	3	22	0	4.8	0
	<i>Leucaena leucocephala</i>	Encino amarillo	0	19	0	1	22.4	5.2
	<i>Quercus acutifolia</i>	Encino chaparro	2	1	0	3	12.5	5.2
	<i>Quercus glaucoides</i>	Encino	20	6	47	0	0	0
		Total	140	127				

ADUC: área de uso común, ADVC: área destinada voluntariamente a la conservación.

treadas. En la región Mixteca, el repoblado de las especies utilizadas para leña fue mayor en el ADVC, destaca *D. viscosa* de la vegetación secundaria; pero la relación con la preferencia no fue significativa.

### Problemas para adquirir leña

El 62% de los encuestados en los tres núcleos agrarios señalaron no tener problemas para conseguir leña. Este porcentaje disminuye en Unión Zapata, donde el 44% no tienen problemas, mientras que el 56% indican que para recolectar leña de buena calidad se necesita recorrer largas distancias; ya que cerca del centro poblacional, no hay sitios donde recolectar leña, pero usan los residuos de otras especies como el agave. En San Marcos solo se usa leña en ocasiones especiales; mientras que en San Pedro Huamelula, se utiliza leña todos los días.

## DISCUSIÓN

El alto consumo de leña, de acuerdo con Jiménez (2010), se asocia con entornos rurales de los países en desarrollo, economías de subsistencia, que no disponen de recursos económicos para la adquisición o el uso continuo de combustibles como el gas LP; además de la escasa o nula infraestructura de las vías de comunicación para garantizar su suministro. Mientras que Masera *et al.* (2004) señalan que en municipios de regiones montañosas del centro y sureste de México el consumo de leña es mayor, por las condiciones culturales, ambientales y sociales, que ocasionan que el uso sea intensivo en el sector doméstico y comercios. Los resultados indican que el uso de leña como energético, se realiza en los tres núcleos agrarios, aunque con distinta intensidad. En ninguno de los núcleos agrarios, se observan perturbaciones de la vegetación leñosa de las áreas destinadas a la conservación, o en las áreas de uso común.

En lugares donde la población es mayoritariamente campesina, la leña se usa como energético cotidiano, en fogón o estufa ahorradora; mientras que en poblaciones con trabajo remunerado se tiene transición energética de leña a gas LP. Esta relación entre el ingreso salarial

y los cambios de indicadores de bienestar, fueron señalados por Méndez y Reyes (2016) en poblaciones rurales. El hecho de que en Unión Zapata se combinen tres diferentes energéticos como combustible, señala que se encuentra en proceso de construcción social y cultural de necesidades urbanas, sin eliminar el uso de la leña (Meléndez y Aboites 2015).

En San Pedro Huamelula, el consumo de leña es mayor que en Unión Zapata y San Marcos Arteaga, el valor de  $4.8 \text{ m}^3 \text{ vivienda}^{-1} \text{ año}^{-1}$  de San Marcos Arteaga, es menor que el promedio reportado por la FAO (2013) para México de  $5.8 \text{ m}^3 \text{ vivienda}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ; mientras que en Unión Zapata y San Pedro Huamelula los valores de  $12.8$  y  $23.7 \text{ m}^3 \text{ vivienda}^{-1} \text{ año}^{-1}$  son dos o hasta de cuatro veces los valores reportados por la FAO, pero se encuentran cerca de los valores de  $15.3 \text{ m}^3 \text{ vivienda}^{-1} \text{ año}^{-1}$  reportados por Cayetano y Meyer (2005). Estas diferencias se pueden deber a que las estimaciones de consumo se realizaron en la época de secas, lo cual pudo influir en el gasto al tenerse menos restricción ambiental para salir a recolectar. Los factores que favorecen el uso de leña son distintos en cada núcleo agrario, en San Pedro Huamelula, los pobladores no cuentan con recursos económicos suficientes para adquirir gas LP, la accesibilidad a muchas de las comunidades es difícil, por lo que el suministro de gas LP no es regular. Pero el núcleo agrario cuenta con vegetación en las ADUC, por lo que no es un problema adquirir la leña. A pesar de la designación de 10 000 ha de terreno para el ADVC, la comunidad dispone de sitios para extraer leña; además, el área protegida es poco utilizada por su lejanía de los centros de población.

Aunque Unión Zapata tiene fácil acceso vial y cuenta con el suministro regular de gas, su costo es muy alto para la economía de la población, por lo que combinan su uso con leña, lo que disminuye la inversión económica y el consumo de ambos combustibles. En el ejido la superficie para extraer leña se redujo al 80% por la certificación del ADVC (Figura 5), pero sus habitantes no lo consideran un problema, debido a que en la región la vegetación original ha sido transformada por las actividades hu-

**Tabla 3.** Especies registradas en tres núcleos agrarios de Oaxaca, con sus valores de importancia según los tipos de área en donde se recolectaron. ADUC: área de uso común, ADVC: área destinada voluntariamente para la conservación.

Especies	San Pedro Huamelula Istmo		Unión Unión Valles Centrales		San Marcos Arteaga Mixteca	
	ADUC	ADVC	ADUC	ADVC	ADUC	ADVC
<i>Acacia bilimekii</i> J.F. Macbr.					5.8	6.1
<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	2.1	3.5				
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.		3.6				
<i>Acacia coulteri</i> Benth.	5.7					
<i>Acacia farnesiana</i> Wall.			59.8			
<i>Acacia hayesii</i> Benth.	8.9	16.3				
<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	15.3	1.6				
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.					6.7	4.9
<i>Acacia subangulata</i> Rose					15	
<i>Actinocheita potentillifolia</i> (Turcz.) Bullock					23.6	28.6
<i>Agonandra obtusifolia</i> Standl.	2.9					
<i>Agonandra racemosa</i> (DC.) Standl.					4.5	5.1
<i>Amelanchier denticulata</i> (Kunth) K. Koch					7.9	
<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schltdl.) Schiede ex Standl.	9.7	14.5				
<i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl	11.3	4.3				
<i>Arrabidaea</i> sp.	2.8	4.1				
<i>Brahea dulcis</i> (Kunth) Mart.					7.1	16.9
<i>Bucida wigginsiana</i> Miranda	1.8	10.5				
<i>Bunchosia</i> aff. <i>nitida</i> (Jacq.) DC.	0	2.1				
<i>Bunchosia</i> sp.				5.2		
<i>Bursera biflora</i> (Rose) Standl.					3.7	
<i>Bursera bipinnata</i> (DC.) Engl.					1.5	
<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.	8.2	8.4				
<i>Bursera galeottiana</i> Engl.				23.2		
<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.		1.6				
<i>Bursera laurihuertae</i> Rzed. & Calderón		4.8				
<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.	1.7					0.9
<i>Bursera silviae</i> Rzed. & Calderón	0	2.6				
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	8.4	3.9				
<i>Bursera</i> sp. _1					2.2	
<i>Caesalpinia</i> sp.		2.5				
<i>Casearia hintonii</i> Lundell		2				
<i>Cercocarpus macrophyllus</i> C.K. Schneid.					5.4	26.8
<i>Chiococca oaxacana</i> Standl.						7.7
<i>Cnidocolus megacanthus</i> Breckon	16.8	20.5				
<i>Cnidocolus multilobus</i> (Pax) I.M. Johnst.			7.3	28.8		
<i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.	5.5	2.8				
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	9.8	12				
<i>Comarostaphylis discolor</i> (Hook.) Diggs					9.4	
<i>Conzattia multiflora</i> (B.L. Rob.) Standl.				72.2		
<i>Cordia elaeagnoides</i> DC.	4.4					
<i>Cordia</i> sp.		1.7				
<i>Crataeva tapia</i> L.	5.4	5.8				
<i>Dasyliiron serratifolium</i> (Karw. ex Schult. f.) Zucc.					9.9	8.9
<i>Diospyros salicifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	10.2	9				
<i>Diphysa</i> sp.		2.2				
<i>Diphysa</i> sp. _1	3.8	3.9				
<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.			7.2	2.9	12.7	12.2
<i>Erythroxylum mexicanum</i> Kunth		4.8				
<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan					8.7	
<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.	3.1	3.5				
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.				20.5	2.5	11
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth		2.7				
<i>Ficus rzedowskiana</i> Carvajal & Cuv.-Fig.					5.6	5.6
<i>Forchhammeria pallida</i> Liebm.	6	2.8				

**Tabla 3.** Continuación.

Especies	San Pedro Huamelula Istmo		Unión Unión Valles Centrales		San Marcos Arteaga Mixteca	
	ADUC	ADVC	ADUC	ADVC	ADUC	ADVC
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.					7.5	
<i>Fouquieria ochoterena</i> Miranda				2.3		
<i>Fraxinus purpusii</i> Brandege					5.4	3.6
<i>Galphimia glauca</i> Cav.					1.2	
<i>Garrya laurifolia</i> Hartw. ex Benth.					0.9	
<i>Genipa americana</i> L.	6.5	2.5				
<i>Gliricidia sepium</i> Kunth ex Steud.		1.9				
<i>Guaiaacum coulteri</i> A. Gray	5.7					
<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i> Domin	3.1	8.8				
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.		1.7				
<i>Harpalyce</i> sp.				2.8		
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	3.2	6.7				
<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don			73.2	14		
<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.					2.4	7.8
<i>Jacquinia pringlei</i> Bartlett	6	4.2				
<i>Lasiantha</i> aff. <i>fruticosa</i> (L.) K.M. Becker	2.1	7.5				
<i>Leucaena diversifolia</i> (Schltdl.) Benth.					4.9	16.8
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit		3.1			4.8	
<i>Litsea glaucescens</i> Kunth					0.9	
<i>Lonchocarpus constrictus</i> Pittier		3.1				
<i>Lonchocarpus lineatus</i> Pittier	6	11.4				
<i>Lonchocarpus longipedicellatus</i> Pittier	2.5					
<i>Lonchocarpus palmeri</i> Rose	4.2	5.5				
<i>Lonchocarpus</i> sp.		2.2				
<i>Lonchocarpus</i> sp.					1.7	
<i>Lonchocarpus</i> sp.	4.9	6				
<i>Lysiloma divaricatum</i> Hook. & Jackson			7.2	12.1		
<i>Lysiloma microphyllum</i> Benth.	5.8	5.3				
<i>Lysiloma</i> sp.		4.1				
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.		7.9				
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.			38.4	7.5		
<i>Mimosa goldmanii</i> B.L. Rob.		3.1				
<i>Mimosa lacerata</i> Rose					2.7	
<i>Mimosa</i> sp.	6	1.9			-	
<i>Montanoa</i> sp.					4.5	
<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv				2.3		
<i>Myrtillocactus schenckii</i> (J.A. Purpus) Britton & Rose			59.3	2.4		
<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i> (Bravo) Backeb.					10.9	
<i>Opuntia</i> sp.					0.9	7
<i>Opuntia velutina</i> F.A.C. Weber			9.2	2.4		
<i>Palicourea</i> sp.		6				
<i>Pereskia lychnidiflora</i> DC.	6.5					
<i>Phyllanthus</i> sp.		3.1				
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i> (F.A.C. Weber ex Schum.) Byles & G.D. Rowley				6.8		
<i>Piptadenia obliqua</i> (Pers.) J.F. Macbr.	16.6	11.9				
<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq.	3.2	4.2				
<i>Piscidia grandifolia</i> (Donn. Sm.) I.M. Johnst.					4.2	0
<i>Pistacia mexicana</i> Kunth					0.9	12.5
<i>Pittocaulon praecox</i> (Cav.) H. Rob. & Brettell				4.7		
<i>Plumeria rubra</i> L.	4.6			50.6-		
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.			7.4	28.5		
<i>Psychotria microdon</i> (DC.) Urb.	4.5					
<i>Psychotria</i> sp.	2.2					
<i>Psychotria</i> sp._1			11.2			
<i>Ptelea trifoliata</i> L.					3	
<i>Quadrella incana</i> (Kunth) Iltis & Cornejo	2.9	2				

**Tabla 3.** Continuación.

Especies	San Pedro Huamelula Istmo		Unión Unión Valles Centrales		San Marcos Arteaga Mixteca	
	ADUC	ADVC	ADUC	ADVC	ADUC	ADVC
<i>Quercus acutifolia</i> Née					22.4	5.2
<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti					12.5	
<i>Quercus magnoliifolia</i> Née					8.1	53.9
<i>Randia aff. armata</i> (Sw.) DC.	8.7	1.8		4		
<i>Randia aff. thurberi</i> S. Watson					3	4.7
<i>Randia nelsonii</i> Greenm.					10.7	
<i>Randia</i> sp.	4.6					
<i>Rhus chondroloma</i> Standl.					20.7	38.8
<i>Rhus standleyi</i> F.A. Barkley					1.8	6
<i>Salvia pubescens</i> Benth.					2.9	5.5
<i>Senna holwayana</i> (Rose) H.S. Irwin & Barneby			12.6	6.8	2.5	
<i>Senna</i> sp.						4.3
<i>Spondias</i> sp.	3.2					
<i>Stenocereus</i> sp.	12.2					
<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i> Seem	2.1					
<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i> Rose	7.8	7.7				
<i>Thouinia villosa</i> DC.	12.4	3.3				
<i>Verbesina</i> sp.					0.9	
<i>Vitex mollis</i> Kunth					4.8	
<i>Wimmeria microphylla</i> Radlk.					5.4	
<i>Wimmeria persicifolia</i> Radlk.					6.5	
<i>Zanthoxylum aguilarii</i> Standl. & Steyerem.	5.4					
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.					4.9	
<i>Zanthoxylum limoncello</i> Planch. & Oerst.			7.3			
<i>Zanthoxylum mollissimum</i> (Engl.) P. Wilson					3.1	
Número total de especies	50	54	12	19	49	24

manas (Meave et al. 2012). Adoptando la utilización de otros recursos cercanos a la comunidad. Tampoco se ha incrementado la extracción de leña en el ADUC, ya que utilizan como combustible especies arbustivas, residuos de la agroindustria del agave y del maíz. En San Marcos Arteaga utilizan menor cantidad de leña que en los otros dos núcleos agrarios, por las mejores condiciones económicas de los habitantes, además de infraestructura adecuada de caminos que les permite la compra de gas LP de manera regular, al igual que en los otros núcleos agrarios, las especies útiles para leña son propias de vegetación secundaria y las adquieren cerca de la población, respetando el ADVC.

La adquisición de leña no es un problema en ninguno de los núcleos agrarios estudiados y no ha causado sobre explotación de las ADUC. La mayoría de las especies utilizadas son de vegetación secundaria, las cuales se obtienen cerca de caminos o terrenos en descanso (Pennington y Sarukhán 2005); por lo que no se registró su presencia en los

muestreos. El VIR de las que se presentaron (*A. cochiacantha*, *A. farnesiana* y *A. pennatula*) en las ADUC y ADVC no se correlacionaron con el valor de preferencia señalado por los usuarios, por lo que las especies importantes ecológicamente no son las preferidas para leña, lo que también ocurre con la abundancia del repoblado. Se infiere que la mayor o menor dependencia de especies arbóreas como combustible, no afecta la estructura y composición de las selvas bajas caducifolias o bosque de encino. La baja densidad de población de San Pedro Huamelula y San Marcos Arteaga probablemente no tiene efecto en el área de uso común. En Unión Zapata la densidad es mayor, pero sus pobladores utilizan otras estrategias para cubrir sus necesidades de combustible.

## CONCLUSIONES

La certificación de las ADVC limita el acceso y uso de los recursos vegetales por la población, lo

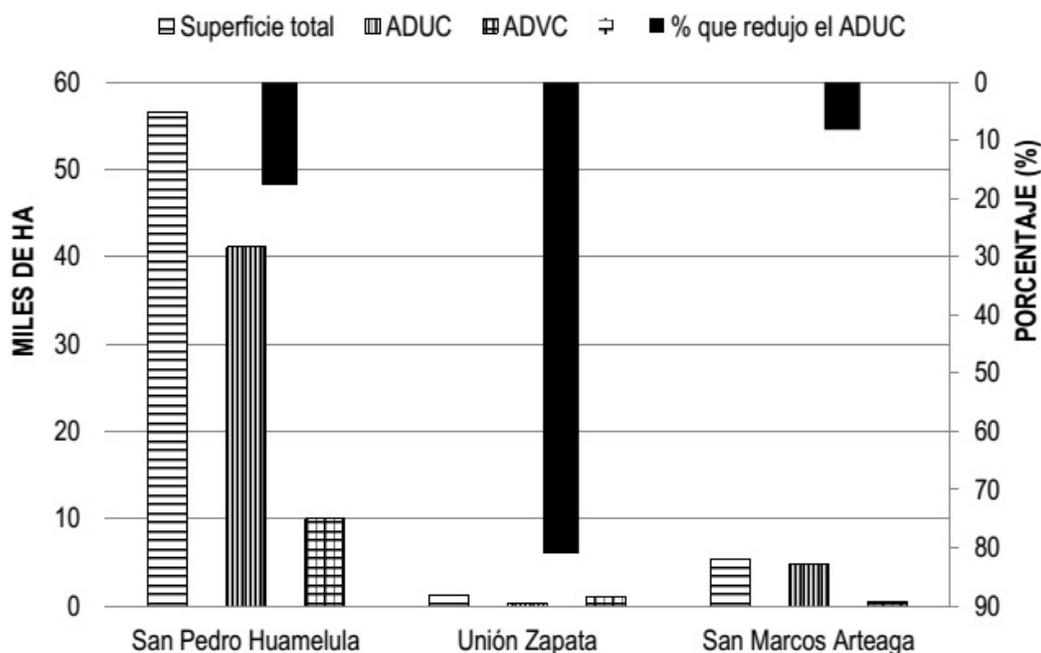


Figura 5. Superficie total del área de uso común (ADUC) y voluntaria para la conservación (ADVC), así como el porcentaje de reducción (% que redujo el ADUC) del ADUC de cada núcleo agrario.

que reduce la superficie de los sitios de donde se proveen de leña para cubrir las necesidades básicas de combustible diario; pero no es un problema de escasez de leña; por lo que la transición energética del uso de leña a gas LP parece responder a las mejoras en condiciones socioeconómicas. Las especies maderables con valor de importancia relativa no son las preferidas como leña; la cual la obtienen de vegetación secundaria cercana a las comunidades. La certificación de las ADVC, no incrementó la extracción de recursos vegetales para leña de las ADUC.

## AGRADECIMIENTOS

A la gente de San Pedro Huamelula, Unión Zapata y San Marcos Arteaga por su apoyo en la realización del proyecto de investigación. Al personal de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas por las facilidades para realizar el contacto con los habitantes de las regiones. La primera autora agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca N° 100079.

## LITERATURA CITADA

- Ayuntamiento de San Pedro Huamelula (2012) Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013. Municipio de San Pedro Humelula. Oaxaca, México. 125p.
- Berrueta VM, Serrano-Medrano M, García-Bustamante C, Astier M, Masera O (2017) Promoting sustainable local development of rural communities and mitigating climate change: the case of Mexico patsari improved cookstove project. *Climatic Change* 140: 63-77.
- Borhidi A (2012) Rubiáceas de México. *Académiai Kiadó*. Budapest, Hungría. 608p.

- Cayetano HC, Meyer L (2005) Leña consumo y consecuencias a nivel mundial y en México. Recursos Naturales: Calidad Ambiental, Grupo IMSA. <http://www.she-inc.org/docs/23.pdf>. Fecha de consulta: 3 de noviembre de 2017.
- CONANP (2014) Guía para la certificación de las áreas destinadas voluntariamente a la conservación. CONANP, México. 53p.
- CONANP (2017) Áreas destinadas voluntariamente a la conservación. <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/areas-destinadas-voluntariamente-a-la-conservacion>. Fecha de consulta: 3 de noviembre de 2017.
- De los Ríos IE (2010) El uso y aprovechamiento de leña ¿amenaza a la biodiversidad? En: Durán R, Méndez M (ed). Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. PNUD, CICY, México. pp: 362-363.
- Díaz R, Berrueta V, Masera O (2011) Estufas de leña. Vol. 3. Red Mexicana de Bioenergía. México. 35p.
- FAO (2002) Guía para encuestas de demanda, oferta y abastecimiento de combustibles de madera. <http://www.fao.org/docrep/005/Y3779S/Y3779S00.HTM>. Fecha de consulta: 2 de octubre de 2017.
- FAO (2013) FOCUS on México. Dendroenergía para el desarrollo rural. <http://www.fao.org/docrep/w8423e/w8423e04.htm>. Fecha de de consulta: 8 de noviembre de 2017.
- García-Méndez AJ, Meave J (2012) Diversidad Florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y listas de especies). UNAM, CONABIO México. 351p.
- INEGI (2010) Perfil sociodemográfico Estados Unidos Mexicanos: Censo de población y vivienda 2010. INEGI. México. 156p.
- INEGI (2015) Banco de información INEGI. <http://www.inegi.org.mx/biinegi/>. Fecha de consulta: 7 de Octubre de 2017.
- Jiménez R (2010) Proyecto apoyo a la matriz de acciones para la integración y desarrollo energético de Centroamérica. OLADE. Guatemala. 25p.
- Linck T (1999) Tierras de uso común, regímenes de tenencia y transición agraria en México. Estudios Agrarios 12: 119-152.
- López-Arzola R (2007) El empoderamiento del manejo forestal comunitario en Oaxaca. En: Merino L, Bray DB, Deborah B (eds). Los Bosques comunitarios de México: manejo sustentable de paisajes forestales. SEMARNAT-INE. México pp: 147-162.
- Márquez-Reynoso MI, Ramírez-Marcial N, Cortina-Villar S, Ochoa-Gaona S (2017) Purpose, preferences and fuel value index of trees used for firewood in El Ocote Biosphere Reserve, Chiapas, Mexico. Biomass and Bioenergy 100: 1-9.
- Martínez GJ (2015) Cultural patterns of firewood use as a tool for conservation: a study of multiple perceptions in a semiarid region of Cordoba, Central Argentina. Journal of Arid Environments 121: 84-99.
- Masera O, Díaz R, Berrueta V (2004) Programa para el uso sustentable de la leña en México: de la construcción de estufas a la apropiación de tecnología. Congreso mundial de energía renovable. <http://www.conanp.gob.mx/dcei/entorno/images/agos206/pdf24/intprogr6088c.pdf>. Fecha de consulta: 7 noviembre de 2017.
- Meave JA, Romero-Romero MA, Salas-Morales SH, Pérez-García EA, Gallardo-Cruz JA (2012) Diversidad, amenazas y oportunidades para la conservación del bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca, México. Ecosistemas 21: 85-100.

- Meléndez J, Aboites L (2015) Para una historia del cambio alimentario en México durante el siglo XX, El arribo del gas y la electricidad a la cocina. *Revista de Historia Iberoamericana* 8: 76-101.
- Méndez F, Reyes R (2016) Análisis de las economías familiares en el bienestar de las etnias zapotecas y chatinas de la Sierra Sur de Oaxaca en 2013. *Entreciencias* 4: 109-125.
- Miranda F, Hernández-X E (1963) Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-176.
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H (1974) *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons Nueva York. 77p.
- Pennington TD, Sarukhán J (2005) *Árboles tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies*. Fondo de Cultura Económica. México. 521p.
- PNUD (2015) *Índice de desarrollo humano para las entidades federativas, México 2015*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México. 23p.
- Ramos MA, 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.
- RAN (2015) PHINA. Padrón e Historial de los Núcelos Agrarios. <https://phina.ran.gob.mx/index.php>. Fecha de consulta 7 de noviembre de 2017.
- TROPICOS (2016) Base de datos VAST del Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org/>. Fecha de consulta: 14 de diciembre de 2017.

