



**Acta Botanica
Mexicana**

Uso y manejo de la vegetación leñosa en el fundo legal de Yaxcabá, Yucatán, México

Forest use and management of woody vegetation in the fundo legal of Yaxcabá, Yucatan, Mexico

Perla Victoria Rodríguez-Sánchez¹ , Samuel I. Levy-Tacher^{1,3} , Neptalí Ramírez-Marcial¹ , Erin Ingrid Jane Estrada-Lugo² 

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: El fundo legal (FL) es una franja de vegetación forestal que delimita periféricamente a los poblados, provee de múltiples servicios ecosistémicos y forma parte de las reservas forestales comunitarias mayas de la Península de Yucatán. El objetivo de este estudio fue describir las formas de uso y manejo de la vegetación leñosa del FL por parte de los habitantes de la comunidad de Yaxcabá, Yucatán, México.

Métodos: Dentro del FL se eligieron tres secciones a partir del número de caminos identificados. En cada sección se establecieron ocho parcelas de muestreo de 400 m² (20 × 20 m) y ocho parcelas más en vegetación madura (VM). En cada parcela se midió el diámetro de los tocones y se determinó su identidad taxonómica. Se estimó la riqueza, densidad y área basal de tocones y cada sección se contrastó con sitios con VM fuera del FL y con poca evidencia de aprovechamiento. Se aplicó una encuesta cerrada a la población para detallar las formas de uso local y manejo que los habitantes hacen en el FL.

Resultados clave: Se registraron 58 especies útiles que comprenden 42 géneros y 22 familias de angiospermas, donde Fabaceae, Polygonaceae y Ebenaceae fueron las familias más abundantes. El aprovechamiento comprende una amplia variedad de especies y se cosechan pocos individuos pero el uso varía entre rumbos dentro de la comunidad; este aprovechamiento no afecta notablemente la composición de especies entre el FL y la VM.

Conclusiones: Aun cuando existen secciones del FL en las que su cobertura vegetal se encuentra degradada, las estrategias de aprovechamiento actual permiten la permanencia y conservación de la composición de especies a nivel local. La intensidad de aprovechamientos en el FL se ve reflejada por una mayor cantidad de caminos y la distancia que hay entre ellos y los recursos forestales que utilizan.

Palabras clave: conservación, manejo local, selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria.

Abstract:

Background and Aims: The fundo legal (FL) is a strip of forest vegetation that peripherally delimits the villages, provides multiple ecosystem services and is part of the mayan community forest reserves of the Yucatan Peninsula. The objective of this study was to describe the forms of use and management of FL woody vegetation by the inhabitants of the community of Yaxcabá, Yucatan, Mexico.

Methods: Within the FL, three sections were selected based on the number of roads identified. Eight sampling plots of 400 m² (20 × 20 m) and eight more plots of mature vegetation (MV) were established in each section. In each plot the diameter of the stumps was measured and their taxonomic identity was determined. The richness, diversity, density and basal area of the stumps and each section was contrasted with sampling plots with MV outside the FL and with little evidence of use. A closed survey was applied to the local people to detail the forms of local use and management that residents carry out in the FL.

Key results: There were 58 useful species that included 42 genera and 22 families of angiosperms, of which Fabaceae, Polygonaceae and Ebenaceae were the most abundant families. Harvesting includes a wide variety of species and few individuals per species are harvested, but the use varies among courses within the community; this use does not significantly affect the composition of species between FL and MV.

Conclusions: Even though there are sections of the FL in which its vegetal cover is degraded, the strategies of current use allow the permanence and conservation of the composition of species at the local level. The intensity of exploitation in the FL is reflected by a greater number of roads and the distance between them and the forest resources they use.

Key words: conservation, local management, secondary vegetation, semi-deciduous forest.

¹El Colegio de la Frontera Sur, Departamento de Conservación de la Biodiversidad. Grupo Conservación y Restauración de Bosques, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, 29290 San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

²El Colegio de la Frontera Sur, Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente, Grupo Estudios Socioambientales y Gestión Territorial, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, 29290 San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

³Autor para la correspondencia: slevy@ecosur.mx

Recibido: 15 de febrero de 2019.

Revisado: 6 de mayo de 2019.

Aceptado por Germán Carnevali Fernández-Concha: 17 de julio de 2019.

Publicado Primero en línea: 19 de septiembre de 2019.

Publicado: Acta Botanica Mexicana 127 (2020).



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional).

Citar como:

Rodríguez-Sánchez, P. V., S. I. Levy-Tacher, N. Ramírez-Marcial y E. I. J. Estrada-Lugo. 2019(2020). Uso y manejo de la vegetación leñosa en el fundo legal de Yaxcabá, Yucatán, México. Acta Botanica Mexicana 127: e1516. DOI: 10.21829/abm127.2020.1516

e-ISSN: 2448-7589

Introducción

El uso y manejo de los recursos naturales se definen por la forma en que las personas los cuidan, regulan y reparten, por lo que es importante conocer quiénes tienen acceso a ellos y cómo los usan (Arce-Ibarra y Armijo-Canto, 2011). En las comunidades mayas de la parte central de la Península de Yucatán en México, los campesinos combinan el aprovechamiento persistente (p. ej., la milpa de roza, tumba y quema) de sus recursos naturales con la conservación de los mismos mediante las reservas forestales comunitarias mayas, que pueden ser de tres tipos como son el *kaláantbi k'áax* (del maya *kaláant*=cuidar y *k'áax*=monte), los *tolche'* (del maya *t'ó'ol*=línea y *che'*=árbol) y el fundo legal (FL). Particularmente, el FL se refiere a una franja de vegetación de aproximadamente 2 km de ancho que rodea a los poblados mayas y que ocupa los terrenos comunales (Cob-Uicab et al., 2003; Levy-Tacher et al., 2016, 2019).

Dichas reservas forestales son fuente de una gran variedad florística que favorece principalmente el aprovechamiento apícola y maderable como leña y materiales de construcción. Además, constituyen espacios para las prácticas espirituales y recreativas de la población. Éstas son formas de manejo local del paisaje que se consideran comunes en gran parte de la Península de Yucatán al interactuar la selva con diversos agroecosistemas. Generalmente se mantienen por decisión y cuidado de los habitantes de la región para que puedan hacer uso de los servicios ecosistémicos que les brindan; a su vez, pueden formar redes de conectividad estructural que permitan el paso de fauna y la permanencia de la flora local (Levy-Tacher et al., 2010, 2012, 2016, 2019).

Actualmente, en las comunidades campesinas de la Península de Yucatán es posible encontrar áreas destinadas voluntariamente para la conservación (Elizondo y López-Merlín, 2009). La diferencia entre este tipo de reservas y las reservas forestales comunitarias mayas es que las primeras están bajo regulación federal y las segundas se regulan bajo los criterios de los propios usuarios. En otras partes del mundo se pueden encontrar áreas forestales análogas al FL con fines de conservación y aprovechamiento a partir de acuerdos locales. Tal es el caso de los bosques sagrados en diferentes países de África, Asia y Europa (Hughes y Chandran, 1998; Colding y Folke, 2001; Mgumia y Oba,

2003; Bhagwat y Rutte, 2006; Kokou et al., 2008; Sheridan y Nyamweru, 2008; Dudley et al., 2010), que son fragmentos del paisaje, generalmente de ecosistemas propios o definidos como prístinos de la región. Están delimitados y protegidos por las sociedades humanas al establecer reglas para su conservación. Su finalidad es mantener la relación entre la naturaleza y lo divino como ha sucedido con diversas culturas en todo el mundo, de tal manera que muestran las interacciones sociales con los ecosistemas locales. En este sentido, los bosques sagrados denotan un interés ecológico y cultural pues son quizá ejemplos de propiedad y autonomía local (Hughes y Chandran, 1998).

A la fecha, no se ha encontrado que existan prácticas religiosas vinculadas al manejo y aprovechamiento de la vegetación leñosa del FL; sin embargo, se sabe que la persistencia de estas reservas forestales se fundamenta en normas locales efectivas que permiten su conservación (Levy-Tacher et al., 2012, 2016, 2019). En la mayoría de las naciones tropicales, la deforestación de sus bosques se debe principalmente al cambio en el uso del suelo para su aprovechamiento agropecuario, forestal y para el desarrollo urbano (FAO, 2016; Morales et al., 2007). En este contexto, diversos sectores de la sociedad, incluida la comunidad científica, enfrentan un dilema entre la conservación y el uso de los recursos naturales; sin embargo, hay evidencia de que la conservación y el uso de la tierra son reconciliables (Harvey et al., 2005; McNeely y Scherr, 2003; Schroth et al., 2004; Bray et al., 2004; Ellis y Porter, 2008). Algunos autores (Green et al., 2005; Grau y Aide, 2008) mencionan que la conservación y el aprovechamiento son prácticas divergentes, por lo que limitan las acciones colectivas como alternativas para el manejo sustentable de los recursos naturales. No obstante, si se conserva a partir de las prácticas culturales es posible diseñar estrategias que permitan definir qué conservar, cómo y en qué momento hacerlo (Ostrom, 1990; Escobar, 1999; Guzmán-Chávez, 2006). En este sentido, existe una fuerte controversia en cuanto a las estrategias que permitan proteger los bosques tropicales y a su vez que las poblaciones locales también puedan hacer uso de ellos (Bray et al., 2008; Ruiz-Pérez et al., 2005; Hayes, 2006; Nepstad et al., 2006). Dadas las muchas formas emergentes de manejo comunitario de bosques que permiten diversos niveles de control sobre el acceso a ellos, es

posible probar sistemáticamente la “hipótesis de bosques comunitarios” que van más allá del concepto de manejo forestal comunitario enfocada en la comercialización de productos forestales maderables y no maderables (Bray et al., 2003). Esta hipótesis plantea que el aprovechamiento de los bosques, bajo las formas de uso tradicionales campesinas, constituye la mejor opción para mantener, o incluso mejorar sus modos de vida con niveles mínimos de degradación en sus recursos naturales (Molnar et al., 2004). Estas formas de manejo constituyen las mejores opciones de aprovechamiento bajo las condiciones históricas, socioeconómicas, culturales y ecológicas locales (Levy-Tacher et al., 2012, 2016, 2019). Al respecto, varios autores demuestran que las diferentes formas de manejo comunitario son compatibles con el mantenimiento de los bosques y la conservación de la biodiversidad (McNeely y Scherr, 2003; Bray et al., 2004, 2008; Schroth et al., 2004; Harvey et al., 2005; Ruiz-Pérez et al., 2005; Hayes, 2006; Nepstad et al., 2006; Ellis y Porter, 2008).

Para poder acercarnos a las hipótesis de aprovechamiento y conservación simultánea, se planteó como objetivo describir las prácticas de manejo y aprovechamiento que se llevan a cabo en la vegetación leñosa del FL que rodea a la cabecera municipal de Yaxcabá, ubicado en la zona centro sur de la Península de Yucatán. Para ello fue importante entender las relaciones que sus habitantes establecen al usar y mantener esta reserva forestal y conocer si existen diferencias de aprovechamiento dentro del mismo FL; posteriormente se contrastaron los datos ecológicos con vegetación madura (VM) para definir el grado de conservación.

Materiales y Métodos

Área de estudio

Se encuentra ubicada en la cabecera municipal de Yaxcabá en el estado de Yucatán, entre las coordenadas 20°12' y 20°46'N y 88°34' y 89°02'O, a una altitud promedio de 28 m s.n.m. (Fig. 1). El municipio cuenta con 1478.419 km² de superficie, en 2009 contaba con 14,802 habitantes distribuidos en 52 localidades y exclusivamente para la cabecera municipal tenía 3007 habitantes en 8.19 km² (INEGI, 2009; 2010).

El paisaje kárstico de la Península de Yucatán le confiere a Yaxcabá ondulaciones altas conocidas por los cam-

pesinos como “altillos” o *hollum* que se caracterizan por poseer suelos delgados y pedregosos (leptosoles) y otras más bajas denominadas como *kankab*, que son luvisoles fértiles, apropiados para uso agrícola (Miranda, 1958; Robles-Ramos, 1959; Illsley, 1984). En cuanto a su hidrología, no existen corrientes superficiales pero sí subterráneas y Yaxcabá se ubica dentro del anillo de cenotes de la Península de Yucatán (CNA, 1997). El clima que predomina es cálido subhúmedo (Aw) con lluvias en verano (García, 2004) que favorece el establecimiento de selva mediana subcaducifolia (Miranda, 1958; Pennington y Sarukhán, 2005). La principal forma de aprovechamiento de la vegetación en la región es mediante el sistema de producción agrícola de roza, tumba y quema, donde los campesinos dejan algunos tocones de especies resistentes al fuego que tienen una alta capacidad de regeneración; esto propicia y mantiene la abundancia de especies como *Piscidia piscipula* (L.) Sarg. y *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (Miranda, 1958; Hernández-X et al., 1995). En algunos casos existen espacios que se cuidan para la conservación de la cubierta vegetal, como ocurre con el FL, los *tolche'* y algunas propiedades privadas donde es posible encontrar vegetación madura (Illsley, 1984; Hernández-X et al., 1995; Rodríguez-Sánchez et al., 2019).

Sitios de muestreo

Para definir la ubicación de los sitios de muestreo y la intensidad de los aprovechamientos, se realizó el trazo de todos los caminos existentes al interior de la vegetación del FL. Para ello se hicieron recorridos con un GPS eTrex 20x Garmin (Garmin, Olathe, Kansas, EUA) que permitió plasmar cada camino en un mapa (Fig. 1). Para los recorridos se contó con el apoyo de tres guías de la localidad que fueron elegidos con base en su experiencia y conocimiento de los aspectos ecológicos, botánicos, agrícolas y logísticos de la comunidad de Yaxcabá. Posteriormente, se realizó el trazo y descripción de los caminos más transitados y a partir de ellos fue posible dividir el FL en secciones de las cuales sólo se seleccionaron tres para realizar los muestreos (Fig. 1).

Orientación de caminos (*noj bej* y *tuul bej*) dentro del fundo legal

Se denominó como camino principal (*noj bej* en maya) a aquellos que son permanentes debido al tránsito constante

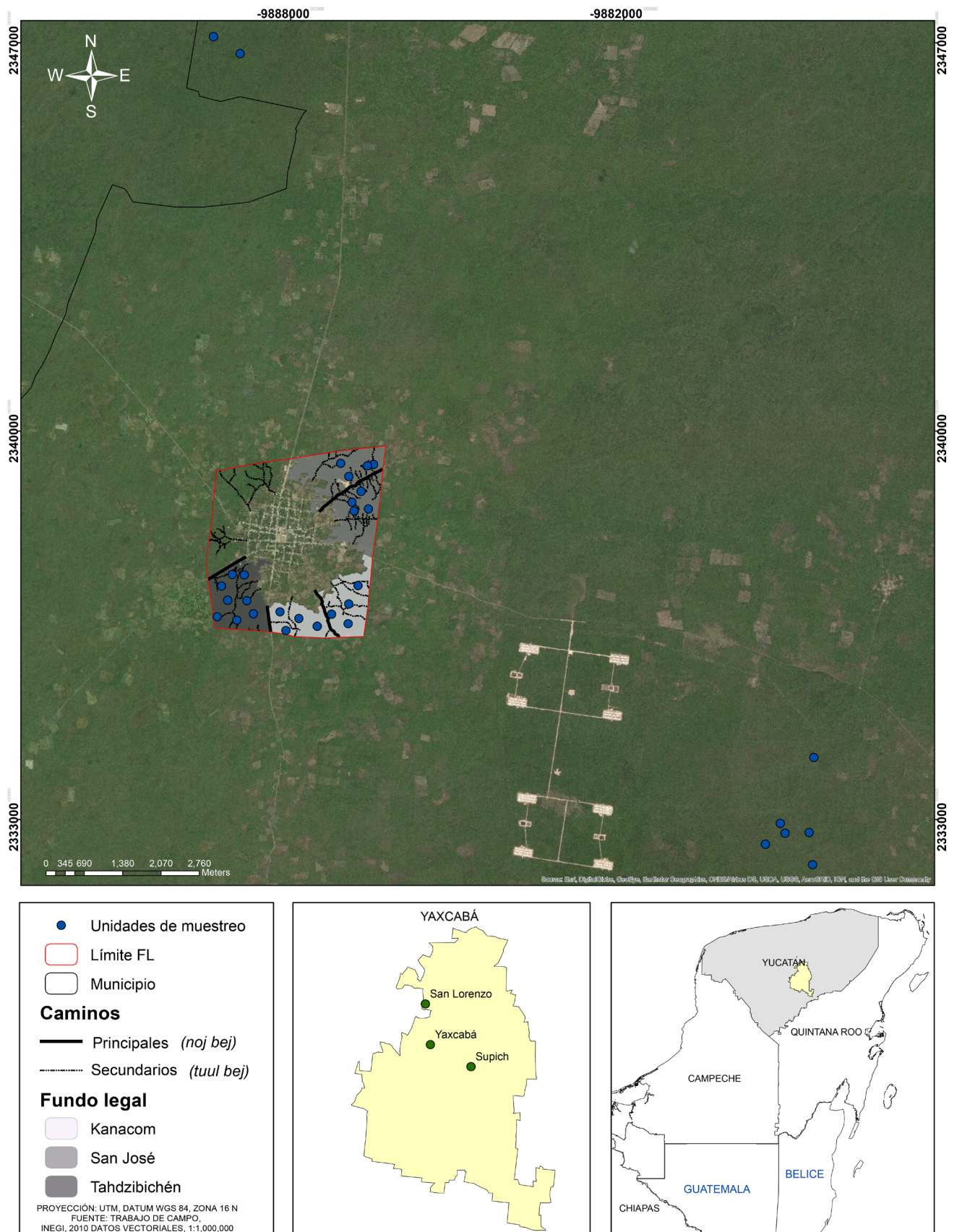


Figura 1: Mapa de localización del fundo legal de Yaxcabá, Yucatán, México. Las áreas sombreadas indican las secciones del fundo legal en donde se muestreo.

de los campesinos; localmente son caminos que llevan a los diferentes “rumbos” entre los que se encuentran sus milpas y apiarios (Estrada-Lugo, 2005; Estrada-Lugo et al., 2011). Generalmente, los caminos principales pueden ser angostos (40 o 50 cm de ancho) y algunos pocos tan amplios que pueden pasar vehículos (3 a 4 m de ancho). A su vez, los caminos secundarios (*tuul bej*) son aquellos que generalmente permiten el acceso a las zonas más internas del FL y por lo regular todos son angostos (40 cm de ancho en promedio) y con menor tránsito de personas. Tanto *noj bej* como *tuul bej* sirven también como caminos de arrastre para extraer maderas. Algunos caminos como los *tuul bej* pueden desaparecer con el tiempo, o bien, pueden permanecer debido al tránsito constante.

La primera sección elegida del FL es nombrada como camino al rumbo de San José en dirección noreste (Fig. 1), es el único camino que permite el tránsito habitual de vehículos. Este camino se amplió en 1998 para realizar extracción de arena (banco de arena). La segunda sección del FL se ubica al sureste de la cabecera municipal, es un *tuul bej* permanente y angosto denominado como antiguo camino al rumbo de Kanacom, ya que solía ser la principal vía de acceso hacia esa localidad. Sin embargo, al realizarse el trazo de carreteras quedó en desuso y actualmente

permanece como camino para llegar a milpas y apiarios. Este camino es el más alejado de la cabecera municipal. En la tercera sección del FL, en dirección suroeste, no se reconoció un camino principal, sin embargo, se encuentra entre dos caminos pavimentados y reconocidos por los habitantes como camino al rumbo de Tixcaltuyub y camino a Tahdzibichén.

Aprovechamiento de especies leñosas del FL

Para evaluar la intensidad y frecuencia de los aprovechamientos se establecieron ocho unidades de muestreo (UM) de 400 m² (20 × 20) por cada sección, es decir, 24 UM al interior del FL. Fuera del FL, sólo se localizó VM dentro de dos ranchos denominados como San Lorenzo y Supich; en total se establecieron 8 UM. En cada UM se midió el diámetro de todos los tocones y el área basal se calculó a partir de su diámetro (Newton, 2007). El muestreo en la VM fue menor debido a la poca disponibilidad de áreas con vegetación con poco aprovechamiento y largos periodos de barbecho. Los tocones se clasificaron en tres categorías cualitativas (Fig. 2) que hicieron referencia al tiempo en que fueron aprovechados. Cada categoría se determinó con base en la experiencia de los guías locales y a la experiencia adquirida en campo:



Figura 2: Tipos de tocones: A. tocón reciente; B. tocón intermedio; C. tocón antiguo con rebrotes leñosos; D. tocón antiguo con múltiples rebrotes jóvenes; E. tocón antiguo en estado de descomposición. Fotografías: Perla Victoria Rodríguez Sánchez.

1) Recientes, tocones con poco tiempo de haber sido cortados, con apariencia íntegra de la madera y generalmente de colores claros (<1 año de haber sido cortados; Fig. 2A).

2) Intermedios, tocones aún constituidos, con maderas de coloraciones ligeramente oscurecidas y con evidencia de haber iniciado un proceso de desintegración o pérdida de la corteza (entre uno y menos de cinco años de haber sido cortados; Fig. 2B).

3) Antiguos, tocones de maderas ennegrecidas y generalmente en proceso de descomposición, algunos tocones se consideraron antiguos por la presencia y tamaño de los rebrotes a su alrededor (≥ 5 años; Figs. 2C-E).

Composición de la vegetación leñosa aprovechada en el FL

Se elaboró un catálogo botánico que sirvió para corroborar las especies leñosas registradas en todas las UM. Debido a que sólo se midieron los tocones, se pudo verificar su identidad botánica en campo a partir de los rebrotes y las cortezas; para ello, la experiencia de los guías locales fue imprescindible. La identificación taxonómica se realizó en algunos casos a partir de los nombres mayas y referencias cruzadas con los listados florísticos de Barrera-Marín et al., 1976; Illsley, 1984; Sosa et al., 1985; Levy-Tacher, 1990; Carnevali-Fernández-Concha et al., 2010. Con esta información se determinó la riqueza de especies. Posteriormente, las muestras del catálogo botánico se cotejaron con ejemplares del herbario de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal (CH), literatura especializada (Standley, 1920; Standley y Steyermark, 1946; Standley y Williams, 1966, 1967, 1969, 1975; Borhidi, 2006) y con herbarios virtuales (JSTOR, 2018). La nomenclatura botánica se estandarizó mediante la base taxonómica de The Plant List (TPL, 2013) del Royal Botanic Gardens Kew y el Missouri Botanical Garden (TROPICOS, 2019). Con la información recabada se elaboró un listado que incluye las especies leñosas aprovechadas, su abundancia, categoría de riesgo de acuerdo con la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2017) y los endemismos de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán que incluye además al Petén de Guatemala y los tres departamentos del norte de Belice.

Aprovechamiento de la vegetación del FL a partir de la percepción de los habitantes de la comunidad

La evaluación de los aprovechamientos de las especies leñosas se complementó con información recopilada a través de charlas informales sin una guía previa y con una encuesta cerrada aplicada de manera dirigida. Las preguntas de la encuesta se orientaron a conocer principalmente el uso de leña y materiales para la construcción y su intensidad y frecuencia de aprovechamiento dentro del FL, así como la importancia y cuidado de la vegetación del FL a partir de la percepción de la comunidad local. A partir de los datos proporcionados por el sector salud de Yaxcabá y otros recopilados de INEGI (2015), la cabecera municipal de Yaxcabá se divide en cuatro sectores que abarcan una población que oscila entre los 2460 y 3007 habitantes en aproximadamente 877 hogares, de los cuales 680 están incluidos en la muestra seleccionada en tres de los cuatro sectores de la cabecera municipal. Dicha encuesta se realizó en julio de 2017 y para cada sector (sección del FL) se aplicaron 22 encuestas dando un total de 66 hogares encuestados. Por hogar se entiende al conjunto de personas que pueden ser o no familiares, pero que comparten la misma vivienda y se sostienen de un gasto común (INEGI, 2015).

Dado que gran parte de la población habla maya, se requirió del apoyo de una traductora local con buen dominio del idioma español-maya, maya-español y con experiencia en aplicación de encuestas. Los métodos para la elaboración, aplicación y análisis de las encuestas se basan en distintos autores (Blanco, 1996; Hernández-Sampieri et al., 2010; Allendorf et al., 2014). Las encuestas fueron aplicadas principalmente a los responsables y/o proveedores de cada hogar o a cualquier otro integrante mayor de 18 años que pudiera proporcionar información acerca de los recursos que utilizan en el hogar.

Análisis de datos

Se utilizó un modelo lineal general univariante para evaluar las diferencias en cuanto a riqueza, densidad, área basal y diversidad de tocones entre los tres sectores del FL y la VM. Para los valores de aprovechamiento se aplicó la transformación angular arcoseno (Dytham, 2011) y en el caso de la encuesta, las variables y atributos fueron analizados a través

de tablas de frecuencia. Todos los análisis se realizaron en el programa estadístico SPSS ver. 15.0 (SPSS Inc. Released, 2006).

Resultados

Aprovechamiento de la vegetación leñosa del FL

En el análisis de tocones, se encontraron diferencias de aprovechamiento por camino. En el Cuadro 1, se resumen los valores de las medias para riqueza de especies, densidad y área basal; cada variable resultó significativa entre los rumbos. El camino al rumbo de San José es la sección con mayor intensidad de aprovechamiento, posteriormente Tahdzibichén y por último Kanacom, con pocos tocones registrados.

Especies aprovechadas dentro del FL

Se contabilizaron 1301 tocones que corresponden a 58 especies dentro de 42 géneros y 22 familias de angiospermas (Cuadro 2). El mayor número de tocones corresponde a especies de la familia Fabaceae (604 tocones), Polygonaceae (212) y Ebenaceae (113). Estas tres familias representan el 71.4% de todos los tocones registrados para el muestreo en el FL; el resto corresponde a diferentes familias en las que se concentran 372 tocones (28.6%). De las 58 especies, 10 son endémicas y cinco se encuentran en alguna categoría de riesgo. En el Cuadro 3, se muestran los 19 tocones registrados en VM que corresponden a seis especies dentro de seis géneros y cinco familias. Para ambos casos se contrastó el número de tocones con el número de leñosas en pie a partir de los datos registrados por Rodríguez-Sánchez et al. (2019).

Cuadro 1: Comparación de medias por camino para tocones dentro del fundo legal y vegetación madura (VM); valores de p para diferencias de aprovechamiento entre los caminos. Riqueza (no. de especies), densidad (no. de individuos) y área basal (m²/ha); letras diferentes entre las columnas denotan diferencias significativas (Tukey $\alpha=0.05$).

| Variables | Caminos dentro del fundo legal | | | VM | p≤0.05 |
|------------|--------------------------------|--------------|---------|---------------------|--------|
| | San José | Tahdzibichén | Kanacom | San Lorenzo, Supich | |
| Riqueza | 17.38a | 13.63ab | 9.50b | 1.13c | <0.001 |
| Densidad | 67.25a | 63.13ab | 32.25bc | 2.38c | <0.001 |
| Área basal | 5.55a | 4.58ab | 2.38bc | 0.55c | <0.001 |

Las especies más aprovechadas dentro del FL fueron: *Lonchocarpus yucatanensis* Pittier (146 tocones, 11.2%), *Caesalpinia gaumeri* Greenm. (144; 11.1%) y *Mimosa bahamensis* Benth (109; 8.4%). Posteriormente *Coccoloba barbadensis* Jacq. (84; 6.5%), *Neomillspaughia emarginata* (H. Gross) S.F. Blake (81; 6.2%) y *Croton reflexifolius* Kunth (82; 6.3%) (Fig. 3). Los rumbos hacia San José y Tahdzibichén tienen una densidad de tocones similar, 538 y 505 tocones respectivamente y en menor medida, el rumbo a Kanacom con 258 tocones (Cuadro 4).

A partir del análisis de los tocones por camino, en el Cuadro 4 se muestra que en San José se aprovechan una mayor riqueza (50 especies; 80.6%) y densidad (538 individuos; 27.3%) de leñosas que equivalen a 44.3 m²/ha de área basal (19.01%), seguido de Tahdzibichén y posteriormente Kanacom. Los muestreos en VM representan un aprovechamiento considerablemente bajo. Esto se corrobora en el Cuadro 5 donde se muestra que el aprovechamiento es estadísticamente diferente entre los caminos del FL.

Temporalidad de aprovechamiento

En cuanto a la temporalidad de aprovechamiento (Cuadro 6), se encontró que de los 1301 tocones registrados, 80% concentra leñosas que fueron aprovechadas hace ≥5 años aproximadamente (tocones antiguos), 16% corresponde a tocones aprovechados entre 1 y 4 años (tocones intermedios). Por último, son pocos los registros de leñosas de reciente aprovechamiento; sin embargo, se tiene registro fotográfico (Fig. 4) de cargas de leña y maderas para palizadas dentro del FL. San José es el camino en el que se encontró mayor registro de tocones.

Aprovechamiento de la vegetación leñosa del FL a partir de la encuesta

Características socioeconómicas

En general, los encuestados tenían una edad entre 50 y 59 años; 23% fueron mujeres y 77% hombres en los que predomina el nivel básico de estudios (primaria y secundaria). La principal actividad a la que se dedican es la agricultura (52%) y en algunos casos complementan sus ingresos familiares a través de la apicultura, pequeños negocios o con empleos temporales cuando el trabajo en la milpa termina.

Cuadro 2: Densidad de tocones respecto a la densidad de árboles en pie de las especies aprovechadas dentro del fundo legal de Yaxcabá, Yucatán, México, categorías de riesgo y endemismos. ●=especies de alto aprovechamiento con bajas abundancias; E-PBPY=especies endémicas a la Provincia Biótica de la Península de Yucatán. De acuerdo con la UICN (2017): LR/LC=especies de bajo riesgo/baja preocupación; LR/NT=especies de bajo riesgo/casi amenazado; EN=especies en peligro. *Datos obtenidos de Rodríguez-Sánchez et al., 2019.

| No. | Familia/Especie | Nombre maya | No. de tocones | No. de leñosas* | % de ind. aprovechados | Categoría de riesgo y endemismos |
|----------------------|---|-----------------------|----------------|-----------------|------------------------|----------------------------------|
| Annonaceae | | | | | | |
| 1 | <i>Mosannona depressa</i> (Baill.) Chatrou | elemuy | 1 | 10 | 0.08 | |
| Apocynaceae | | | | | | |
| 2 | <i>Tabernaemontana amygdalifolia</i> Jacq. | uts'ub-pek | 4 | 6 | 0.31 | |
| Bixaceae | | | | | | |
| 3 | <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng. | chu'um | 1 | 41 | 0.08 | |
| Boraginaceae | | | | | | |
| 4 | <i>Bourreria pulchra</i> (Millsp.) Millsp. | bakalche' | 31 | 167 | 2.38 | |
| Burseraceae | | | | | | |
| 5 | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. | chakah | 2 | 296 | 0.15 | |
| Celastraceae | | | | | | |
| 6 | <i>Elaeodendron xylocarpum</i> (Vent.) DC. | boob ch'iich' | 30 | 180 | 2.31 | |
| Ebenaceae | | | | | | |
| 7 | <i>Diospyros anisandra</i> S.F. Blake | kakalche' | 50 | 325 | 3.84 | |
| 8 | <i>Diospyros tetrasperma</i> Sw. | siliil | 45 | 203 | 3.46 | |
| 9 | <i>Diospyros yucatanensis</i> Lundell var. <i>longipedicellata</i> Lundell | pisí'tit | 18 | 81 | 1.38 | E-PBPY |
| Euphorbiaceae | | | | | | |
| 10 | <i>Croton reflexifolius</i> Kunth | p'ele'es k'uuch | 82 | 298 | 6.3 | |
| Fabaceae | | | | | | |
| 11 | <i>Acacia gaumeri</i> S.F. Blake | box katsin | 12 | 13 | 0.92 | UICN: LR/NT; E-PBPY |
| 12 | <i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth. | chi'may | 1 | 2 | 0.08 | |
| 13 | <i>Acacia</i> sp. | subinche' | 2 | 1 | 0.15 | |
| 14 | <i>Bauhinia divaricata</i> L. | sak ts'ulub took' | 14 | 58 | 1.08 | |
| 15 | <i>Bauhinia unguolata</i> L. | chak ts'ulub took' | 21 | 48 | 1.61 | |
| 16 | <i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm. ● | kitimche' | 144 | 154 | 11.07 | |
| 17 | <i>Caesalpinia violacea</i> (Mill.) Standl. | chakte' | 1 | 0 | 0.08 | |
| 18 | <i>Caesalpinia yucatanensis</i> Greenm. | ta'k'inche' | 2 | 14 | 0.15 | |
| 19 | <i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose var. <i>leucospermum</i> (Brandeggee) Barneby & J.W. Grimes | ya'ax-ek' | 4 | 1 | 0.31 | UICN: LR/LC |

Cuadro 2: Continuación

| No. | Familia/Especie | Nombre maya | No. de tocones | No. de leñosas* | % de ind. aprovechados | Categoría de riesgo y endemismos |
|----------------------|---|---------------|----------------|-----------------|------------------------|----------------------------------|
| 20 | <i>Diphysa yucatanensis</i> A.M. Hanan & M. Sousa | tsutsuk | 24 | 7 | 1.84 | UICN: LR/LC; E-PBPY |
| 21 | <i>Gliricidia maculata</i> (Kunth) Kunth ex Walp. | sak yab | 18 | 3 | 1.38 | E-PBPY |
| 22 | <i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose | chukum | 22 | 77 | 1.69 | E-PBPY |
| 23 | <i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth. | katsim | 3 | 46 | 0.23 | UICN: LR/LC |
| 24 | <i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier | xu'ul | 146 | 446 | 11.22 | E-PBPY |
| 25 | <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth. | tsalam | 40 | 135 | 3.07 | |
| 26 | <i>Mimosa bahamensis</i> Benth. ● | sak katsim | 109 | 28 | 8.38 | |
| 27 | <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. | sak ja'bin | 39 | 129 | 3 | |
| 28 | <i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby | tu'ja'che' | 2 | 3 | 0.15 | |
| Lamiaceae | | | | | | |
| 29 | <i>Vitex gaumeri</i> Greenm. | ya'ax nik | 2 | 15 | 0.15 | UICN: EN |
| Malpighiaceae | | | | | | |
| 30 | <i>Bunchosia</i> sp. | | 1 | 1 | 0.08 | |
| 31 | <i>Bunchosia swartziana</i> Griseb. | sipche' | 4 | 85 | 0.31 | |
| 32 | <i>Malpighia emarginata</i> DC. | guayabte' | 11 | 113 | 0.85 | |
| Malvaceae | | | | | | |
| 33 | <i>Helicteres baruensis</i> Jacq. | sutup | 3 | 1 | 0.23 | |
| 34 | <i>Luehea speciosa</i> Willd. | k'askat | 21 | 64 | 1.61 | |
| 35 | <i>Trichospermum</i> sp. (cf. <i>Trichospermum lessertianum</i> (Hochr.) Dorr) | holol | 1 | 1 | 0.08 | |
| Myrtaceae | | | | | | |
| 36 | <i>Eugenia foetida</i> Pers. | sak loob | 4 | 53 | 0.31 | |
| 37 | <i>Eugenia</i> sp. (cf. <i>Eugenia gaumeri</i> Standl.) | jirimich | 9 | 65 | 0.69 | |
| 38 | <i>Eugenia</i> sp. 1 | chakni' | 19 | 121 | 1.46 | |
| 39 | <i>Eugenia</i> sp. 2 | pichi'che' | 12 | 86 | 0.92 | |
| Nyctaginaceae | | | | | | |
| 40 | <i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm. | tats'i' | 14 | 126 | 1.08 | |
| Polygonaceae | | | | | | |
| 41 | <i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq. | boob | 84 | 209 | 6.46 | |
| 42 | <i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe | ts'its'ilche' | 47 | 1259 | 3.61 | |
| 43 | <i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F. Blake | tsaytsa' | 81 | 506 | 6.23 | E-PBPY |
| Primulaceae | | | | | | |
| 44 | <i>Ardisia</i> sp. | chulultsup | 11 | 49 | 0.85 | |
| 45 | <i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö subsp. <i>macrocarpa</i> | chaksik'in | 1 | 5 | 0.08 | |

Cuadro 2: Continuación

| No. | Familia/Especie | Nombre maya | No. de tocones | No. de leñosas* | % de ind. aprovechados | Categoría de riesgo y endemismos |
|--------------------|--|-------------------|----------------|-----------------|------------------------|----------------------------------|
| Rhamnaceae | | | | | | |
| 46 | <i>Colubrina greggii</i> S. Watson var. <i>yucatanensis</i> M.C. Johnst. | churumay | 3 | 14 | 0.23 | E-PBPY |
| Rubiaceae | | | | | | |
| 47 | <i>Exostema caribaeum</i> (Jacq.) Schult. | sabakche' | 7 | 24 | 0.54 | E-PBPY |
| 48 | <i>Guettarda combsii</i> Urb. | tasta'ab | 4 | 16 | 0.31 | |
| 49 | <i>Guettarda elliptica</i> Sw. | kibche' | 32 | 344 | 2.46 | |
| 50 | <i>Machaonia lindeniana</i> Baill. | k'uch'el | 27 | 185 | 2.08 | |
| 51 | <i>Randia</i> sp. | | 1 | 10 | 0.08 | |
| Salicaceae | | | | | | |
| 52 | <i>Casearia laetioides</i> (A. Rich.) Northr. | tamay | 3 | 6 | 0.23 | |
| Sapindaceae | | | | | | |
| 53 | <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk. | k'anchunup | 15 | 95 | 1.15 | E-PBPY |
| Sapotaceae | | | | | | |
| 54 | <i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees ex Standl. | chi' keejil | 7 | 15 | 0.54 | |
| Violaceae | | | | | | |
| 55 | <i>Hybanthus yucatanensis</i> Millsp. | sak baake kaan | 2 | 4 | 0.15 | |
| 56-58 | Desconocidos | | 7 | 19 | 0.54 | |
| Total | | | 1301 | 6263 | 100.00 | |

Cuadro 3: Densidad de tocones respecto a la densidad de árboles en pie de las especies aprovechadas dentro de la vegetación madura de Yaxcabá, Yucatán, México y sus endemismos. ●=especies de alto aprovechamiento con bajas abundancias; E-PBPY=especies endémicas de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán. *Datos obtenidos de Rodríguez-Sánchez et al., 2019.

| No. | Familia/Especie | Nombre maya | No. de tocones | No. de leñosas* | % de ind. aprovechados | Endemismo |
|------------------------|---|-------------|----------------|-----------------|------------------------|-----------|
| Boraginaceae | | | | | | |
| 1 | <i>Bourreria pulchra</i> (Millsp.) Millsp. | bakalche' | 1 | 65 | 5.26 | |
| Erythroxylaceae | | | | | | |
| 2 | <i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan | ikche' | 1 | 45 | 5.26 | |
| Fabaceae | | | | | | |
| 3 | <i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm. ● | kitimche' | 3 | 77 | 15.79 | |
| 4 | <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. | sak ja'bin | 12 | 142 | 63.16 | |
| Polygonaceae | | | | | | |
| 5 | <i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F. Blake | tsaytsa' | 1 | 162 | 5.26 | E-PBPY |
| Sapindaceae | | | | | | |
| 6 | <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk. | k'anchunup | 1 | 46 | 5.26 | E-PBPY |
| Total | | | 19 | 537 | 100.00 | |

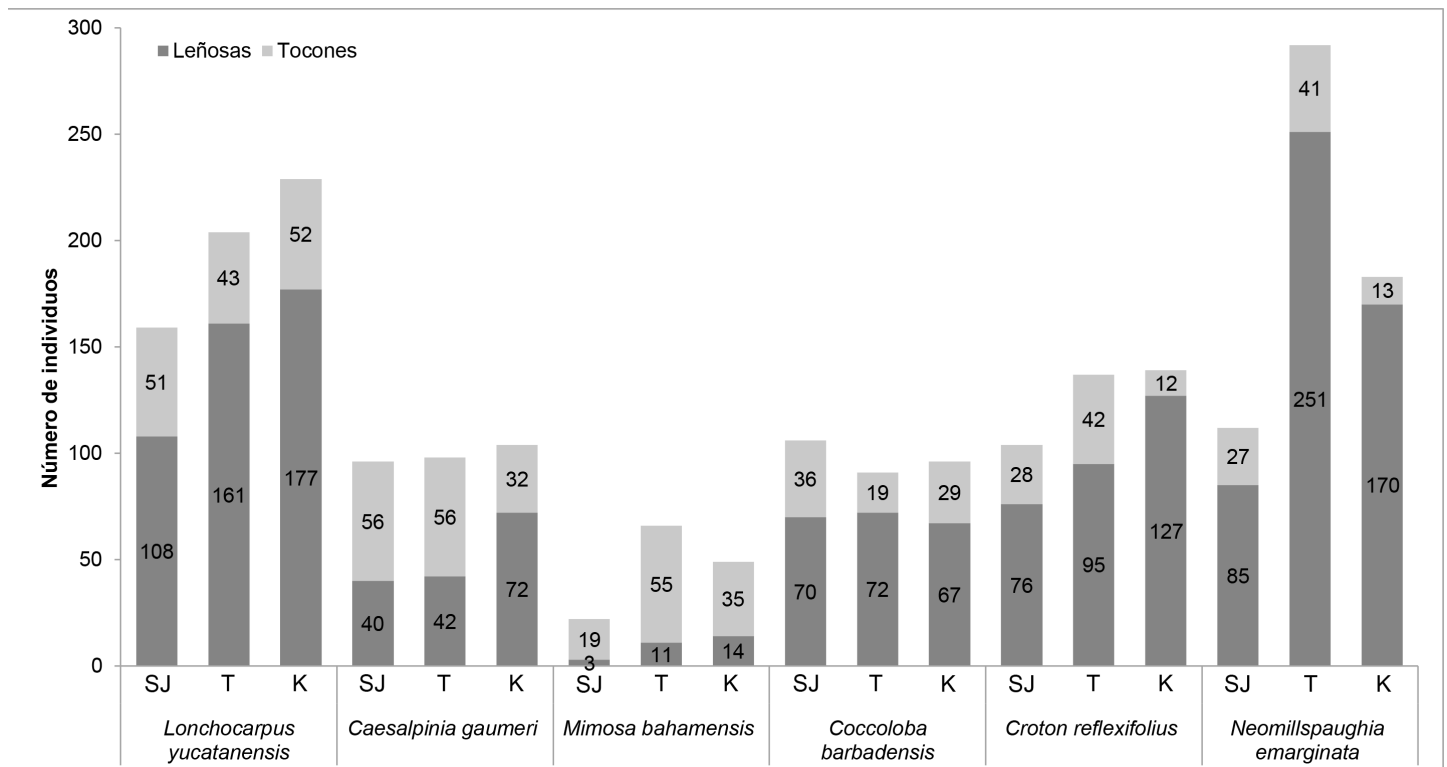


Figura 3: Abundancia de tocones y de leñosas en pie de las especies más aprovechadas, comparadas por caminos dentro del fundo legal de Yaxcabá, Yucatán, México. SJ: San José; T: Tahdzibichén; K: Kanacom.

Cuadro 4: Número de individuos de leñosas, tocones y porcentaje de aprovechamiento para cada camino del fundo legal (FL) y la vegetación madura (VM) en Yaxcabá, Yucatán, México. Los datos de los atributos evaluados son la suma acumulada de las 8 UM que equivalen a 3200 m² por camino. Riqueza (no. de especies), densidad (no. de individuos) y área basal (m²/ha). *Datos obtenidos de Rodríguez-Sánchez et al., 2019.

| Sitio de muestreo | Caminos | | Riqueza | Densidad | Área basal |
|-------------------|----------------------|-------------------|---------|----------|------------|
| FL | San José | Leñosas* | 62 | 1967 | 233.57 |
| | | Tocones | 50 | 538 | 44.39 |
| | | % aprovechamiento | 80.65 | 27.35 | 19.01 |
| | Tahdzibichén | Leñosas* | 66 | 2228 | 216.57 |
| | | Tocones | 39 | 505 | 36.61 |
| | | % aprovechamiento | 59.09 | 22.67 | 16.90 |
| | Kanamom | Leñosas* | 53 | 2231 | 219.68 |
| | | Tocones | 30 | 258 | 19.02 |
| | | % aprovechamiento | 56.60 | 11.56 | 8.66 |
| VM | San Lorenzo y Supich | Leñosas* | 61 | 2190 | 320.19 |
| | | Tocones | 6 | 19 | 4.43 |
| | | % aprovechamiento | 9.84 | 0.87 | 1.38 |

Cuadro 5: Comparación de medias para porcentaje de aprovechamiento y diferencias estadísticas (p) por camino dentro del fundo legal de Yaxcabá, Yucatán, México. Riqueza (no. de especies), densidad (no. de individuos) y área basal (m²/ha); letras diferentes entre las columnas denotan diferencias significativas (Tukey $\alpha=0.05$).

| Variables | C a m i n o s | | | p≤0.05 |
|------------|---------------|--------------|---------|--------|
| | San José | Tahdzibichén | Kanacom | |
| Riqueza | 63.48a | 49.23ab | 36.98b | 0.009 |
| Densidad | 28.57a | 23.50ab | 12.13b | 0.012 |
| Área basal | 19.84a | 17.56ab | 9.39b | 0.031 |

Cuadro 6: Temporalidad de aprovechamiento forestal a partir del número de tocones registrados para cada camino y porcentaje de tocones sólo para el fundo legal de Yaxcabá, Yucatán, México. FL: fundo legal; VM: vegetación madura.

| Sitio de muestreo | Caminos | Reciente | Intermedio | Antiguo | No. total de tocones |
|-------------------|----------------------|----------|------------|---------|----------------------|
| FL | San José | 15 | 106 | 417 | 538 |
| | Tahdzibichén | 24 | 85 | 396 | 505 |
| | Kanacom | 8 | 20 | 230 | 258 |
| VM | San Lorenzo y Supich | 1 | 1 | 17 | 19 |
| | Total de tocones | 47 | 211 | 1043 | 1301 |
| | % | 4 | 16 | 80 | 100 |

El 21% de los encuestados son empleados en actividades como la albañilería o como prestadores de servicios fuera de la localidad. El 9% corresponde a hogares que se mantienen sólo de su negocio como carpinterías, zapaterías, papelerías o venta de alimentos. El resto de los encuestados son personas que están pensionadas o que son mantenidas por otros miembros de su familia.

Usos de la vegetación leñosa del FL

A partir del análisis de aprovechamiento por caminos hacia los tres rumbos, 88% de todos los encuestados utilizan leña y maderas en sus hogares. No obstante, 30% de ellos compran su leña y madera donde el camino al rumbo de Tahdzibichén cubre 55% del total que se compra. En Kanacom la tendencia es extraer la leña y madera del FL en la misma

proporción en que se realiza en la milpa. En cambio, en el camino a San José se registró mayor número de familias que la extraen de la milpa y en menor medida del FL.

De los recursos que se obtienen exclusivamente del FL, en los caminos a los rumbos de Kanacom y San José usan leña como el principal combustible para la preparación de alimentos y como materiales de construcción utilizan maderas y piedras. Las maderas sirven para la construcción de casas, gallineros y palapas y la extracción de piedra para el cimiento de las casas, la construcción de albarradas o para preparar el *piib*, que es un horno subterráneo en el que se calientan piedras para cocer alimentos que se ofrecen en ceremonias o para la cocina secular (Thompson, 1975). Del FL también se aprovechan plantas medicinales (varias herbáceas y leñosas), cortezas de árboles como el *chukum* (*Havardia albicans* (Kunth) Britton & Rose) para pintar pieles y frutos como el *sak paj* o grosella de monte (*Byrsonima bucidifolia* Standl.) y el *ch'om* o piñuela (*Bromelia karatas* L.). Sin embargo, más de 50% de los encuestados en los tres caminos han dejado de obtener recursos del FL.

La frecuencia con la que extraen recursos maderables exclusivamente del FL es mayor en el camino hacia el rumbo de Kanacom que va de una a cinco veces a la semana para la leña y de una a dos veces al año madera para construcción. Con la misma tendencia, pero en menor proporción, está el rumbo a San José. Aunado a ello, se reportaron casos en los que la leña se recolecta pocas veces al año, pero en cantidades suficientes para abastecerse por largas temporadas (generalmente a causa de la época de lluvias). En este sentido, sólo se extrae leña seca y en muy pocos casos puede ser leña verde que generalmente sirve para la preparación del *piib*.

Las maderas suelen cortarse de árboles vivos siempre que cumplan con algunas condiciones dependiendo de su uso, como el grosor y la forma del fuste. Por ejemplo, las maderas delgadas denominadas como “bajareques” (de 2 a 4 cm de DAP) son las que más se cortan dentro del FL. En menor cuantía se aprovechan los árboles con fustes gruesos obtenidos de individuos viejos, los cuales con frecuencia están ubicados en zonas alejadas a vías de acceso que faciliten su extracción. Es decir, un factor que determina la extracción de las maderas es su cercanía a los caminos. Para los tres caminos, los pobladores mencionan adentrarse en



Figura 4: Tipos de aprovechamiento encontrados en el fundo legal de Yaxcabá, Yucatán, México: A. horno de carbón; B. carga de leña; C. vivienda maya construida con maderas y guano. Fotografías Perla Victoria Rodríguez Sánchez.

el FL unos 70 m en promedio, a partir de las brechas más cercanas. Sin embargo, a partir de los recorridos en campo, se pudo determinar que la presencia de tocones comienza a disminuir después de los 300 m a partir de los caminos principales. Incluso en las áreas más alejadas a los caminos se observaron árboles con fustes más gruesos en comparación con los árboles que se encontraron en los primeros 300 m. Una de las razones, es que implica mayor esfuerzo arrastrar o cargar las maderas dentro del FL hasta el camino más cercano que los lleve a sus hogares.

Origen e historia del FL

El 67% de la población en los caminos hacia los tres rumbos conoce o sabe un poco de la historia sobre cómo se estableció la vegetación del FL actual; sin embargo, 33% ignora su origen. A partir de las historias relatadas, se dice que

hace más de 50 años, el FL era un sitio donde se permitía hacer milpa, agotando los recursos maderables para uso de los mismos habitantes. Por esta razón, entre 1976 y 1978 aproximadamente, se definió que ya no se harían actividades que provocaran el desmonte de la vegetación del FL y a partir de reglas consuetudinarias sólo se permite el corte de leña o maderas para beneficio de los lugareños. Es por ello que la vegetación dentro del FL oscila entre los 40 y 50 años de barbecho. Sin embargo, existen algunos árboles propios de un *jobon k'áax*, que es la vegetación más vieja (>100 años) y que quedaron como parte del *tolche'* con el que antiguamente dividían las milpas. Estos árboles se reconocen por su altura (>12 m) y fuste grueso, particularmente porque tienden a formar huecos en su tronco. Ejemplo de ello son árboles de *kitimche'* (*Caesalpinia gaumeri*) y *ya'ax nik* (*Vitex gaumeri* Greenm.).

Más de la mitad de los encuestados en los tres caminos reconocen que existen reglas para cuidar la vegetación del FL y que están definidas por las autoridades municipales, sin embargo, no existe un reglamento por escrito, por lo cual, poco más de un tercio de los encuestados dicen que no conocen las reglas. A su vez, la principal actividad permitida en el FL es el establecimiento de viviendas o solares que consta de parcelas de 600 m² (30 × 20 m) que se solicitan al municipio y que cualquier persona que resida en la comunidad puede pedir. Sin embargo, algunos habitantes poseen solares de mayor tamaño sin autorización formal. Aunque la finalidad principal de los solares es garantizar el asentamiento de las familias, en muchos casos se usan como áreas para aprovechamiento agrícola.

Percepción de la comunidad local hacia la vegetación del FL

Alrededor de 40% de todos los encuestados dicen que les gusta el FL debido a su cercanía, ya que pueden acudir a él en momentos de urgencia. Por ejemplo, cuando requieren de alguna planta medicinal, de leña o alguna madera útil para sus viviendas. Por otra parte, 30% mencionó que les gusta el FL porque les proporciona una sensación de bienestar. En contraste, algunos encuestados dijeron que el FL no les interesaba o les era indiferente, principalmente porque trabajan fuera de la localidad y no se dedican al trabajo en el monte.

Problemas y acceso a la vegetación del FL

En los tres caminos, más de 60% reconoce que el FL pertenece al pueblo desde una perspectiva comunitaria y en menor proporción mencionan al municipio como propietario. Aunque la mayoría expresa que no existen conflictos por la propiedad de la tierra o eventualidades por el uso de los recursos del FL, durante las charlas resaltan anécdotas que reflejan algunos problemas. Por ejemplo, existen casos en los cuales, los mismos habitantes toman una mayor proporción del solar que les corresponde por persona. En casos más aislados, se menciona que hay quienes queman deliberadamente para hacer milpa o para obtener leña o carbón.

La mayoría de los encuestados mencionaron que sólo los habitantes de la localidad pueden entrar y aprovechar la vegetación del FL; sin embargo, en San José y Tahdzibichén

no todos tienen acceso a cualquier camino. Algunas de las razones es que las personas entran a dañar el monte, o son ajenas al camino.

Degradación de la cobertura forestal del FL

Aunque gran parte de los encuestados mencionan que no hay personas que continúen haciendo hornos de carbón o milpa por ser actividades prohibidas dentro del FL, algunos reportaron haber visto hornos y milpas en los caminos hacia los rumbos de Kanacom y Tahdzibichén. Incluso, en los recorridos a lo largo de la investigación se corroboró esta información. Para los tres caminos, se reportan pocos casos en los cuales se sancione a los habitantes por realizar prácticas prohibidas dentro del FL. Además, la mayor parte de las personas piensan que las causas que originan áreas despejadas de vegetación dentro del FL son el desmonte y las quemaduras intencionales.

Más de 60% de los encuestados para los tres caminos mencionaron estar dispuestos a realizar acciones que contribuyan con el cuidado y el restablecimiento de la vegetación en el FL. Para este propósito, algunos sugieren fomentar el cuidado de la vegetación del FL en las nuevas generaciones, ya que algunos encuestados mencionaron que sus hijos ya no están interesados en hacer milpa y en consecuencia su interés por el cuidado del monte disminuye. Otra propuesta es realizar reforestaciones y fortalecer la vigilancia comunitaria.

Discusión

El análisis de aprovechamiento a partir de la riqueza, densidad y área basal de los tocones, revela diferencias en una mayor intensidad de aprovechamiento en los caminos hacia el rumbo de San José y Tahdzibichén y menor en los caminos hacia Kanacom (**Cuadro 1**). En general, el área basal de los tocones es baja en comparación con las leñosas en pie que reportan Rodríguez-Sánchez et al., 2019, es decir, se aprovechan muy pocas maderas gruesas y predomina el uso de las delgadas. Estas maderas se utilizan habitualmente como bajareque considerando que el diámetro promedio de tocones en el muestreo fue de 6 cm. Además, los habitantes mencionan que las maderas de fustes gruesos solo se consiguen en el monte alto. Estos resultados también permiten entender, al menos para Yaxcabá, que las formas

locales de aprovechamiento se diferencian notablemente, y eso afecta quizá más los valores cuantitativos de la biomasa o abundancia de las especies, pero lo que prevalece es que la composición de especies se mantiene más o menos constante. Es decir, la estrategia descrita hasta el momento consiste en el uso de una gran variedad de especies de árboles, las cuales se recolectan en densidades bajas, permitiendo un aprovechamiento mesurado. Esta lógica es opuesta a la utilizada en los aprovechamientos comerciales de cedro y caoba en el neotrópico (Snook et al., 2003), donde pocas especies son aprovechadas intensivamente, de tal forma que en corto o mediano plazo su abundancia disminuye considerablemente.

En relación a la composición de especies aprovechadas en el FL, Rodríguez-Sánchez et al. (2019), reportan 86 especies en el FL, de las cuales, se reconocieron 58 especies aprovechadas que pertenecen principalmente a las familias Fabaceae y en menor medida Polygonaceae y Ebenaceae. La proporción alta de diferentes especies utilizadas indica que se usan indistintamente y aun cuando solo seis especies (Fig. 3) concentran el 50% de las más aprovechadas, ocurre en abundancias bajas (<150 individuos). De estas especies, *Caesalpinia gaumeri* y *Mimosa bahamensis* presentan un alto aprovechamiento en detrimento a su baja abundancia para los tres caminos, lo cual podría poner en riesgo su permanencia dentro del FL. *Lonchocarpus yucatanensis* y *Neomillspaughia emarginata* se mantienen con una abundancia considerable en comparación con su aprovechamiento. No obstante, es importante considerar que estas dos últimas especies son endémicas a la Provincia Biótica de la Península de Yucatán (Cuadro 2).

En cuanto a las maderas que se utilizan con mayor frecuencia para leña en Yaxcabá, resaltan las especies de la familia Fabaceae (*Lonchocarpus yucatanensis*, *Caesalpinia gaumeri* y *Mimosa bahamensis*) que son preferidas por sus características para generar calor, bajas emisiones de humo y mayor tiempo de combustión (Quiroz-Carranza et al., 2009). La leña que se utiliza generalmente se aprovecha a partir de la extracción de maderas secas causando un bajo impacto sobre la estructura y diversidad del FL. Sin embargo, la frecuencia de extracción promedio es constante pues va de una a cinco veces a la semana por hogar. Además de sitios como el FL y la milpa, la compra es otra forma de ob-

tener leña; en cuanto a la compra, se desconoce de dónde la obtienen quienes la venden. De acuerdo con Quiroz-Carranza et al. (2009), se estima que en promedio se consumen de 2 a 3 kg/habitante de leña al día y particularmente para Yucatán reportan a Yaxcabá como uno de los municipios con mayor consumo de leña (90% de sus viviendas).

Aunado a ello, el registro de pocos tocones de aprovechamiento reciente permite deducir que la intensidad de aprovechamiento actual es menor a lo que se aprovechaba hace más de cinco años. Otro factor que puede intervenir es la cantidad y tipo de leñosas que usan por temporada a lo largo del año de acuerdo a las necesidades de los lugareños. Sin embargo, los hornos de carbón, las milpas, las quemadas no controladas y el inadecuado uso del espacio para nuevos solares son situaciones que podrían poner en riesgo la integridad de la cobertura vegetal del FL. Por consiguiente, ahondar en análisis sociales contribuirá a fundamentar las causas de la pérdida de cobertura forestal del FL y comprender cuál es la estrategia de conservación más efectiva y viable. Otro factor que incide es el dominio de pastizales o áreas despejadas de vegetación, principalmente en los bordes internos de la vegetación del FL (Fig. 1), que impiden el desarrollo de la sucesión secundaria o que propicia que sea más lenta de lo habitual.

Asimismo, una de las situaciones por las que actualmente atraviesan las comunidades marginadas como Yaxcabá está dada por el cambio generacional. Aunque más de 50% de los encuestados se dedican principalmente a la milpa y la apicultura, lo cual les confiere conocimientos sobre el monte y sus cuidados, mencionan que sus hijos no están interesados en dar continuidad a las prácticas agrícolas tradicionales. El auge de las culturas urbanas occidentalizadas se contrapone a los usos y costumbres locales (Bhagwat y Rutte, 2006), por lo cual el interés en la vegetación del FL se ve mermado en las generaciones más jóvenes.

Además, aunque la mayor parte de la comunidad reconoce que el FL es un espacio de uso común, existen caminos que son transitados y aprovechados casi de forma exclusiva por aquellos que viven cercanos al mismo. En este sentido, el uso común es relativo a los habitantes que ocupan esa fracción del FL.

Cuando el FL está bajo el resguardo de la autoridad municipal, existe una falta de aplicación de las normas

para su uso. Esto ocasiona que en los caminos las acciones de aprovechamientos inadecuados no sean denunciadas por los mismos vecinos con la finalidad de evitar conflictos entre ellos.

En general, se ha comprobado que el aprovechamiento no afecta significativamente la estructura y composición de la vegetación del FL (Rodríguez-Sánchez et al., 2019); no obstante, existen áreas donde el cambio de uso de suelo es permanente. Se considera que 49% de los encuestados no conoce las reglas de manejo del FL, lo cual implica la deforestación de manera injustificada de algunas zonas dentro de esta reserva. Como ejemplo están las milpas que se hacen al interior de la vegetación del FL y las zonas con pastizales permanentes, principalmente hacia el lado sureste de esta reserva forestal. Ante esta laxitud en los reglamentos consuetudinarios que desde hace 45 años funcionaron para el restablecimiento de la vegetación del FL, se considera conveniente promover la organización y el empoderamiento de los habitantes en defensa y conservación de su FL.

Si se toma en cuenta que el FL se encuentra embebido en una matriz agrícola, el fortalecimiento de la conectividad entre los parches de vegetación circundantes al FL y entre los FL de otras localidades, como estrategia de conservación, podría propiciar un equilibrio en sus funciones ecológicas (Bhagwat y Rutte, 2006; Levy Tacher et al., 2016). A su vez, es importante el manejo adecuado de los sistemas agrícolas para mejorar la calidad de los sistemas transformados (Perfecto y Vandermeer, 2010; Tenza Peral et al., 2011), por lo que es pertinente ahondar en estudios que fundamenten el papel de los FL en la conectividad del paisaje con la participación de prácticas locales para la gestión y conservación de los recursos.

Por otro lado, existen áreas en buen estado de conservación ubicadas en el camino hacia el rumbo de Kanacom; es posible que esta condición sea favorecida por la baja densidad de aprovechamientos, así como por su ubicación más alejada. Es decir, de acuerdo con la encuesta y las pláticas informales, algunos habitantes comentaron que Kanacom es la sección más alejada del centro de la cabecera municipal, donde las vías de acceso y la distancia implican mayor esfuerzo y tiempo para la extracción de recursos. La mayor cantidad de brechas que hay en los cami-

nos hacia el rumbo de San José y Tahdzibichén son reflejo de un aprovechamiento alto en comparación con las pocas brechas que hay en el camino hacia el rumbo de Kanacom. Si bien, quienes habitan hacia el camino que lleva al rumbo de Tahdzibichén utilizan pocos recursos del FL, el análisis con base en la encuesta sobre el aprovechamiento revela un uso intermedio, ya que en esta zona la mayor parte de los habitantes compra la leña. Sin embargo, el número de tocones y brechas en la sección de Tahdzibichén le coloca en un estado intermedio de aprovechamiento entre San José y Kanacom.

Al comparar este trabajo con otros, el único estudio formal sobre el FL es el que realizaron Cob-Uicab et al. (2003); sin embargo, no contrasta sus datos con vegetación madura como una referencia que valide su importancia ecológica. Recientemente se ha descubierto que existen cerca de 200 poblados con FL (Levy-Tacher et al., 2019), incluida la cabecera municipal de Yaxcabá en el que también encuentran similitud entre la VM y la vegetación del FL de distintos poblados.

En el marco de las observaciones anteriores, si se toman en cuenta casos en los cuales existen políticas que prohíben el uso de los recursos naturales en zonas que se encuentran destinadas a la conservación, como ejemplo están las Áreas Naturales Protegidas; el FL de Yaxcabá puede sugerir alternativas de conservación comunitarias donde se pueda usar y cuidar al mismo tiempo. En países de África, Asia y América Latina (Hughes y Chandran, 1998), el estudio sobre los bosques sagrados podría resultar como ejemplos análogos al FL, pues uno de los principales objetivos es promover la conservación biológica basada en el conocimiento de la personas de las comunidades indígenas. Esto contrasta en algunos aspectos con los bosques comunales que actualmente existen en México donde muchas comunidades rurales producen maderas para su venta (Bray et al., 2003; 2005); sin embargo, la comunidad de Yaxcabá utiliza los recursos del FL exclusivamente para autoabastecimiento.

En efecto, existen estudios comparativos entre bosques sagrados y reservas forestales administradas por el estado (Mgumia y Oba, 2003), donde los primeros resultaron con mayor riqueza y diversidad de especies que los segundos, por lo cual los proponen como bosques con potencial para la conservación *in situ*. Además, proponen que

integrar estos sistemas de conservación comunitaria de manera formal contribuiría con una mejor comprensión de los roles espirituales en cada comunidad, mas, no necesariamente con la participación del gobierno sino a través de sus reglamentos internos (Colding y Folke, 2001; Bhagwat y Rutte, 2006; Kokou et al., 2008; Sheridan y Nyamweru, 2008; Dudley et al., 2010).

Conclusiones

Existen diferencias de aprovechamiento en cada sección que conforma el FL estudiado. El rumbo al camino de Kana-com fue el más conservado en comparación con San José y Tahdzibichén. Por tanto, la vegetación del FL depende del manejo y uso por parte de las personas de la comunidad, que además consiste en el aprovechamiento medido de una amplia variedad de especies para consumo local. A su vez, la intensidad y frecuencia de los aprovechamientos en el FL está correlacionada con la cantidad de caminos, la distancia que hay entre ellos y los recursos forestales que utilizan y su cercanía a la población. Sin embargo, las áreas degradadas del FL responden a acciones de uso inadecuado de la vegetación del FL por parte de algunos lugareños, así como por la laxitud en la aplicación de la normatividad para el uso sustentable del FL por parte de las autoridades locales. Por lo anterior, es importante fortalecer los reglamentos internos de la comunidad de Yaxcabá y captar la atención de las nuevas generaciones para la permanencia, uso y cuidado de la vegetación del FL. Particularmente porque hay interés en una parte de la población que cuida el FL no solo por los beneficios materiales que les brinda, sino por su valor cultural y estético.

Contribución de autores

PVRS diseñó la investigación, obtuvo datos, analizó y escribió el manuscrito. SILT, NRM y EEL concibieron la investigación, analizaron y escribieron el manuscrito.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) con la beca otorgada (No. 430160) a la primera autora por sus estudios de posgrado, nivel maestría.

Agradecimientos

A los Proyectos Institucionales Multidisciplinarios y Transversales (proyectos MT 2016-2018) de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), a la U.S. Fish and Wildlife Service (Grant # F16AP00239) y a Etnobiología para la Conservación, A.C. A Moisés Santos Alcocer y Guadalupe Cuxin por su apoyo en el trabajo de campo. A Mario Ishiki Ishihara, Miguel Martínez Icó y Fernanda Deyanira Dorantes Hernández por su colaboración en la identificación de algunas especies. También extendemos nuestro agradecimiento a los revisores anónimos y al editor por sus comentarios y sugerencias para mejorar el manuscrito.

Literatura citada

- Allendorf, T. D., J. S. Brandt y J. M. Yang. 2014. Local perceptions of Tibetan village sacred forests in northwest Yunnan. *Biological Conservation* 169: 303-310. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2013.12.001>
- Arce-Ibarra, A. M. y A. Armijo-Canto. 2011. Uso y manejo de los recursos naturales. In: Pozo, C., N. Armijo-Canto y S. Calmé (eds.). *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación*, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México, D.F., México. Pp. 112-114.
- Barrera-Marín, A., A. Barrera-Vásquez y R. M. López-Franco. 1976. *Nomenclatura etnobotánica maya: una interpretación taxonómica*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Secretaría de Educación Pública, Centro Regional del Sureste. México, D.F., México. 537 pp.
- Bhagwat, S. A. y C. Rutte. 2006. Sacred groves: potential for biodiversity management. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4(10): 519-524. DOI: [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2006\)4\[519:SGPFBM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2006)4[519:SGPFBM]2.0.CO;2)
- Blanco, E. 1996. Ideas metodológicas relativas al trabajo de campo etnobotánico. *Monografías del Real Jardín Botánico de Córdoba* 3: 89-91.
- Borhidi, A. 2006. *Rubiáceas de México*. Akadémiai Kiadó. Budapest, Hungría. 512 pp.
- Bray, D. B., L. Merino-Pérez y D. Barry (eds.). 2005. *The community forests of Mexico: Managing for sustainable landscapes*. University of Texas Press. Austin, USA. 390 pp.

- Bray, D. B., E. A. Ellis, N. Armijo-Cantoy C. T. Beck. 2004. The institutional drivers of sustainable landscapes: a case study of the "Mayan Zone" in Quintana Roo, Mexico. *Land Use Policy* 21(4): 333-346. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.11.001>
- Bray, D. B., L. Merino-Pérez, P. Negreros-Castillo, G. Segura-Warnholtz, J. M. Torres-Rojo y H. F. Vester. 2003. Mexico's community-managed forests as a global model for sustainable landscapes. *Conservation Biology* 17(3): 672-677. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01639.x>
- Bray, D. B., E. Duran, V. H. Ramos, J. F. Mas, A. Velazquez, R. B. McNab, D. Barry y J. Radachowsky. 2008. Tropical deforestation, community forests, and protected areas in the Maya Forest. *Ecology and Society* 13(2): 56. DOI: <https://doi.org/10.5751/es-02593-130256>
- Carnevali-Fernández-Concha, G., J. Tapia-Muñoz, R. Duno de Stefano e I. Ramírez. 2010. Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. Mérida, México. 328 pp.
- CNA. 1997. Diagnóstico de la Región XII, Península de Yucatán. Comisión Nacional de Agua (CNA). Subdirección General de Programación, Gerencia de Planeación Hidráulica, Gerencia Regional de la Península de Yucatán. México, D.F., México.
- Cob-Uicab, J. V., D. Granados-Sánchez, L. M. Arias-Reyes, J. G. Álvarez-Moctezuma y G. F. López-Ríos. 2003. Recursos Forestales y Etnobotánica en la región milpera de Yucatán, México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 9: 11-16.
- Colding, J. y C. Folke. 2001. "Invisible" Systems of local resource management and biological conservation. *Ecological Applications* 11(2): 584-600. DOI: <https://doi.org/10.2307/3060911>
- Dudley, N., S. Bhagwat, L. Higgins-Zogib, B. Lassen, B. Verschuuren y R. Wild. 2010. Conservation of biodiversity in Sacred Natural Sites in Asia and Africa: A review of the scientific literature. In: Verschuuren, B., R. Wild, J. McNeely y G. Oviedo (eds.). *Sacred Natural Sites: Conserving Nature and Culture*. Earthscan. London, UK. Pp. 19-32.
- Dytham, C. 2011. *Choosing and Using Statistics: a Biologist's Guide*. 3a ed. Blackwell Science. Oxford, UK. 298 pp.
- Elizondo, C. y D. López-Merlín. 2009. Las áreas voluntarias de conservación en Quintana Roo. Corredor Biológico Mesoamericano. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Serie Acciones. México, D.F., México. 126 pp.
- Ellis, E. y L. Porter. 2008. Is community-based forest management more effective than protected areas?: A comparison of land use/land cover change in two neighboring study areas of the Central Yucatan Peninsula, Mexico. *Forest Ecology Management* 256(11): 1971-1983. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.07.036>
- Escobar, A. 1999. *El Final del Salvaje. Naturaleza, cultura y política en la antropología contemporánea*. Instituto Colombiano de Antropología. Colección Antropología en la modernidad. Santafé de Bogotá, Colombia. 418 pp.
- Estrada-Lugo, E. I. J. 2005. Espacios domésticos y comunitarios en el manejo de la selva maya. In: Nazar Beutelspacher, A., E. Bello-Baltazar y H. Morales (eds.). *Sociedad y Entorno en la Frontera Sur de México*. El Colegio de la Frontera Sur, Red de Estudios Poblacionales en la Frontera Sur. Chiapas, México. Pp. 97-127.
- Estrada-Lugo, E. I. J., E. Bello-Baltazar y S. J. Velazco Te. 2011. Milpa, conocimiento local y organización social del espacio. In: Bello-Baltazar, E. y E. I. J. Estrada-Lugo (eds.). *Cultivar el territorio maya. Conocimiento y organización social en el uso de la selva*. Universidad Iberoamericana, Red de Espacios de Innovación Socioambiental, El Colegio de la Frontera Sur. Chiapas, México. Pp. 99-131.
- FAO. 2016. *El estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. Pp. 119.
- García, E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía (Serie libros). México, D.F., México. 90 pp.
- Grau, H. R. y M. Aide. 2008. Globalization and Land-Use Transitions in Latin America. *Ecology and Society* 13(2): 16. DOI: <https://doi.org/10.5751/es-02559-130216>
- Green, R. E., S. J. Cornell, J. P. W. Scharlemann y A. Balmford. 2005. Farming and the fate of wild nature. *Science* 307(5709): 550-555. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1106049>
- Guzmán-Chávez, M. G. 2006. Biodiversidad y conocimiento local: del discurso a la práctica basada en el territorio. *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad* 13(37): 145-176.
- Harvey, C. A., F. Alpizar, M. Chacón y R. Madrigal. 2005. Assessing linkages between Agriculture and Biodiversity in Central America: Historical overview and future perspectives.

- Mesoamerican and Caribbean Region, Conservation Science Program. The Nature Conservancy (TNC). San José, Costa Rica. 140 pp.
- Hayes, T. M. 2006. Parks, people, and forest protection: an institutional assessment of the effectiveness of protected areas. *World Development* 34(12): 2064-2075. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2006.03.002>
- Hernández-Sampieri, R., C. Fernández-Collado y M. del P. Baptista-Lucio. 2010. Metodología de la investigación. 5a ed. McGraw-Hill. México, D.F., México. 613 pp.
- Hernández-X., E., S. I. Levy-Tacher y E. Bello-Baltazar. 1995. La roza-tumba-quema en Yucatán. In: Hernández-X., E., E. Bello-Baltazar y S. I. Levy-Tacher (eds.). La milpa en Yucatán: un sistema de producción agrícola tradicional. Colegio de Postgraduados. México, D.F., México. Pp. 35-86.
- Hughes, J. y M. Chandran. 1998. Sacred Groves Around the Earth: An Overview. In: Ramakrishnan, P. S., K. G. Saxena y U. M. Chandrashekar (eds.). Conserving the Sacred for Biodiversity Management. Oxford and India Book House. New Delhi, India. Pp. 69-86.
- Illsley, G. 1984. Vegetación y producción de la milpa bajo roza tumba quema en el ejido de Yaxcabá, Yucatán. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 199 pp.
- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Yaxcabá, Yucatán. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/31/31104.pdf> (consultado agosto de 2016).
- INEGI. 2010. Catálogo de localidades. Municipio de Yaxcabá. <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=31&mun=104> (consultado noviembre de 2016).
- INEGI. 2015. Encuesta Intercensal. Hogares. <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/hogares.aspx?tema=P> (consultado marzo de 2018).
- IUCN. 2017. The International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species, version 2017-3. <http://www.iucnredlist.org> (consultado noviembre de 2017).
- JSTOR. 2018. JSTOR Global Plants. <https://plants.jstor.org/> (consultado junio de 2019).
- Kokou, K., K. Adjossou y A. Dzifa Kokutse. 2008. Considering sacred and riverside forests in criteria and indicators of forest management in low wood producing countries: The case of Togo. *Ecological Indicators* 8(2): 158-169. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.11.008>
- Levy-Tacher, S. I. 1990. Sucesión secundaria en Yucatán. Antecedentes para su manejo. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 173 pp.
- Levy-Tacher, S. I., N. Ramírez-Marcial, M. González-Espinosa y F. Román-Dañobeytia. 2012. Rehabilitación ecológica de áreas agropecuarias degradadas en la Selva Lacandona: una alternativa fincada en el conocimiento ecológico tradicional maya. In: Bello-Baltazar, E., E. Naranjo-Piñera y R. Vandame (eds.). La Otra Innovación para el Ambiente y la Sociedad en la Frontera Sur de México. 1a ed. El Colegio de la Frontera Sur. Chiapas, México. Pp. 248-258.
- Levy-Tacher, S. I., N. Ramírez-Marcial, D. A. Navarrete-Gutiérrez y P. V. Rodríguez-Sánchez. 2019. Are Mayan community forest reserves effective in fulfilling people's needs and preserving tree species? *Journal of Environmental Management* 245: 16-27. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.097>
- Levy-Tacher, S. I., F. Román-Dañobeytia, C. Muench, A. Sánchez González, G. Pignataro e I. Vleut. 2010. Restauración de la conectividad del paisaje a partir del conocimiento ecológico tradicional maya en Nueva Palestina, selva Lacandona, REBIMA, Chiapas. In: Bello-Baltazar, E., E. Naranjo Piñera y R. Vandame (eds.). Innovación socioambiental y desarrollo en la frontera sur de México. 1a ed. Red de Espacios de Innovación Socioambiental, El Colegio de la Frontera Sur. Chiapas, México. Pp. 68-72.
- Levy-Tacher, S. I., R. Aguirre-Rivera, I. Vleut, F. Román-Dañobeytia, H. Perales-Rivera, J. Zúñiga-Morales, M. González-Espinosa, A. Domínguez-Álvarez, M. Caso-Chávez, J. M. Herrera-Gloria, N. Ramírez-Marcial, K. H. Gaudry-Sada, G. Pignataro, A. Sánchez-González y P. Macario-Mendoza. 2016. Experiencias y perspectivas para la rehabilitación ecológica en zonas de amortiguamiento de las áreas naturales protegidas Montes Azules (Chiapas) y Calakmul (Campeche). In: Ceccon, E. y C. Martínez-Garza (eds.). Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma del Estado de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Cuernavaca, México. Pp. 295-320.

- McNeely, J. A. y S. J. Scherr. 2003. *Eco-agriculture: Strategies to Feed the World and Save Wild Biodiversity*. Island Press. Washington, D.C., U.S.A. 323 pp.
- Mgumia, F. H. y G. Oba. 2003. Potential role of sacred groves in biodiversity conservation in Tanzania. *Environmental Conservation* 30(3): 259-265. DOI: <https://doi.org/10.1017/s0376892903000250>
- Miranda, F. 1958. Estudios acerca de la vegetación. In: Beltrán, E. (ed.). *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. Vol. II. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F., México. Pp. 215-271.
- Molnar, A., S. J. Scherr y A. Khare. 2004. Who conserves the world's forests? A new assessment of conservation and investment trends. *Forest Trends and Ecoagriculture Partners*. Washington, D.C., USA. 74 pp.
- Morales, H., B. G. Ferguson y L. García-Barrios. 2007. Agricultura: La cenicienta de la conservación en Mesoamérica. In: Harvey, C. y J. Sáenz (eds.). *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Instituto Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. Pp. 47-73.
- Nepstad, D., S. Schwartzman, B. Bamberger, M. Santilli, D. Ray, P. Schlesinger, P. Lefebvre, A. Alencar, E. Prinz, G. Fiske y A. Rolla. 2006. Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands. *Conservation Biology* 20(1): 65-73. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00351.x>
- Newton, A. C. 2007. *Forest ecology and conservation: A handbook of techniques*. Oxford University Press. Oxford, UK. 454 pp. DOI: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198567448.001.0001>
- Ostrom, E. 1990. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press. New York, USA. 280 pp.
- Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 2005. *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. 3a ed. Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 523 pp.
- Perfecto, I. y J. Vandermeer. 2010. The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(13): 5786-5791. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0905455107>
- Quiroz-Carranza, J., C. Cantú-Gutiérrez, R. Díaz Jiménez y R. Orellana Lanza. 2009. *Uso de la leña en Yucatán y tecnología para su aprovechamiento sustentable*. Asociación Red Verde A.C. y Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán A.C. Mérida, México. 74 pp.
- Robles-Ramos, R. 1959. Geología y geohidrología. In: Beltrán, E. (ed.). *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. Vol. II. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F., México. Pp. 55-92.
- Rodríguez-Sánchez, P. V., S. I. Levy-Tacher, N. Ramírez-Marcial y E. Estrada-Lugo. 2019. Análisis comparativo de la vegetación de fundo legal y la vegetación madura en el poblado de Yaxcabá, Yucatán, México. *Botanical Sciences* 97(1): 50-64. DOI: <https://doi.org/10.17129/BOTSCI.2024>
- Ruiz-Pérez, M., M. Almeida, S. Dewi, E. M. Lozano Costa, M. Ciavatta Pantoja, A. Puntodewo, A. de Arruda Postigo y A. Goulart de Andrade. 2005. Conservation and development in Amazonian extractive reserves: the case of Alto Juruá. *Journal of the Human Environment* 34(3): 218-223. DOI: [https://doi.org/10.1639/0044-7447\(2005\)034\[0218:cadiae\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1639/0044-7447(2005)034[0218:cadiae]2.0.co;2)
- Schroth, G., G. A. B. Fonseca, C. A. Harvey, C. Gascon, H. L. Vasconcelos y A. M. N. Izac. 2004. *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Island Press. Washington, D.C., USA. 523 pp.
- Sheridan, M. J. y C. Nyamweru. 2008. *African Sacred Groves: Ecological Dynamics and Social Change*. Ohio University Press. Athens, USA. Pp. 288-290.
- Snook, L. K., V. A. Santos Jimenez, M. Carreón Mundo, C. Chan Rivas, F. J. May Ek, P. Mas Kantún, C. Hernández Hernández, A. Nolasco Morales y C. Escobar Ruiz. 2003. Managing natural forests for sustainable harvests of mahogany (*Swietenia macrophylla*): experiences in Mexico's community forests. *Unasylva* 54(214/215): 68-73.
- Sosa, V., J. Flores, V. Rico-Gray, R. Lira y J. Ortiz. 1985. Lista florística y sinonimia maya. In: Sosa, V. (ed.). *Etnoflora Yucatanense*, fasc. 1. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz, México. 225 pp.
- SPSS Inc. Released 2006. *SPSS for Windows, Version 15.0*. Chicago, USA. <https://www.ibm.com/mx-es/analytics/spss-statistics-software>
- Standley, P. C. 1920. *Trees and shrubs of Mexico*. Contributions from the United States National Herbarium 23(1-5): 1-1721.

- Standley, P. C. y J. A. Steyermark. 1946. Leguminosae. Fieldiana, Botany. Flora of Guatemala. Vol. 24, Part V. Chicago Natural History Museum. Chicago, USA. Pp. 1-368.
- Standley, P. C. y L. O. Williams. 1966. Theophrastaceae. Fieldiana, Botany. Flora of Guatemala. Vol. 24, Part VIII, Numbers 1-2. Chicago Natural History Museum. Chicago, USA. Pp. 127-133.
- Standley, P. C. y L. O. Williams, 1967. Sapotaceae y Ebenaceae. Fieldiana, Botany. Flora of Guatemala. Vol. 24, Part VIII, Number 3. Chicago Natural History Museum. Chicago, USA. Pp. 211-251.
- Standley, P. C. y L. O. Williams. 1969. Apocynaceae. Fieldiana, Botany. Flora of Guatemala. Vol. 24, Part VIII. Chicago Natural History Museum. Chicago, USA. Pp. 334-407.
- Standley, P. C. y L. O. Williams. 1975. Rubiaceae. Fieldiana: Botany. Flora of Guatemala. Vol. 24, Part XI, Numbers 1-3. Chicago Natural History Museum. Chicago, USA. Pp. 274.
- Tenza-Peral, A., L. García-Barrios y A. Giménez Casaldueiro. 2011. Agricultura y conservación en Latinoamérica en el siglo XXI: ¿festejamos la “transición forestal” o construimos activamente “la matriz de la naturaleza”? *Interciencia* 36: 500-508.
- Thompson, E. 1975. Historia y religión de los mayas. Siglo XXI. México, D.F., México. 485 pp.
- TPL. 2013. The Plant List, Versión 1.1. <http://www.theplantlist.org/> (consultado junio de 2019).
- TROPICOS. 2019. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org> (consultado junio de 2019).