



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad
Morelia

Plantas útiles en la región aledaña a la
Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas:
Análisis de la variación espacial y
aprovechamiento

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

MARIANA TORRES GARCIA

DIRECTOR DE TESIS: DR. ARMANDO NAVARRETE SEGUEDA
CO-DIRECTORA DE TESIS: M. en C. MA. GUADALUPE CORNEJO TENORIO

MORELIA, MICHOACÁN

SEPTIEMBRE, 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ESCUELA
NACIONAL
DE ESTUDIOS
SUPERIORES
UNIDAD MORELIA

10
años
(2011-2021)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD MORELIA
SECRETARÍA GENERAL
SERVICIOS ESCOLARES

MTRA. IVONNE RAMÍREZ WENCE

DIRECTORA

DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR

PRESENTE

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la **sesión ordinaria 04** del **Comité Académico** de la **Licenciatura en Ciencias Ambientales** de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia celebrada el día **25 de abril de 2022**, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para la presentación del Trabajo Profesional de la alumna **Mariana Torres García** de la Licenciatura en **Ciencias Ambientales**, con número de cuenta **416107072**, con el trabajo titulado: "**Plantas útiles en la región aledaña a la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas: Análisis de la variación espacial y aprovechamiento**", bajo la dirección como **tutor** del **Dr. Armando Navarrete Segueda** y como **Co-tutora** a la **M. en C. Ma. Guadalupe Cornejo Tenorio**.

El jurado queda integrado de la siguiente manera:

Presidente:	Dr. Fernando Pineda García
Vocal:	Dr. Francisco Javier Rendón Sandoval
Secretario:	Dr. Armando Navarrete Segueda
Suplente:	Dr. Jorge Cortés Flores
Suplente:	Dra. Jovanka Špirić

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Morelia, Michoacán a 29 de agosto de 2022.


DRA. YUNUEN TAPIA TORRES
SECRETARÍA GENERAL

CAMPUS MORELIA

Antigua Carretera a Pátzcuaro N° 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta
58190, Morelia, Michoacán, México. Tel: (443)689.3500 y (55)5623.7300, Extensión Red UNAM: 80614
www.enesmorelia.unam.mx

Agradecimientos institucionales

A la Universidad Autónoma Nacional de México y a la Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia, por brindarme excelentes recursos y oportunidades para aprender y seguir creciendo tanto intelectual como personalmente.

A la coordinación de la Licenciatura en Ciencias Ambientales por su entrega en el proceso de enseñanza y administración para que estos sigan mejorando.

Al Laboratorio de Ecología y Sistemática Vegetal y a la Estación de Biología Tropical Los Tuxtles por brindarme espacios para la realización de este trabajo y gratas experiencias de aprendizaje.

Al Dr. Armando Navarrete Segueda por su excelente tutoría, paciencia, apoyo y por la pasión por lo que estudia y transmite en su enseñanza.

A la Mtra. Ma. Guadalupe Cornejo Tenorio por aceptar ser mi co-tutora, por su gran contribución y apoyo para la elaboración de mi trabajo.

Al Dr. Guillermo Ibarra Manríquez por darme la bienvenida en el Laboratorio de Ecología y Sistemática Vegetal, su apoyo y el conocimiento compartido.

A los miembros del jurado: Dr. Jorge Cortés Flores, Dr. Fernando Pineda García, Dra. Jovanka Špirić y Dr. Francisco Javier Rendón Sandoval por su tiempo, dedicación en la revisión y grandes aportaciones a mi trabajo.

A Santiago Sinaca Colín, Santiago Xolo y Armando Xolo por su apoyo en campo. Y los habitantes de las comunidades Lázaro Cárdenas y Laguna Escondida, Veracruz por permitirme entrar en sus espacios y compartir su conocimiento.

A la Secretaría de Educación Pública (SEP) y a la UNAM por el apoyo económico a través de la Beca de Manutención-UNAM.

Agradecimientos personales

A mi familia quienes me apoyaron emocional y económicamente en todo el proceso de mi educación profesional. Por su acompañamiento en cada momento de mi vida, por su gran amor y enseñanzas.

A mis amigos de la Licenciatura con quienes compartí hermosas experiencias tanto académicas como emocionales, por su apoyo, motivación y entrega en nuestra amistad. A mis amigos y personas que he conocido a lo largo de este camino por sus enseñanzas y apoyarme de distintas formas.

A la Tierra por enseñarme tantas cosas y darnos la oportunidad de esta experiencia dentro de ella.

Índice

Resumen	1	
Abstract.....	2	
Introducción general	3	
Área de estudio	7	
Capítulo I		
Especies vegetales con uso potencial en la región aledaña a la Estación de Biología		
Tropical Los Tuxtlas	9	
INTRODUCCIÓN	10	
MÉTODOS.....	11	
RESULTADOS.....	12	
DISCUSIÓN.....	16	
CONCLUSIONES	17	
Capítulo II		
Distribución espacial de la abundancia y productividad de las especies arbóreas potencialmente útiles		18
INTRODUCCIÓN	19	
MÉTODOS.....	19	
Caracterización ambiental del paisaje	19	
Caracterización de las especies arbóreas que ofrecen productos forestales potenciales	21	
Análisis de los datos	21	
RESULTADOS.....	22	
DISCUSIÓN.....	29	
CONCLUSIONES	31	

Capítulo III

Las especies vegetales utilizadas por los habitantes de comunidades cercanas a la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas: el papel del género	32
INTRODUCCIÓN	33
MÉTODOS	33
RESULTADOS	35
Especies vegetales utilizadas por los habitantes de las comunidades Lázaro Cárdenas y Laguna Escondida	35
Diferencias de uso entre hombres y mujeres	42
DISCUSIÓN	44
CONCLUSIONES	46

Capítulo IV

DISCUSIÓN GENERAL	53
Las especies útiles del BTP de Los Tuxtlas, de lo potencial a lo realizado	54
Las especies útiles del BTP de Los Tuxtlas: de los listados a la variación espacial	55
Importancia	56
REFERENCIAS	62

Resumen

El bosque tropical perennifolio (BTP) contiene una alta diversidad de especies vegetales que genera múltiples bienes para los humanos, entre ellos, los productos forestales maderables y no maderables. El “uso potencial” de los productos forestales (PF) cambia como resultado de la presencia y variación espacial de las distintas especies vegetales que los generan. El “uso real”, por su parte, depende de factores sociales que han sido poco analizados en los BTP de México. En esta tesis se contrastó el uso potencial (leña, madera, medicina, alimento) de las especies vegetales presentes en el BTP de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México, con las especies vegetales que se usan en las comunidades más cercanas a la estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas (EBT), la cual alberga el BTP con mayor grado de conservación de la región. Para ello, en el capítulo uno, se identificaron las especies vegetales con uso potencial que han sido reportadas en la región aledaña a la EBT, estas especies fueron caracterizadas por forma de crecimiento y grupo taxonómico. En el capítulo dos, se caracterizó espacialmente la distribución, abundancia y biomasa de las especies vegetales con uso potencial en unidades ambientales de la EBT. En el capítulo tres, se identificó, a partir de entrevistas, las especies vegetales que utilizan los habitantes de las comunidades más cercanas a la EBT y se analizó si existen diferencias por roles de género. A partir de los resultados de análisis multivariados, curvas de rango-abundancia de las especies útiles, modelos lineales, y comparaciones múltiples de medias realizados en los capítulos previos, en una cuarta sección de la tesis, se realizó el análisis comparativo de la riqueza y composición, entre la oferta potencial y realizada en la región aledaña a la EBT. Los resultados muestran que la gran diversidad de especies con uso potencial en la región es poco utilizada por los habitantes de las comunidades comparado con el uso potencial. La distribución de las especies útiles arbóreas no es homogénea a lo largo del paisaje, y responde a la configuración de factores biofísicos, finalmente los resultados muestran que existen diferencias de conocimiento de especies útiles entre hombres y mujeres.

Abstract

The tropical evergreen forest (TEF) contains a high diversity of plant species that generate multiple goods for humans, including timber and non-timber forest products. The "potential use" of forest products (FP) changes as a consequence of the presence and spatial variation of the different plant species that generate them. The "realized use" depends on social factors that have been little analyzed in the TEF of Mexico. In this thesis, we contrast the potential use (firewood, timber, medicine, food) of the plant species of the TEF of Los Tuxtlas region, Veracruz, Mexico, with the plant species that are used in the communities closest to the Los Tuxtlas Tropical Biology Station (TBS), which hosts the TEF with the highest conservation in the region. For this purpose, in chapter one, we identified the plant species with potential use that have been reported in the region surrounding the TBS, these species were characterized by their growth form and taxonomic group. In chapter two, we spatially characterized the distribution, abundance, and biomass of plant species with potential for use in environmental units of the TBS. In chapter three, we identified, from interviews, the plant species used by the inhabitants of the communities closest to the TBS and analyzed whether there are differences due to gender roles. Based on the results of multivariate analyses, rank-abundance curves of useful species, linear models, and multiple comparisons of means made in previous chapters, in a fourth section of the thesis, we perform the comparative analysis of the richness and composition, between the potential supply and that realized in the region surrounding the TBS. The results show that the great diversity of species with potential use in the region is little used by the inhabitants of the communities in comparison with the potential use. The distribution of useful tree species is not homogeneous throughout the landscape and responds to the configuration of biophysical factors, finally, the results show that there are differences in knowledge of useful species between men and women.

Introducción general



Bosque tropical perennifolio de la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas.

Los bosques tropicales perennifolios (BTP) (Rzedowski, 1978) contienen una alta diversidad de especies vegetales que generan múltiples bienes y servicios para los humanos (Gentry, 1988; Quijas, Schmid y Balvanera, 2010). Entre estos bienes, se encuentran los productos forestales maderables (PFM) como la madera -para la elaboración de vigas para la construcción y la elaboración de muebles o herramientas-, y los productos forestales no maderables (PFNM) como la leña, los frutos comestibles, y las distintas estructuras vegetales (hojas, flores, etc.) con fines medicinales (Belcher, 2003).

El suministro de ambos tipos de productos forestales (PF) se puede diferenciar, a partir de su relación con el consumo humano, en “uso potencial” y “uso realizado”. Por una parte, el uso potencial está determinado por la capacidad de cada ecosistema para proveer productos sin tomar en cuenta la demanda/uso de los habitantes. Esta categoría, por lo tanto, incluye la totalidad de PF y depende de los múltiples factores que regulan la ecología vegetal del bosque en el que se encuentran (Burkhard et al., 2012; Fisher et al., 2009; Verhagen et al., 2015). El principal indicador del uso potencial de PF es el número de especies, ya que se ha documentado que una mayor riqueza de especies suministra una mayor disponibilidad de PF (Quijas et al., 2010). Sin embargo, el BTP se caracteriza por una baja densidad de individuos de la misma especie y una distribución heterogénea de los mismos. Lo anterior sugiere que, además de la riqueza, la variación espacial de los PF está directamente relacionada con la distribución espacial de la densidad y productividad de las especies potencialmente útiles (Navarrete-Segueda et al., 2017).

Más allá de la riqueza de especies, existen parámetros de la comunidad vegetal que pueden actuar como indicadores del uso potencial de PF, estos son la forma de crecimiento (hierbas, arbustos, árboles y lianas; Figura 1) y la variación taxonómica (familia, género) de las especies útiles. Estos factores son particularmente importantes ya que pueden estar correlacionados con la formación de compuestos y estructuras vegetales que son potencialmente benéficas para las poblaciones humanas. Por ejemplo, una gran cantidad de hierbas y arbustos pueden desarrollar metabolitos secundarios (*e.g.*, alcaloides) para la defensa contra herbívoros y patógenos (Mendoza Márquez, 2000), mientras que los árboles pueden desarrollar forma de barreras, entre otras razones, para su protección contra los mismos agentes (*e.g.*, resinas, madera dura, cortezas exfoliantes). Por lo tanto, se podría esperar que hierbas y arbustos tuvieran un mayor potencial medicinal, y que los árboles

presentaran un mayor potencial maderable. Simultáneamente, se ha demostrado que los compuestos y estructuras vegetales útiles pueden estar relacionadas con la historia evolutiva de las especies, por lo que se puede esperar que estas estructuras sean compartidas en especies de los mismos géneros o familias (Gaoue et al., 2017; Navarrete-Segueda et al., 2021). Los elementos antes mencionados rara vez son incorporados en el análisis del uso potencial de los PF, por lo que su entendimiento requiere una perspectiva ecológica que integre la diversidad (riqueza, variación taxonómica, densidad de individuos) y productividad de las especies útiles, al igual que la forma de crecimiento, todos ellos con una representación espacialmente explícita.

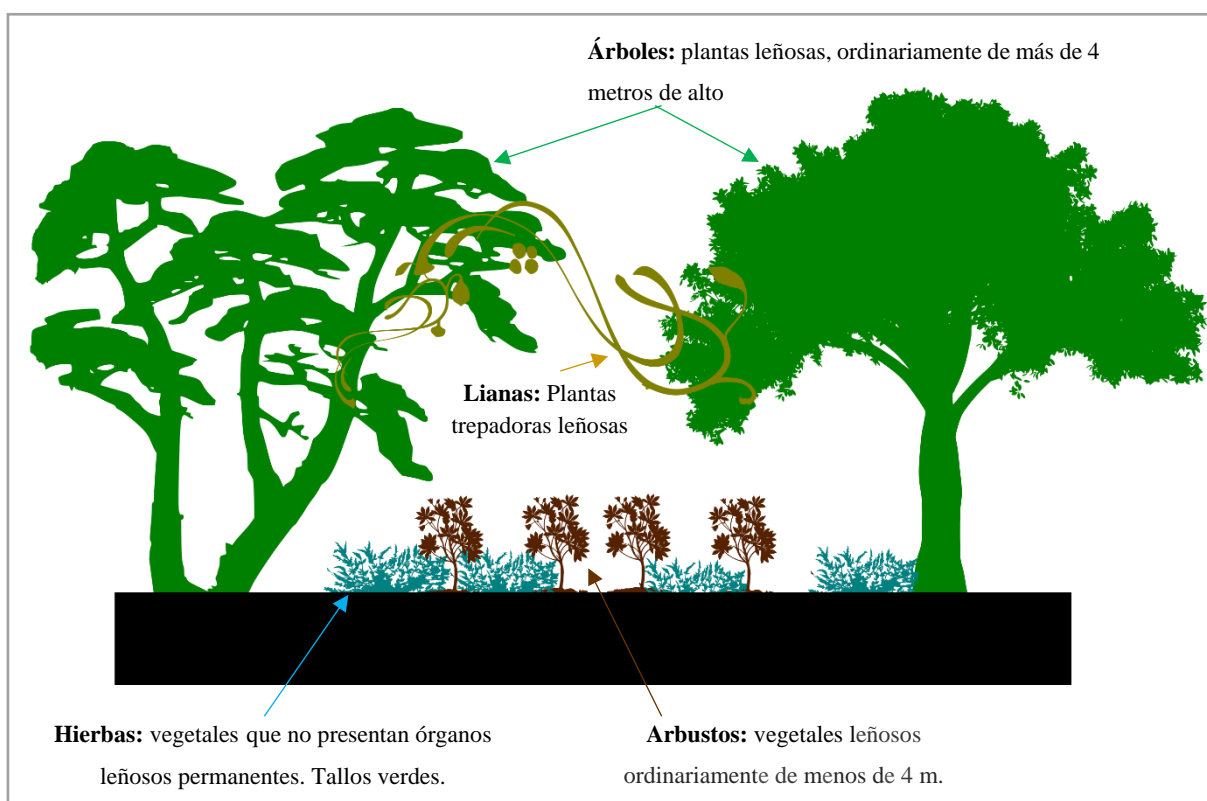


Figura 1. Diagrama de las formas de crecimiento vegetal consideradas en este estudio. Información de Miranda y Hernández X (1963) y Moreno N. (1984).

El uso realizado de los PF indica la cantidad de especies y productos directamente utilizados por los habitantes y que, por lo tanto, contribuyen directamente al bienestar humano (Fisher et al., 2009; Verhagen et al., 2015). El grado de conocimiento que tienen los

habitantes sobre las especies útiles está influenciado por múltiples factores (De Albuquerque et al., 2011; Hanazaki et al., 2013; McCarter y Gavin, 2015), uno de ellos se relaciona con las actividades específicas de cada individuo en la comunidad, las cuales suelen estar asociadas con la división de actividades relacionadas al género (Jackson, 2013). Esto podría determinar, por ejemplo, que individuos asociados con actividades agropecuarias conozcan mayormente especies maderables, mientras que las actividades del hogar y la crianza infantil se asocien con un mayor conocimiento de especies medicinales o para leña (Begossi et al., 2002; Jackson, 2013; Phillips y Gentry, 1993; Voeks y Leony, 2004). Partiendo de la premisa anterior, la cuantificación de la variación del conocimiento sobre las especies útiles es un insumo fundamental para entender las posibles dinámicas de aprovechamiento de las especies en la frontera natural de estos socioecosistemas.

El suministro de los PF se puede clasificar en categorías en función de los objetivos de uso, las categorías de mayor demanda son: “leña”, “madera” para materiales de construcción, muebles o mangos de herramientas, así como “alimento” y “medicinas” que derivan del uso de las múltiples estructuras vegetales (e.g. frutos, flores y hojas) (Dattagupta et al., 2014; Guariguata et al., 2010; Vedeld et al., 2007). Sin embargo, las especies vegetales, y los beneficios derivados de ellas, se han visto afectados negativamente por la pérdida y/o degradación de la cobertura forestal, esto ha generado la necesidad de contar con opciones de manejo orientadas a la conservación de la biodiversidad, el aprovechamiento agroforestal o la restauración ecológica con fines productivos (Foley et al., 2011, 2005; Gibbs et al., 2010; Laurance et al., 2014). El diseño de estas alternativas requiere conocimiento que simultáneamente integren el diagnóstico basado en la generación de bienes y servicios del ecosistema, así como los aspectos sociales relevantes para su uso, sin embargo, esta información es inexistente en la mayoría de los bosques de México.

La Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas, en el estado de Veracruz, representa el fragmento septentrional de BTP más grande del continente americano (Dirzo y Miranda, 1991). En esta región se cuenta con un listado de plantas vasculares (Villaseñor et al., 2018), sin embargo, los listados tienen la limitante de no representar la variación de la diversidad a lo largo del paisaje. Para la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas (EBT), Ibarra-Manríquez et al. (1997) generaron un listado de especies útiles, pero no incluye el uso medicinal, ni la distribución espacial de las especies útiles. Por su parte, el trabajo de

Navarrete-Segueda et al. (2021) analizó el uso potencial para el estrato arbóreo, sin embargo, existe un vacío de conocimiento en torno al uso potencial de las diferentes formas de crecimiento, su posible relación taxonómica, al igual que el uso realizado en las comunidades inmediatas a la EBT. Por ello, se plantearon los siguientes objetivos de investigación, cada uno de ellos comprende un capítulo de la presente tesis.

Objetivo general

Comparar el “uso potencial” de los principales productos forestales con el “uso realizado” que tienen los habitantes de éstos en las comunidades más cercanas a la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas.

Objetivos específicos

- 1) Caracterizar las especies vegetales con uso potencial (leña, madera, medicina, alimento), basado en la riqueza, forma de crecimiento y grupo taxonómico, que han sido documentadas en la región aledaña a la EBT (Capítulo 1).
- 2) Hacer una caracterización espacial de la distribución, la abundancia y la biomasa de las especies vegetales con uso potencial en la EBT (Capítulo 2).
- 3) Identificar las especies vegetales utilizadas por los habitantes de las comunidades más cercanas a la EBT, Lázaro Cárdenas y Laguna Escondida, y analizar si existen diferencias por género (Capítulo 3).
- 4) A partir de la información generada, comparar el uso potencial de especies vegetales de la región de la EBT con el uso realizado en Lázaro Cárdenas y Laguna Escondida, (Capítulo 4, discusión general).

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas, Veracruz, México, en la Estación de Biología Tropical (EBT) de la Universidad Nacional Autónoma de México. La EBT se localiza a 30 km al noreste de la ciudad de Catemaco, frente al Golfo de México, sus coordenadas geográficas son: 95°04'– 95°09' de longitud oeste y a 18°34'– 18°36' de latitud norte. Tiene una extensión de 640 hectáreas y cuenta con un gradiente de altitud que va de

150 a 700 m s.n.m. (Gonzalez Soriano, Dirzo y Vogt, 1997; Ibarra-Manríquez et al., 1997). La región de la EBT muestra un mosaico de bosque tropical perennifolio (Rzedowski, 1978) o selva alta perennifolia (Miranda y Hernández-X., 1963) inmerso en una matriz asociada con cultivos, pastizales y acahuales (Castillo-Campos y Laborde, 2004). Alberga 943 especies vegetales, 545 géneros y 137 familias (Ibarra-Manríquez et al., 1997). Los elementos arbóreos dominantes alcanzan alturas de aproximadamente 40 m. El clima es cálido húmedo (Af). El promedio de la temperatura máxima es 27.3 °C y el promedio de la temperatura mínima es 21.5 °C, con una precipitación anual de más de 4,500 mm. El suelo es de origen volcánico, formado a partir de rocas basálticas y cenizas volcánicas que recubren rocas andesíticas (Navarrete-Segueda et al., 2021).

Capítulo I

Especies vegetales con uso potencial en la región aledaña a la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas



Bosque tropical perennifolio de la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas.

INTRODUCCIÓN

El bosque tropical perennifolio (BTP) contiene una alta diversidad de especies, la cual genera bienes y servicios esenciales para los humanos (Belcher, 2003; Gentry, 1988; Quijas et al., 2010). Sin embargo, la pérdida de los bosques tropicales por agricultura y ganadería extensiva ha conducido a la pérdida de la biodiversidad (Balvanera, 2012; Bhagwat et al., 2008) y a la modificación de los procesos y patrones ecológicos que soportan los servicios generados por estos bosques (Tschardt et al., 2012). Actualmente, el estado de Veracruz ha perdido más del 90 % de su superficie correspondiente con el BTP (Villaseñor et al., 2018). Con la pérdida de estos bosques, y su diversidad, se pierde una gran cantidad de bienes potenciales asociados con las especies de este ecosistema, tales como la leña, la madera, los alimentos y las medicinas (Dattagupta et al., 2014; Guariguata et al., 2010; Vedeld et al., 2007).

En la región de los Tuxtlas, Veracruz, existen listados de especies vegetales que permiten conocer la riqueza de plantas en la región (Villaseñor et al., 2018) y se cuenta con estudios que han documentado el uso de las especies del BTP a partir de la categorización de los distintos productos maderales y no maderables (*e.g.*, Ibarra-Manríquez et al., 1997; Mendoza, 2000). A partir del análisis de la literatura existente es posible hacer una aproximación cuantitativa del suministro potencial basado en el número de especies útiles en las cercanías a la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas (EBT). Además, debido a que se cuenta con la información taxonómica y la forma de crecimiento, es posible que la literatura existente nos permita identificar si las categorías de uso de las especies se asocian con el parentesco taxonómico (*i.e.*, familia) (Gaoue et al., 2017) o la forma de crecimiento. Basado en el listado de Villaseñor et al., (2018), en este capítulo se responde a las siguientes preguntas: ¿Cuántas y cuáles son las especies vegetales con uso potencial que se encuentran en la región de la EBT? ¿Cuáles son las categorías de uso dominante? ¿Cuáles son las principales familias que pueden ser asociadas con las categorías de “uso potencial”? y ¿Cuál es la forma de crecimiento que puede ser asociada con un mayor número de categorías uso potencial?

MÉTODOS

A partir de las especies reportadas por Villaseñor et al. (2018), se eligieron las especies vegetales que se encuentran en la región aledaña a la EBT. Para ello, se seleccionaron los cuadrantes 3, 6 y 7 de su estudio (Figura 1) ya que, además de ser los más cercanos a la EBT, éstos comparten condiciones climáticas similares (Gutiérrez-García y Ricker, 2011).

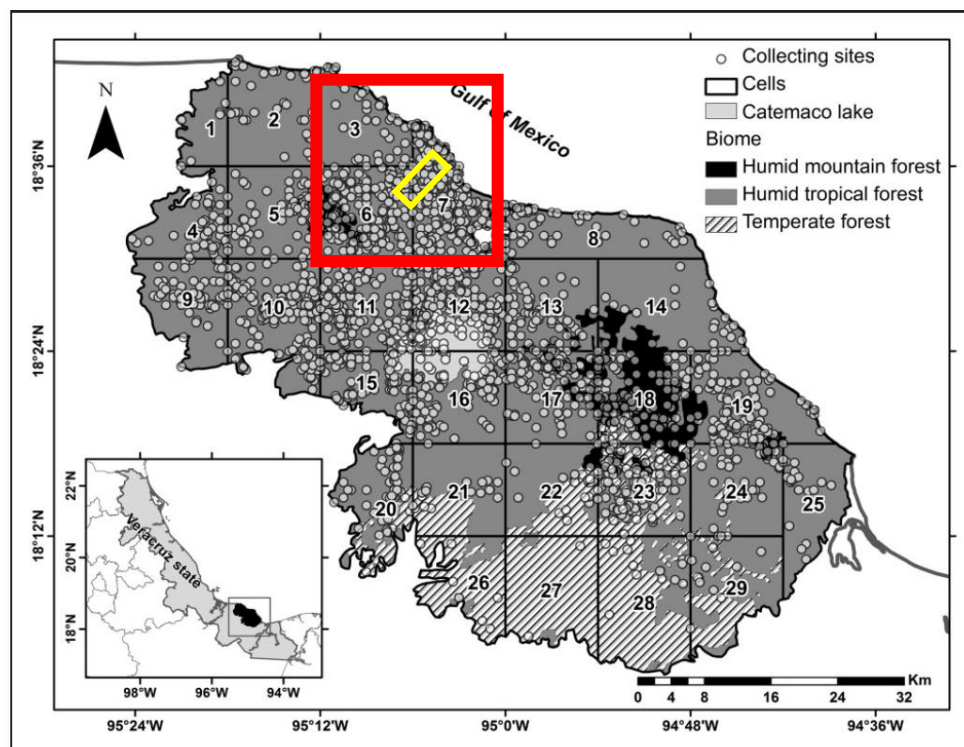


Figura 1. Cuadrantes utilizados para la elaboración del listado de especies con uso potencial. Fuente: Villaseñor et al. (2018). El cuadro rojo indica los cuadrantes seleccionados, el rectángulo amarillo indica el polígono de la estación de los Tuxtlas.

Se identificaron las especies vegetales con uso potencial del listado de Villaseñor (madera, alimento, medicina, leña) con la revisión diversos estudios realizados sobre las especies útiles en la región, estos estudios fueron:

- Plantas útiles en la selva de Los Tuxtlas (Veracruz, México): consideraciones acerca de su potencial en el mercado de Ibarra-Manríquez et al. (1997).
- El género *Ficus* L. (Moraceae) en México de Ibarra-Manríquez et al. (2012).

- Las plantas medicinales de la selva alta perennifolia de Los Tuxtlas, Veracruz: un enfoque etnofarmacológico-químico de Mendoza (2000).
- El uso medicinal actual y potencial de las especies arbóreas de la selva alta perennifolia en "Los Tuxtlas", Veracruz de Mendoza (2004).
- Guía de frutos silvestres comestibles en Veracruz de Lascurain et al. (2010).
- Árboles de Veracruz 100 especies para la reforestación estratégica de Niembro Rocas et al. (2010).
- Árboles de la región de Los Tuxtlas de Vázquez Torres et al. (2010).

A partir de la lista obtenida, se analizaron cuáles especies y familias presentan mayor número de usos potenciales totales, por categoría de uso y forma de crecimiento (árboles, arbustos, hierbas y lianas). Se utilizó la prueba ji-cuadrada como análisis de bondad de ajuste para comparar las frecuencias en las diferentes categorías.

RESULTADOS

La lista de Villaseñor et al. (2018), contiene 2,548 especies vegetales, de las cuales 1,585 están presentes en los cuadrantes seleccionados en este estudio. A partir de la revisión de la literatura, se identificó que 434 especies de 106 familias tienen reportado al menos una de las cuatro categorías de usos seleccionados (medicinal, maderable, alimento, leña). Esto representa el 27.4%. Al considerar la forma de crecimiento, en el área (cuadrantes) estudiada Fabaceae y Moraceae están dominadas por especies arbóreas (31 y 20, respectivamente), mientras que en Asteraceae es mayor el número de especies herbáceas (20) ($X^2 = 46.208$, $p < 0.000$) (Figuras 2D, 2F y 2G). La familia Fabaceae presenta el mayor número de especies potencialmente útiles. En el área de estudio, 10 familias (9.4% del total) contienen más de 10 especies útiles (Figura 3). La familia Fabaceae tiene como principal uso el medicinal (30 especies), seguido por la madera (18), leña (11) y alimento (9). Resulta interesante que Asteraceae, la segunda familia más frecuente, solo tiene uso medicinal (28 especies) y la tercera familia, Moraceae tiene como principal uso el medicinal, con 16 especies, seguido por alimento, madera y leña ($X^2 = 41.047$, $p < 0.000$) (Figuras 2A, 2B y 2C).

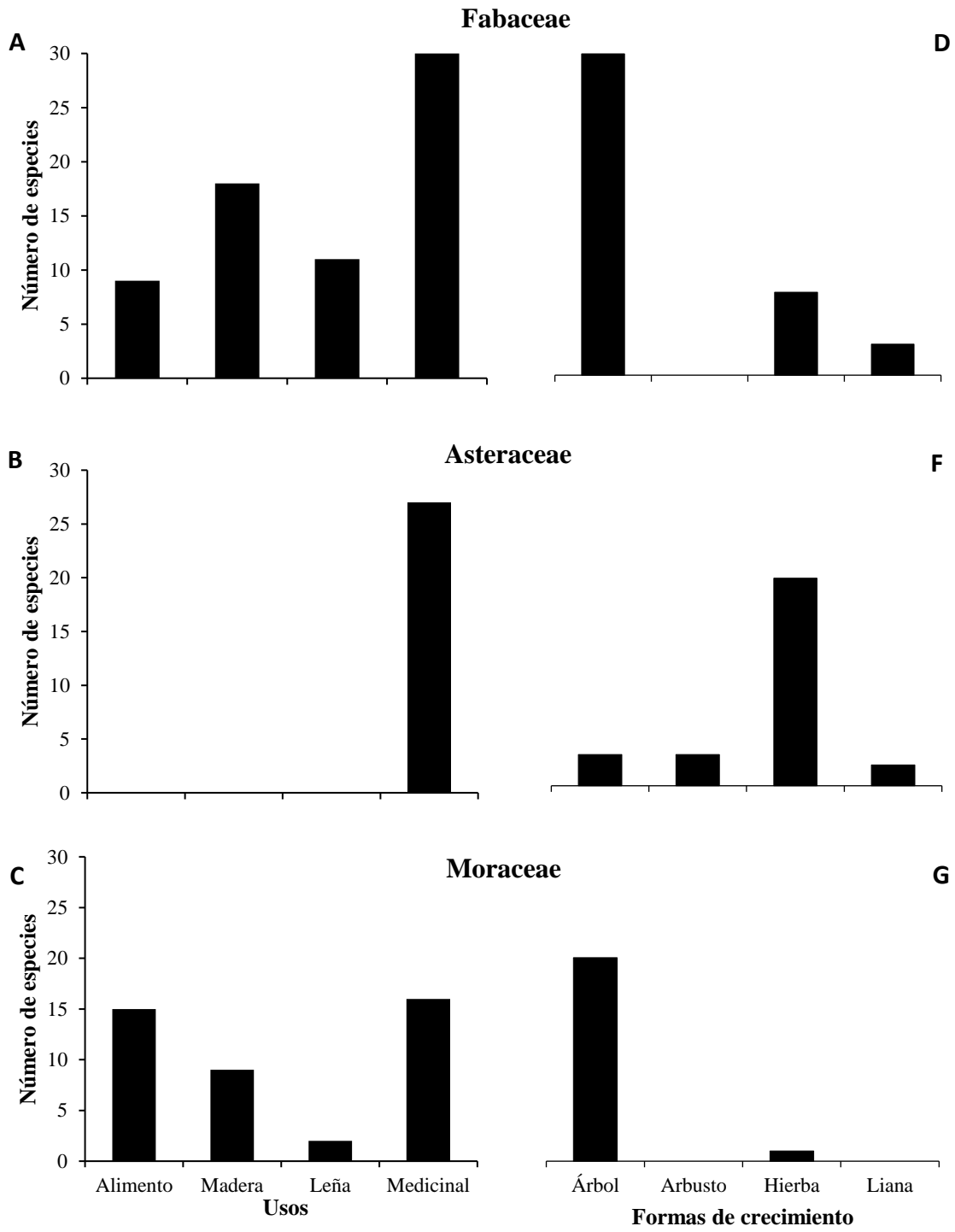


Figura 2. Frecuencia de especies por categoría de uso y forma de crecimiento de las tres familias con mayor riqueza de especies en la región aledaña a la EBT.

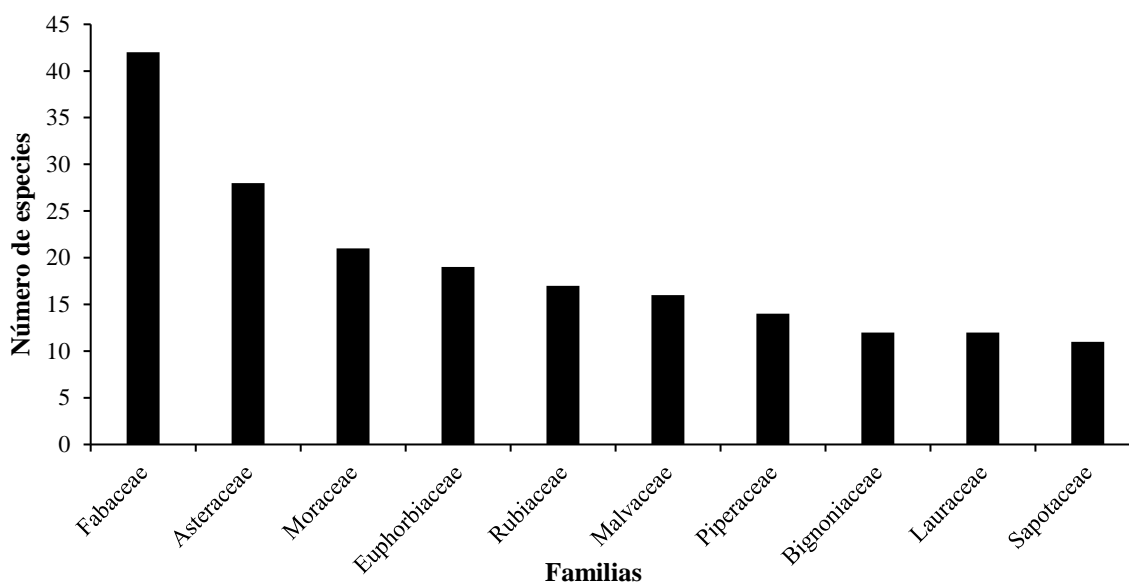


Figura 3. Familias con mayor número de especies potencialmente útiles en la región aledaña a la EBT.

De las 434 especies con uso potencial, el 63% presenta un solo uso. Este porcentaje disminuye al considerar el número de usos por especie, ya que el 23% de las especies útiles presenta dos usos, por su parte, el 8% de las especies presenta dos usos y sólo el 5% presenta cuatro usos, todas ellas son árboles.

Al realizar la comparación de frecuencias, el uso medicinal presentó el mayor número de especies (355), seguido por el uso maderable (126), el uso para alimento (103) y el uso para leña (89) ($X^2 = 280.53$, g.l. = 3, $p < 0.000$) (Figura 4A). En cuanto a la forma de crecimiento, los árboles presentaron el mayor número de especies potencialmente útiles (251 especies), seguido por las hierbas (119), lianas (42) y finalmente los arbustos (22) ($X^2 = 297.89$, g.l. = 3, $p < 0.00$) (Figura 4B).

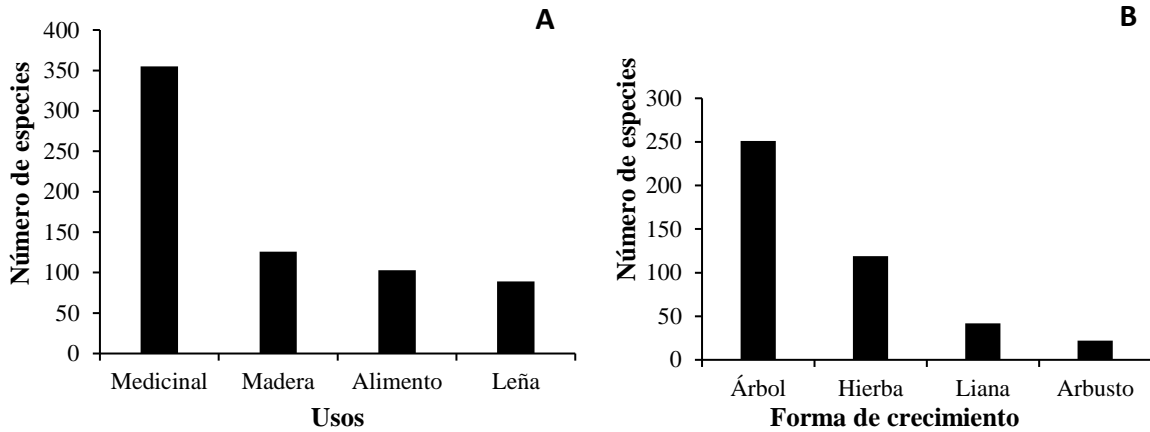


Figura 4. Número de especies potencialmente útiles por categoría de uso (A) y forma de crecimiento (B) en la región aledaña a la EBT.

Los árboles fueron registrados principalmente para los usos medicinal y maderable (182 y 125 especies respectivamente), seguido por leña y alimento. Los arbustos tienen como mayor uso el medicinal (20 especies), seguido del alimento (2 especies). Las hierbas y lianas registraron dos usos potenciales, aunque fue mayor el número de especies con uso medicinal ($X^2 = 158.11, p < 0.00$) (Figura 5).

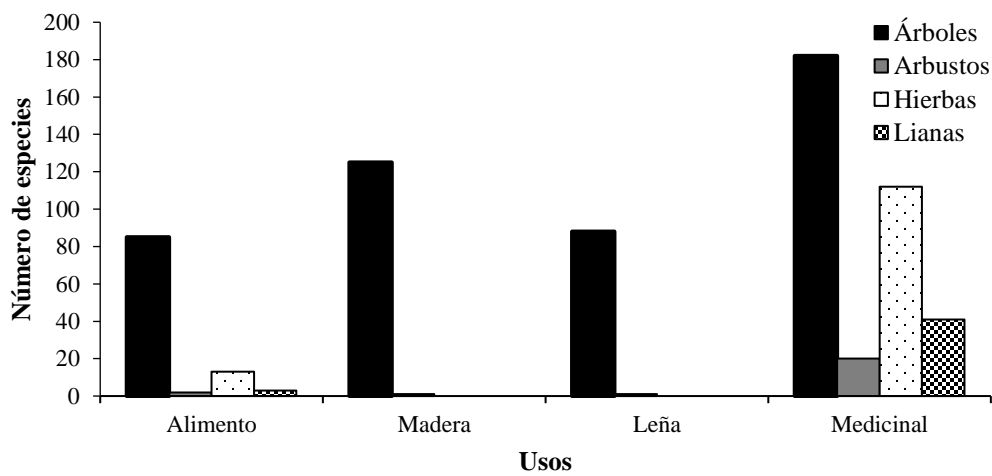


Figura 5. Número de especies por uso potencial en las distintas formas de crecimiento.

DISCUSIÓN

Las especies identificadas con uso potencial en el área cercana a la EBT representan el 27.4 % (434 especies) del número total de especies (1585). Esta proporción es menor que la registrada en una región de superficie similar en la selva Lacandona, en la cual, de acuerdo con Tacher et al. (2002), la proporción de especies con uso potencial es del 73.4 % (356 especies). Aun así, esta comparación no es del todo equitativa, ya que en la Lacandona se tomaron en cuenta más de cuatro categorías de uso (*e.g.*, ornamental, forraje, artesanales, cerco vivo, entre otras), mientras que en el área de estudio se consideraron solamente cuatro categorías de uso. Un aspecto relevante es, que la identificación de plantas potencialmente útiles en este estudio se basó en la literatura, esto puede generar que los resultados estén condicionados. Un ejemplo de esto es que el uso medicinal registró el mayor número de especies útiles en todas las formas de crecimiento y en las familias más abundantes. Este resultado, en parte se podría explicar por la existencia de trabajos enfocados en el uso medicinal (*e.g.* Mendoza 2000; 2004), lo cual resalta la importancia de contar con estudios del uso de las especies del bosque. Por otra parte, la identificación de un gran número de especies con uso medicinal puede ser influenciado por la historia de manejo del bosque, en la cual, se puede llevar a cabo la selección antrópica y propagación de especies con este uso potencial (Ellis et al., 2021).

El hecho de que los árboles presentan el mayor número de especies útiles puede estar asociado con la presencia de esta forma de crecimiento en las familias más diversas (Fabaceae y Moraceae), ya que en ellas están presentes los cuatro usos, lo que apoya la propuesta de que mayor diversidad genera mayor suministro de productos forestales (PF). Así mismo, todas las especies que presentaron los cuatro usos (23 especies) son árboles. No obstante, también puede ser artefacto de las categorías seleccionadas, ya que, incluir el uso maderable restringió la asignación de las cuatro categorías solamente a los árboles.

Es interesante resaltar que los arbustos, hierbas y lianas destacan mayormente con el uso medicinal, del mismo modo que Asteraceae solo tiene uso medicinal y su forma de crecimiento dominante es el herbáceo. Este resultado parece obvio al considerar que solo tiene ese uso porque no se puede usar como leña ni como madera, y no tiene frutos carnosos. Este resultado confirma el planteamiento inicial que indica que la forma de crecimiento sí tiene influencia sobre el suministro de los PF. Esto puede relacionarse, por una parte, con el

hecho de que la forma de crecimiento deriva en distintos mecanismos de defensa para los herbívoros, no obstante, los árboles también tienen una gran variación en los mecanismos de defensa y generan metabolitos secundarios, razón por la cual varias especies de árboles tienen uso medicinal. Por otra parte, nuestros resultados coinciden con lo reportado por Phillips y Gentry (1993) al mostrar que la familia influye fuertemente en el valor de uso de las plantas.

CONCLUSIONES

Se registraron 434 especies con algún uso potencial (madera, leña, alimento y medicina), de las cuales 22 (5% del total) presentan 4 usos y todas son árboles. El uso medicinal presentó el mayor número de especies, seguido en orden de importancia por los usos maderable, alimento y leña. Los árboles fueron la forma de crecimiento con mayor número de especies potencialmente útiles, seguidos por las hierbas, las lianas y los arbustos. Las familias Fabaceae, Asteraceae y Moraceae tuvieron el mayor número de especies potencialmente útiles. La familia Fabaceae está representada principalmente por árboles y se registraron los cuatro usos. La segunda familia más frecuente (Asteraceae) está dominada por hierbas y solo se registró el uso medicinal. Por su parte, la familia Moraceae estuvo dominada por árboles en los que se registró los cuatro usos.

Capítulo II

Distribución espacial de la abundancia y productividad de las especies arbóreas potencialmente útiles



Bosque tropical perennifolio de la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas.

INTRODUCCIÓN

El suministro de los productos forestales potenciales (PFP) en el bosque tropical perennifolio está ligado a la distribución de las especies que los generan. Variaciones espaciales de la riqueza de especies arbóreas, sus abundancias y la estructura de la comunidad, son indicadores de la oferta potencial de los PFP a lo largo del paisaje (Harrison et al., 2014). Se ha demostrado que factores ambientales como el suelo y la topografía, influyen significativamente en los patrones de distribución de las comunidades vegetales (Claire A. Baldeck et al., 2013; Stein et al., 2014). Dichos factores ambientales son útiles para la estratificación del terreno orientada a anidar los factores ambientales relevantes para las comunidades vegetales y a evaluar el efecto de estos factores en atributos comunitarios como la diversidad, abundancia y productividad de ensamblajes de especies potencialmente útiles a lo largo del paisaje (Navarrete-Segueda et al., 2017).

Aunque existe un amplio conocimiento de las especies útiles de la región de Los Tuxtlas (ver Ibarra-Manríquez et al., 2012, 1997; Lascurain et al., 2010; Mendoza Márquez, 2004, 2000; Niembro Rocas et al., 2010; Vázquez Torres et al., 2010), esta información proviene de listados que no permiten inferir la variación espacial de ocurrencia, la abundancia y la productividad de las especies potencialmente útiles. Por lo tanto el objetivo de este capítulo fue analizar la distribución, la abundancia y la biomasa de las especies arbóreas registradas con los usos potenciales más importantes (leña, madera, medicina, alimento) a nivel del paisaje. Para ello se utilizaron parcelas de monitoreo en la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas (EBT) establecidas en unidades de paisaje delimitadas por Navarrete-Segueda et al. (2021).

MÉTODOS

Caracterización ambiental del paisaje

Se partió de las unidades de paisaje basadas en relieve y suelo delineadas por Navarrete-Segueda et al. (2021). Estas unidades se obtuvieron a partir de la interpretación visual de las características externas de las formas del paisaje, a partir de un modelo digital de elevación (MDE) a escala 1:20,000. Estas unidades integran información de la geología, la geomorfología y los suelos para la estratificación del mosaico ambiental y de los hábitats potenciales al interior de la EBT.

El análisis de la comunidad arbórea se estratificó por unidad ambiental. Se obtuvieron cinco unidades del paisaje (UP), cuatro de ellas están asociadas a suelos formados a partir de ceniza volcánica que se desarrollan en laderas diferenciadas a partir de su inclinación, elevación y microclima. Estos son: Pie de monte (PM), Laderas muy inclinadas de baja elevación (pendiente de 10–24° y <350 ms.n.m.) (LIBE), Laderas muy inclinadas de alta elevación (pendiente de 10–24° y > 400 ms.n.m.) (LIAE) y Laderas muy abruptas (pendiente > 24°) (LA). La última unidad está asociada con eventos volcánicos del Holoceno y presenta suelos someros formados a partir de flujos basálticos, denominada laderas de flujos lávicos (FL) (Figura 1).

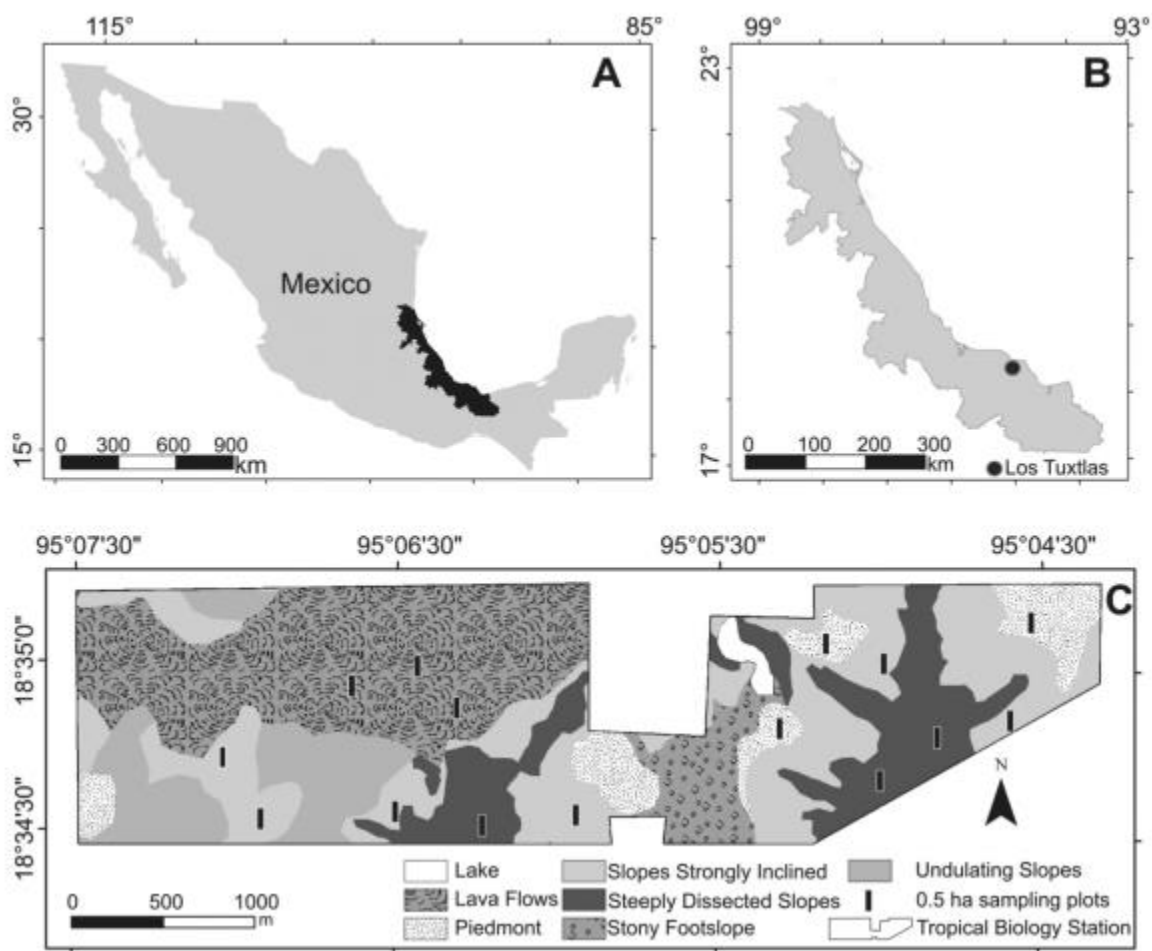


Figura. 1. Localización del área de estudio: A) dentro del territorio nacional y B) el estado de Veracruz. C) principales unidades de paisaje dentro de la Estación Biológica Tropical Los Tuxtlas; se muestra la localización de las parcelas. Fuente: Navarrete-Segueda et al. 2021.

Caracterización de las especies arbóreas que ofrecen productos forestales potenciales

Se utilizó el censo de Navarrete-Segueda et al., (2021), en el cual, cada unidad (UP) cuenta con tres parcelas de 20 × 250 m (0.5 ha, 7.5 ha en total). La base de datos integra información a nivel de especie de todos los árboles censados con un diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 10 cm. Se identificaron los productos forestales potenciales (PFP) reportados para cada especie a partir de la revisión de diversos estudios realizados sobre las especies útiles en la región, estos estudios fueron:

- Plantas útiles en la selva de Los Tuxtlas (Veracruz, México): consideraciones acerca de su potencial en el mercado de Ibarra-Manríquez et al. (1997).
- El género *Ficus* L. (Moraceae) en México de Ibarra-Manríquez et al. (2012).
- Las plantas medicinales de la selva alta perennifolia de Los Tuxtlas, Veracruz: un enfoque etnofarmacológico-químico de Mendoza (2000).
- El uso medicinal actual y potencial de las especies arbóreas de la selva alta perennifolia en "Los Tuxtlas", Veracruz de Mendoza (2004).
- Guía de frutos silvestres comestibles en Veracruz de Lascurain et al. (2010).
- Árboles de Veracruz 100 especies para la reforestación estratégica de Niembro Rocas et al. (2010).
- Árboles de la región de Los Tuxtlas de Vázquez Torres et al. (2010).

Los PFP se clasificaron en las siguientes categorías: alimento, leña, medicinal y madera. La biomasa aérea de cada árbol se estimó utilizando la ecuación alométrica basada en el DAP proporcionado por Brown (1997). Finalmente, se sumaron por especie los valores de la biomasa aérea (AGB) de todos los árboles a los que se asignó algún PFP en cada parcela.

Análisis de los datos

Se estimó la riqueza de especies de árboles, la abundancia y el índice de diversidad de Shannon utilizando el paquete BiodiversityR en R. A partir del número de individuos, número de especies y AGB por categoría de PFP, obtuvimos valores medios (\pm error estándar). Se implementaron modelos lineales generalizados, comparaciones múltiples de medias y pruebas de poshoc de *Tukey* para evaluar diferencias en los componentes analizados entre las unidades de paisaje. Se construyeron curvas de abundancia y el AGB para evaluar los cambios en las especies dominantes entre las unidades de paisaje (los datos fueron

agrupados por unidad). Finalmente, se ajustaron modelos de distribución de la abundancia y el AGB a las curvas, y se compararon las pendientes de las mismas para evaluar si existe diferencia entre UP mediante un análisis de covarianza (ANCOVA) (Izsák, 2006), considerando como variable explicativa el orden de las especies (orden, como numérico) y la unidad de paisaje (UP, como categórica) y su interacción (Rango: UP). Todos los análisis se realizaron en el programa R (R Core Team, 2018).

RESULTADOS

El 70.9% de un total de 179 especies de árboles tuvo al menos uno de los usos potenciales seleccionados. La mayoría de las especies con uso potencial fue asociada con un uso, por el contrario, el 5.5 % de las 127 especies presentó los cuatro usos (Figura 2).

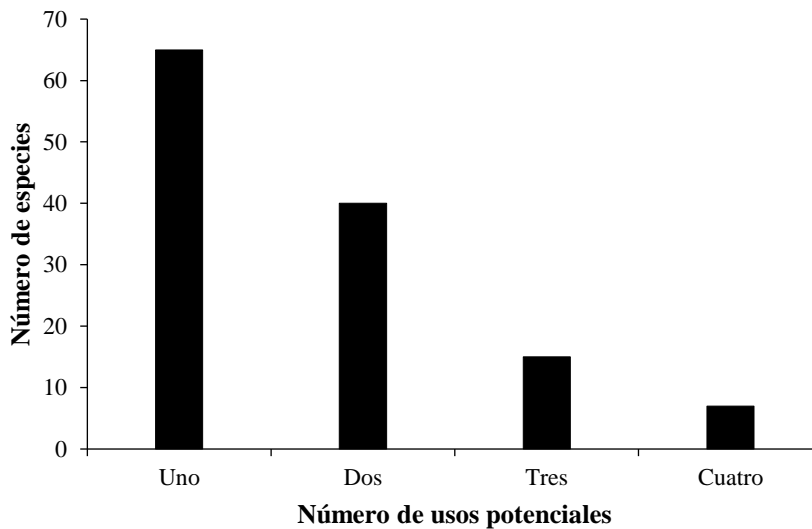


Figura 2. Número de especies arbóreas de acuerdo con el número de usos potenciales en la EBT.

El 70 % de las especies arbóreas tiene aplicaciones medicinales (89 especies), mientras que los usos relacionados con la madera y la leña se encuentran en segunda y tercera posición (54 y 44 especies, respectivamente) (Figura 3).

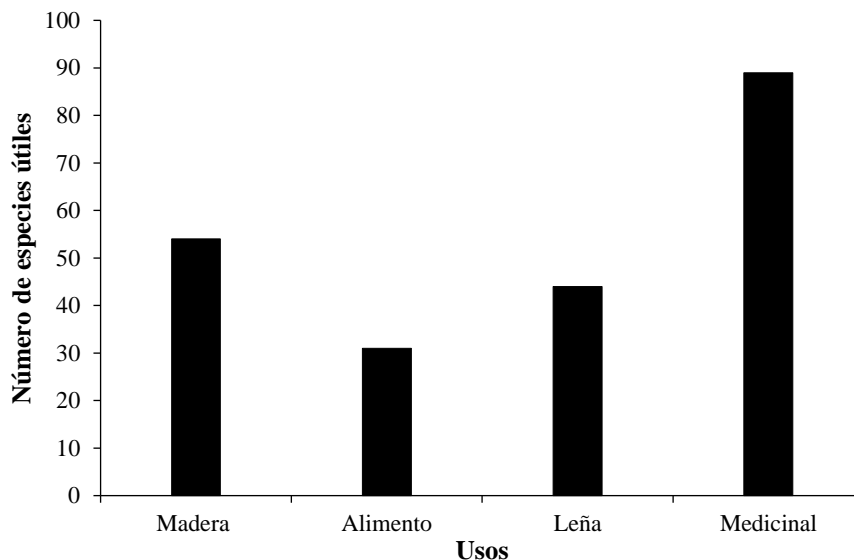


Figura 3. Número de especies arbóreas útiles por categoría de uso en la EBT.

En promedio, una hectárea de bosque en la EBT presenta 429 ± 29 árboles, de los cuales, el 81 % proporciona al menos alguno de los cuatro usos. No encontramos diferencias significativas en el número de especies entre unidades ($F_{4,10} = 9.4$, $P < 0.076$) (Tabla 1), no obstante, el índice de Shannon (H') fue mayor en PM y LIBE que en LIAE, LA y FL ($F_{4,10} = 0.25$, $P < 0.000$). Por su parte, la densidad de árboles fue significativamente mayor en LA, mientras que PM mostró el valor más bajo ($F_{4,10} = 128$, $P < 0.000$).

Tabla 1. Promedio de riqueza de especies, índice de diversidad de Shannon y abundancia (\pm error estándar) de árboles potencialmente útiles en la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas. Piedemonte (PM), Laderas muy inclinadas de baja elevación (LIBE), Laderas muy inclinadas de alta elevación (LIAE) Laderas abruptas (LA) y Flujos lávicos (FL). Las letras minúsculas distintas en cada unidad de paisaje difieren significativamente entre el mismo índice de diversidad ($P < 0.05$).

	PM	LIBE	LIAE	LA	FL
Riqueza de especies (especies en 0.5 ha)	52 ± 4.64^a	55.33 ± 0.88^a	41 ± 6.02^a	51 ± 1.73^a	44.66 ± 2.72^a
Abundancia (árboles ha^{-1})	298 ± 5.19^a	325.33 ± 37.95^{ab}	324 ± 34.94^{ab}	444 ± 73.51^c	342 ± 7.02^b
Shannon (H')	3.52 ± 0.13^b	3.63 ± 0.03^b	3.16 ± 0.14^a	3.33 ± 0.02^{ab}	3.12 ± 0.01^a

No se encontraron diferencias significativas en el número de especies entre las cinco unidades para los distintos usos: madera ($F_{4,10} = 5.63$, $P = 0.347$), alimento ($F_{4,10} = 8.11$, $P =$

0.48), leña ($F_{4,10} = 7.54$, $P = 0.9378$) y medicinal ($F_{4,10} = 4.11$, $P = 0.082$) (Figura 4A). No obstante, en el promedio de las UP, el uso medicinal presentó el mayor número de especies, mientras que el uso alimenticio presentó la menor riqueza (Figura 4B). ($F_{3,16} = 6.24$ $P < 0.000$).

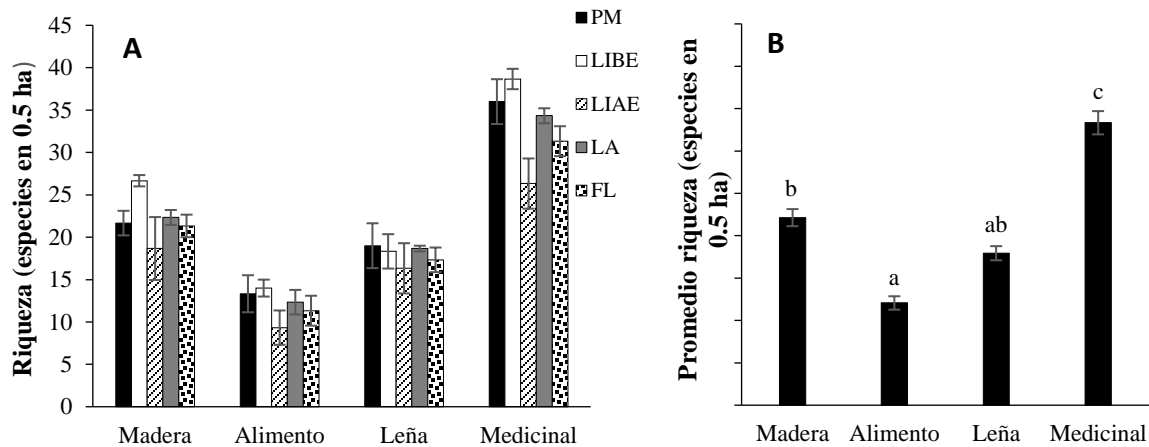


Figura 4. A) Riqueza de especies arbóreas por categoría de uso en cada unidad del paisaje. B) Riqueza promedio de árboles por categoría de uso. Las barras con letras distintas dentro de cada PFP difieren significativamente ($P < 0.05$). Piedemonte (PM), Laderas muy inclinadas de baja elevación (LIBE), Laderas muy inclinadas de alta elevación (LIAE) Laderas abruptas (LA) y Flujos lávicos (FL).

Se encontró que las especies con uso maderable fueron más abundantes en LA y FL que en PM, LIBR y LIAE ($F_{4,10} = 89.8$, $P < 0.000$), el mismo patrón fue registrado para las especies con uso alimenticio ($F_{4,10} = 84.11$, $P < 0.000$) (Figura 5). En las unidades LIAE, LA y FL se encontró mayor abundancia de árboles para leña que en PM y LIBE ($F_{4,10} = 68.62$, $P < 0.000$). Respecto a los árboles de uso medicinal, LA presentó la mayor abundancia y LIAE la menor ($F_{4,10} = 82.45$, $P < 0.000$). En el promedio entre las UP, se distingue al uso medicinal como el de mayor densidad de individuos, mientras que el uso alimenticio se identificó como el de menor densidad de árboles ($F_{3,16} = 106.02$, $P < 0.000$).

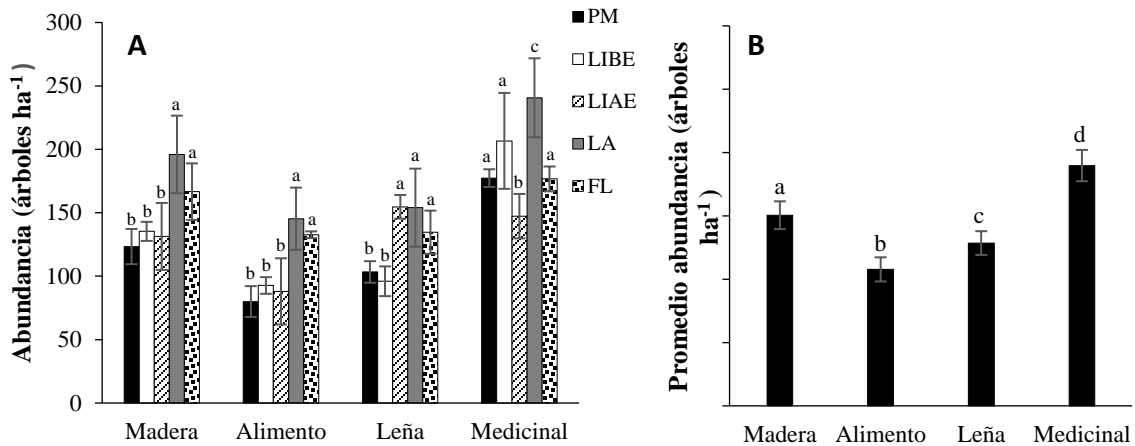


Figura 5. A) Abundancia de árboles por categoría de uso en cada unidad del paisaje. B) Abundancia promedio de árboles por categoría de uso. Las barras con letras distintas dentro de cada PFP difieren significativamente ($P < 0.05$). Piedemonte (PM), Laderas muy inclinadas de baja elevación (LIBE), Laderas muy inclinadas de alta elevación (LIAE) Laderas abruptas (LA) y Flujos lávicos (FL).

No se encontraron diferencias significativas en la biomasa de los usos maderable ($F_{4,10} = 49115$, $P = 0.23$), alimenticio ($F_{4,10} = 6100$, $P = 0.08$) y medicinal ($F_{4,10} = 27428$, $P = 0.42$) (Figura 6A). Por su parte, la biomasa de los individuos con uso potencial para leña sí presentó diferencias, se encontró que las UP LIAE y FL presentan mayor cantidad de biomasa que el resto de las UP ($F_{4,10} = 7052$, $P = 0.002$). Se documentó que el uso maderable y el medicinal son los que mayor cantidad de biomasa presentaron ($F_{3,16} = 18292$, $P < 0.000$) (Figura 6B).

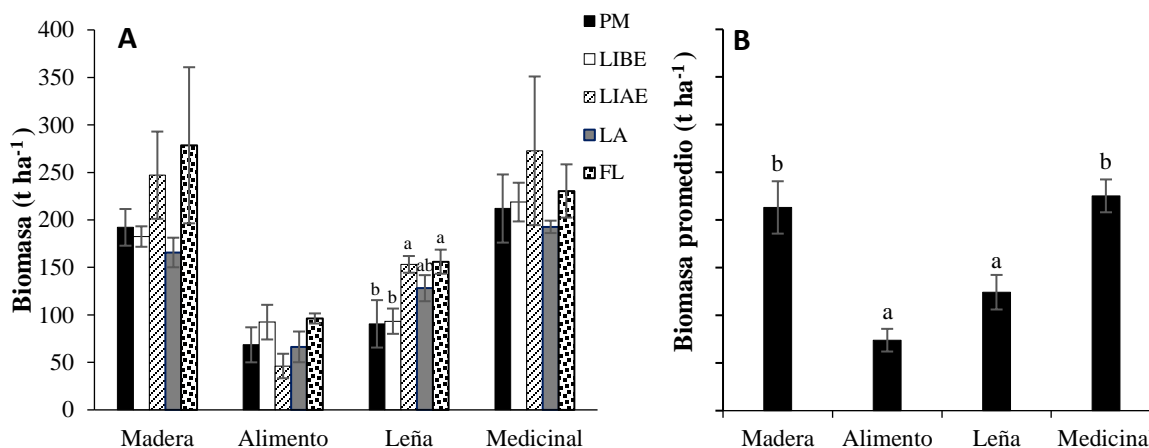


Figura 6. A) Biomasa de árboles por categoría de uso en cada unidad del paisaje. B) Biomasa promedio de árboles por categoría de uso. Las barras con letras distintas dentro de cada PFP difieren significativamente ($P < 0.05$). Piedemonte (PM), Laderas muy inclinadas de baja elevación (LIBE), Laderas muy inclinadas de alta elevación (LIAE) Laderas abruptas (LA) y Flujos lávicos (FL).

Existen diferencias significativas en las curvas de abundancia de árboles, particularmente de las UP PM y LIBE con respecto a las demás unidades (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados del análisis de covarianza. Se muestran las comparaciones de los grados de libertad (g.l.), el valor de F y el valor P en las curvas de abundancia de las especies entre pares de UP. Piedemonte (PM), Laderas muy inclinadas de baja elevación (LIBE), Laderas muy inclinadas de alta elevación (LIAE) Laderas abruptas (LA) y Flujos lávicos (FL). Los valores en negrita indican una diferencia significativa entre las UP seleccionadas.

	g.l.	F	P
LA-LIAE	1	2.44	0.121
LA-LIBE	1	8.71	0.004
LA-FL	1	0.36	0.552
LA-PM	1	5.82	0.017
LIAE-LIBE	1	17.25	<0.000
LIAE-FL	1	0.52	0.471
LIAE-PM	1	13.21	<0.000
LIBE-FL	1	6.93	0.009
LIBE-PM	1	0.22	0.639
FL-PM	1	5.14	0.025

Así mismo, las curvas de biomasa de las unidades de paisaje LIAE y la FL se distinguen de las demás UP (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del análisis de covarianza. Se muestran las comparaciones de los grados de libertad (g.l.), el valor de F y el valor P en las curvas de biomasa de las especies entre pares de UP. Piedemonte (PM), Laderas muy inclinadas de baja elevación (LIBE), Laderas muy inclinadas de alta elevación (LIAE) Laderas abruptas (LA) y Flujos lávicos (FL). Los valores en negrita indican una diferencia significativa entre las UP seleccionadas.

	g.l.	F	P
LA-LIAE	1	38.44	<0.000
LA-LIBE	1	4.89	0.028
LA-FL	1	24.95	<0.000
LA-PM	1	3.87	0.051
LIAE-LIBE	1	19.10	<0.000
LIAE-FL	1	0.46	0.499
LIAE-PM	1	17.82	<0.000
LIBE-FL	1	11.23	0.001
LIBE-PM	1	0.00	0.947
FL-PM	1	10.61	0.001

Es importante resaltar que tanto las especies con mayor abundancia, como las de mayor biomasa no fueron compartidas entre las cinco unidades de paisaje. En términos generales, las especies más abundantes fueron *Croton shiedeanus* Schltld. y *Trophis mexicana* (Liebm.) Bureau, mientras que, las de mayor biomasa fueron *Damburneya ambigens* (S.F. Blake) Trofimov y *Guarea glabra* Vahl. Las especies con mayor abundancia y biomasa en cada UP son: *Pseudolmedia glabrata* (Liebm.) C.C. Berg, *G. glabra* y *D. ambigens* en la unidad PM, *G. glabra* en la unidad LIAE, *Pouteria durlandii* (Standl.) Baehni en la unidad LA, *P. glabrata* y *G. glabra* en la unidad FL, finalmente en la unidad LIBE, no se encontraron especies con mayor abundancia y biomasa dentro de los primeros cinco lugares.

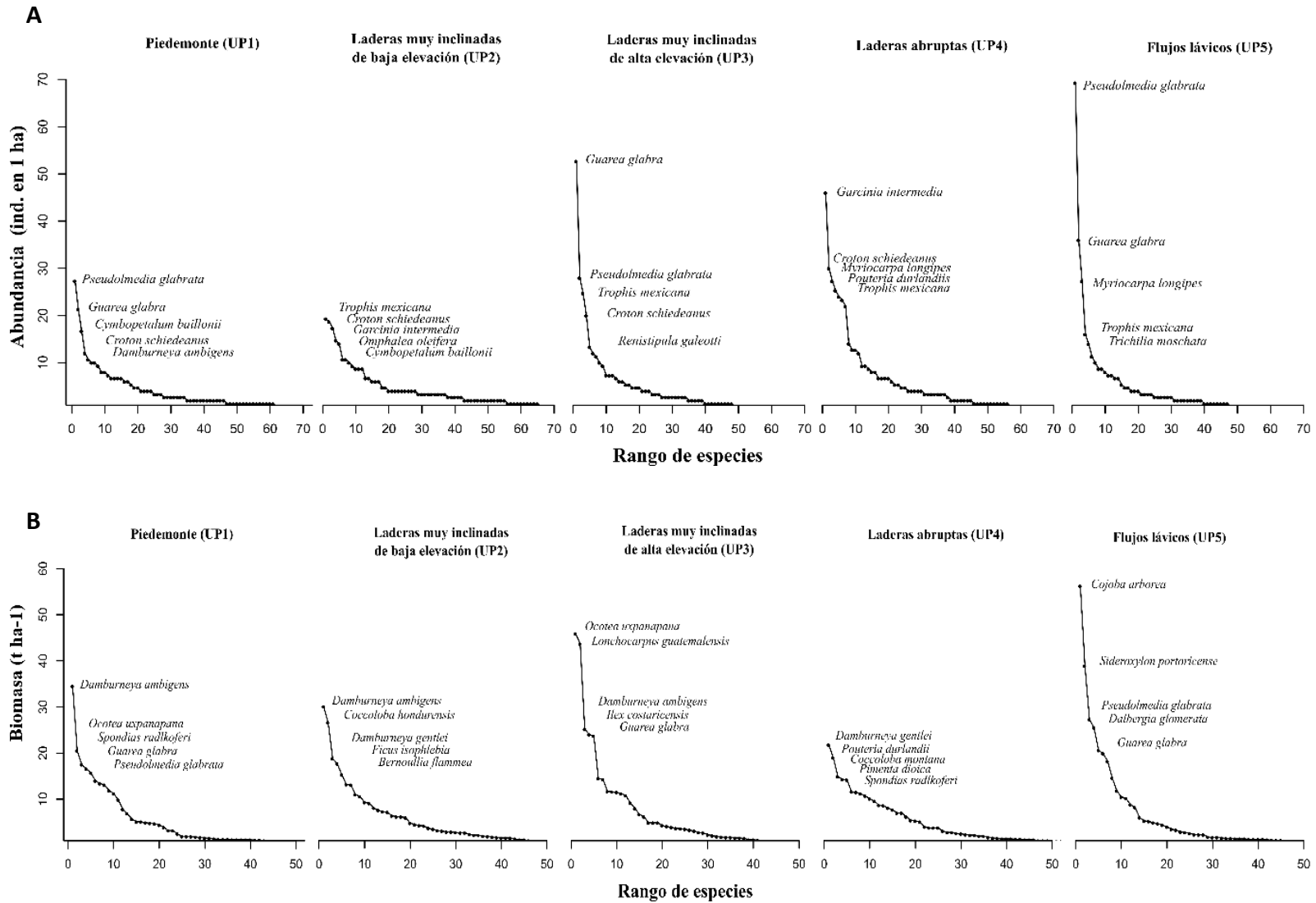


Figura 7. Curvas de rango basadas en abundancia (A) y biomasa (B) de especies arbóreas por unidad de paisaje en la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas.

DISCUSIÓN

Se observó que existen diferencias significativas en la abundancia y la biomasa de las especies arbóreas potencialmente útiles entre las UP. Estos resultados coinciden con lo reportado por Baldeck et al. (2013), quienes indican que las variables del suelo y la topografía tienen efectos importantes e independientes en la estructura de la comunidad en los bosques tropicales húmedos de Panamá, Tailandia, Camerún, Colombia, Malasia Peninsular, Sri Lanka y Ecuador.

Harrison et al. (2014), señalan que la riqueza se relaciona con la provisión de recursos maderables. No obstante, los resultados indican que esta variable de la diversidad no es suficiente para identificar el potencial a lo largo del espacio ya que, si sólo se considera la riqueza de especies, llevaría erróneamente a la conclusión de que la provisión potencial de especies maderables no es distinta entre las cinco unidades del paisaje. Se encontró que las especies que proveen un mismo uso (el maderable en este caso) llegan a ser distintas entre las UP. La variación en la identidad de las especies tiene efecto directo en las diferencias en la densidad de la madera (Chave et al., 2006), lo que en consecuencia puede cambiar la calidad del producto. En este estudio, se engloban los múltiples usos que pueden ser asignados a la madera (e.g. construcción de muebles, mangos para herramientas), por lo que estos resultados resaltan la necesidad de estudios futuros que evalúen usos específicos y la distribución de las especies más utilizadas para cada uno, ya que eso puede influir en el uso realizado de estos productos. El hecho de que exista diferencia en las especies útiles entre las UP, tanto en densidad de individuos como en la biomasa que producen, sugiere que el manejo y conservación de la alta diversidad arbórea con uso potencial puede aplicarse a partir de la selección de especies útiles de interés y sus condiciones de hábitat específicas lo que permitiría un aprovechamiento de forma espacialmente explícita.

El uso medicinal se presentó en el 70% del total de las especies arbóreas. Esta alta frecuencia se puede explicar en parte por el conocimiento que se tiene en la región de este uso en los árboles potencialmente útiles. Se encontró que las especies arbóreas con uso maderable y medicinal son significativamente mayores en biomasa, esto puede estar relacionado con la alta abundancia de individuos que tienen las especies a las que se asignó esta categoría (Figura 5A).

El hecho de registrar diferencia en la composición de especies que aportan mayor biomasa, contrasta con lo obtenido por Navarrete-Segueda et al. (2021) en la misma región. Los autores mencionados no identificaron diferencia en el ensamble de especies útiles que aportan biomasa entre las UP. Esta variación puede ser causada por las diferencias de análisis. Por una parte, el trabajo de Navarrete-Segueda et al. (2021) incluyó la distribución y la abundancia de especies con usos no considerados en este estudio (*e.g.*, melífero, forraje, ornamental), ya que varias especies tienen múltiples usos, esto pudo encubrir la variación de la biomasa de las especies. Así mismo, en este estudio se aplicó la fórmula alométrica de Brown (1997) basada únicamente en el DAP, mientras que dichos autores aplicaron la estimación de Chave (2005), la cual incluye la densidad de la madera de cada especie. Este factor pudo ser una fuente de variación que no fue capturada al solo integrar el DAP en la estimación de biomasa. Por lo tanto, aunque la fórmula de Brown (1997) ofreció un buen acercamiento en la estimación aérea para comparar entre unidades, en términos de manejo, una vez seleccionadas las especies a evaluar, es recomendable aplicar la fórmula de Chave (2005).

CONCLUSIONES

Se encontraron 127 especies de árboles con uso potencial (madera, leña, alimento y medicina), de las cuales el 5.5 % presenta los cuatro usos. Las unidades de paisaje denominadas Piedemonte y Laderas inclinadas de baja elevación fueron las que presentaron mayor diversidad de especies arbóreas. Para los cuatro usos considerados existen diferencias significativas en riqueza, abundancia y biomasa promedio. No se encontraron diferencias significativas en el número de especies arbóreas entre las cinco unidades del paisaje para los distintos usos. Por el contrario, se encontraron diferencias significativas en la abundancia de especies arbóreas entre las cinco unidades del paisaje para los distintos usos. No se encontraron diferencias significativas en la biomasa de la mayor parte de los usos entre unidades del paisaje, excepto para el uso de leña. No obstante, es distinta la composición de especies asignadas a algún uso que aportan la biomasa en cada unidad. El uso medicinal fue significativamente mayor en todas las unidades del paisaje en cuanto a la abundancia, la riqueza y la biomasa. Las especies con mayor abundancia y biomasa en cada unidad del paisaje fueron: *Pseudolmedia glabrata*, *Guarea glabra* y *Damburneya ambigens* en Piedemonte, *Guarea glabra* en las Laderas muy inclinadas de alta elevación, *Pouteria durlandii* en las Laderas abruptas, *Pseudolmedia glabrata* y *Guarea glabra* en los Flujos lávicos, mientras que, en general, la especie con mayor abundancia y biomasa fue *Guarea glabra*.

Capítulo III

Las especies vegetales utilizadas por los habitantes de comunidades cercanas a la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas: el papel del género



Comunidad Laguna Escondida en Los Tuxtlas, Veracruz.

INTRODUCCIÓN

El “uso realizado” de los productos forestales se relaciona con la contribución directa de las especies vegetales al bienestar humano (Fisher et al., 2009; Verhagen et al., 2015). La diversidad de especies vegetales utilizadas en una comunidad depende en gran medida del grado de conocimiento que las personas tienen de las plantas (Gaoue et al., 2017). Este conocimiento puede tener múltiples orígenes relacionados con la edad, la interacción de los habitantes con el bosque, la preferencia lingüística, la interacción con mercados, entre otras cuestiones (De Albuquerque et al., 2011; Hanazaki et al., 2013; McCarter y Gavin, 2015), no obstante, se ha reportado que la división del trabajo (por género) es un factor determinante en la generación de este conocimiento (Jackson, 2013). Por ejemplo, se ha reportado que en comunidades rurales, los hombres llegan a tener mayor conocimiento de las especies maderables y las mujeres de las especies medicinales (Begossi et al., 2002; Phillips y Gentry, 1993; Voeks y Leony, 2004).

La región de Los Tuxtlas cuenta con una amplia literatura de las plantas útiles del bosque tropical perennifolio (Ibarra-Manríquez et al., 2012, 1997; Lascurain et al., 2010; Mendoza Márquez, 2004, 2000; Niembro Rocas et al., 2010; Vázquez Torres et al., 2010). Sin embargo, en aquellos estudios no se ha cuantificado a las especies que constituyen el “uso realizado” en las comunidades cercanas a estos bosques. Así mismo, no se ha tomado en cuenta la forma en que este uso se ve influenciado por el papel del género en las comunidades. Estos insumos pueden representar la base para la construcción de alternativas de manejo y protección de la diversidad y, al mismo tiempo, contribuyen a preservar la calidad de vida de los habitantes, mediante un uso diversificado del bosque.

El objetivo de este capítulo fue identificar las especies vegetales que utilizan los habitantes de las comunidades cercanas a la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas (EBT) y sus diferencias por papel de género. Teniendo en cuenta que una menor distancia entre la comunidad y el bosque permitirá una mayor interacción entre ambos (Albers y Robinson, 2013).

MÉTODOS

Se realizaron entrevistas semiestructuradas en las comunidades de Lázaro Cárdenas (LC) y Laguna Escondida (LE), comunidades del municipio de San Andrés Tuxtla. LC tiene 123 habitantes de los cuales 66 son mujeres y 57 hombres, con una población adulta de 65

personas. Mientras que LE tiene 44 habitantes, de los cuales 22 son mujeres y 22 hombres, con una población adulta de 36 personas (INEGI, 2020). Estas comunidades fueron seleccionadas por ser las más cercanas a la EBT, por lo tanto, a un área de bosque más denso (Figura 1).

Para identificar las especies vegetales que utilizan los habitantes adultos de estas dos comunidades, se seleccionaron personas de entre 25 y 75 años en un muestreo aleatorio estratificado, distribuidas 50 % en hombres y 50 % en mujeres para identificar si existen diferencias asociadas al género. El número de entrevistas incluyó al 21% de la población adulta en LC (número de entrevistados 14) y el 33 % de la población adulta en LE (número de entrevistados 12). Se realizaron entrevistas semiestructuradas por presentar mayor adaptabilidad y reducir formalismos (Díaz et al., 2013), estuvieron dirigidas a identificar las especies vegetales que utilizan los habitantes, las preguntas fueron: ¿Cuál es su nombre? ¿Utiliza alguna planta en su vida diaria? ¿En su casa o trabajo utilizan alguna planta para curar algún malestar? ¿En su casa o trabajo utilizan alguna planta para leña? ¿Alguna de estas plantas se come o sirve para hacer remedios? ¿Qué otros usos les dan a las plantas que utilizan en su familia? ¿En dónde se pueden encontrar estas plantas?; dentro de cuatro principales usos medicinal, alimento, leña y madera. Cada especie mencionada fue identificada en campo con ayuda de expertos para evitar errores asociados al uso de nombres comunes.

A partir de la información obtenida en las entrevistas, se elaboró una lista de las especies útiles mencionadas por los habitantes. Se identificó la familia a la que pertenecen, su forma de crecimiento y sus respectivos usos. A partir de dicha información y la frecuencia de registros entre hombres y mujeres, se obtuvieron curvas de rango-abundancia para cada uso y se comparó la pendiente de las curvas mediante un análisis de covarianza. El análisis se realizó utilizando el paquete 'BiodiversityR' (Kindt y y Coe, 2005) en R (R Core Team, 2015).

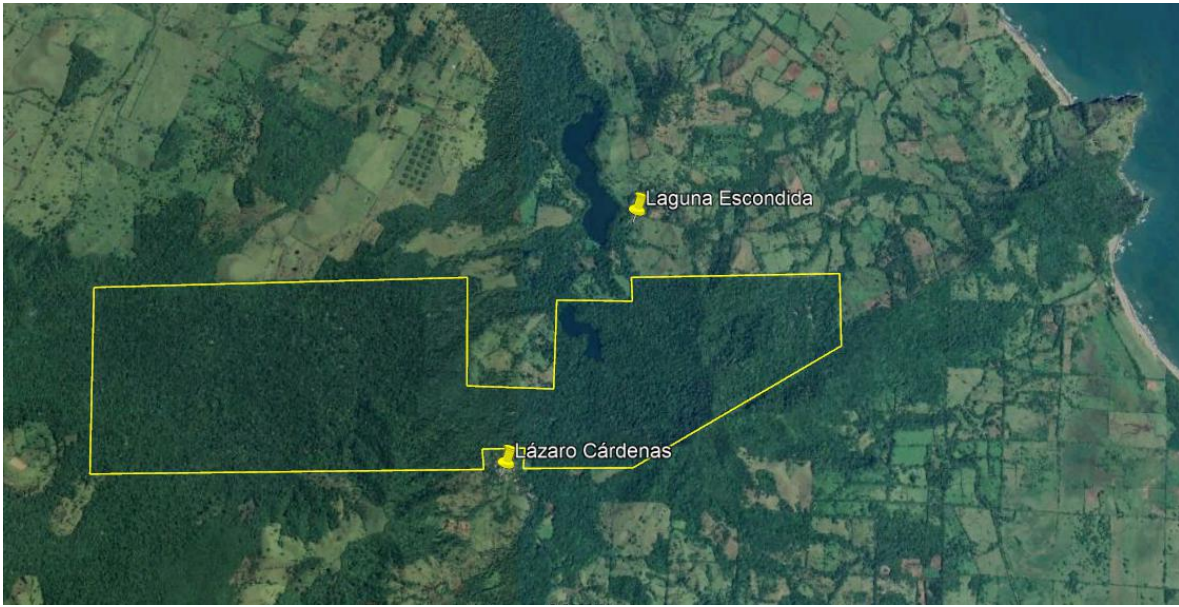


Figura 1. Imagen satelital que muestra el polígono de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, y las comunidades Lázaro Cárdenas y Laguna Escondida. (Fuente: ©Maxar Technologies, ©TerraMetrix, ©Google Earth 2021)

RESULTADOS

Especies vegetales utilizadas por los habitantes de las comunidades Lázaro Cárdenas y Laguna Escondida

Se registró un total de 127 especies útiles mencionadas en las entrevistas, de las cuales el 67% (85 especies) son nativas (Anexo 1). Las encuestas indican que solo el 9.4% (12 especies) proviene del bosque, mientras que 85% (108 especies) se obtienen de ambientes modificados, los cuales incluyen, traspacios, caminos y alrededores de la comunidad, milpas y acahuals. El 5.5% de las especies se encuentra en ambos ambientes. Las especies pertenecen a 59 familias. La familia Fabaceae tuvo el mayor número de especies mencionadas por los habitantes (Figura 2). Se encontró que 26 familias aportan el 74% de las especies útiles. Una cuarta parte de la riqueza pertenece a familias que tienen solo una especie.

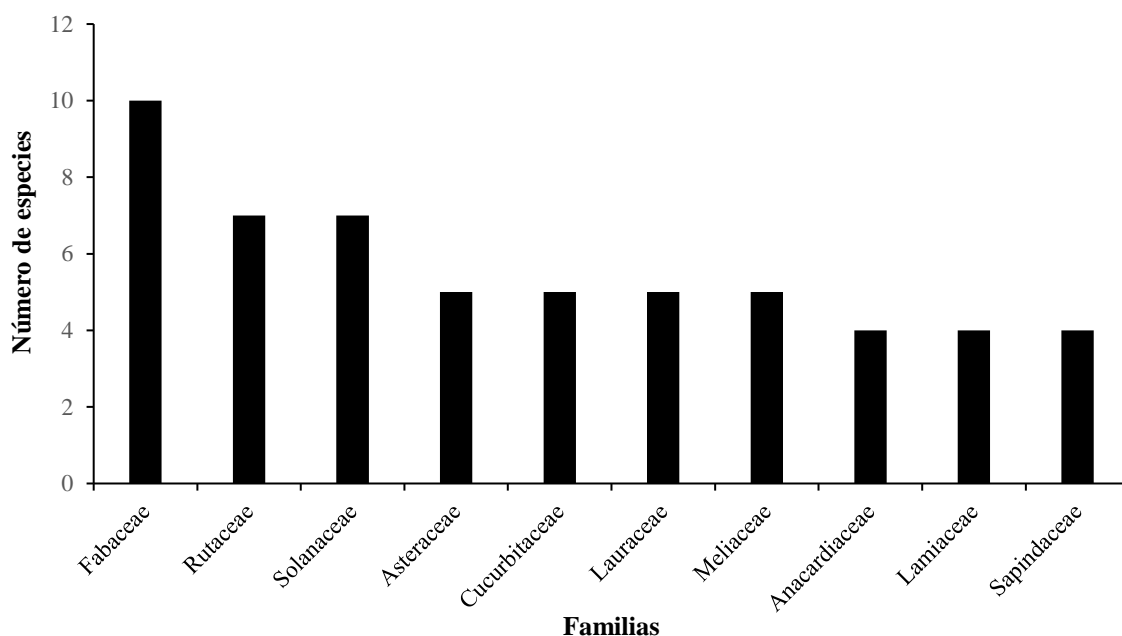


Figura 2. Familias con mayor número de especies útiles mencionadas por los habitantes de las comunidades Lázaro Cárdenas y Laguna Escondida, Veracruz, México.

No se registraron especies que presenten los cuatro usos considerados en este estudio (Figura 3), sin embargo 10 especies (7.8%) presentan tres usos.

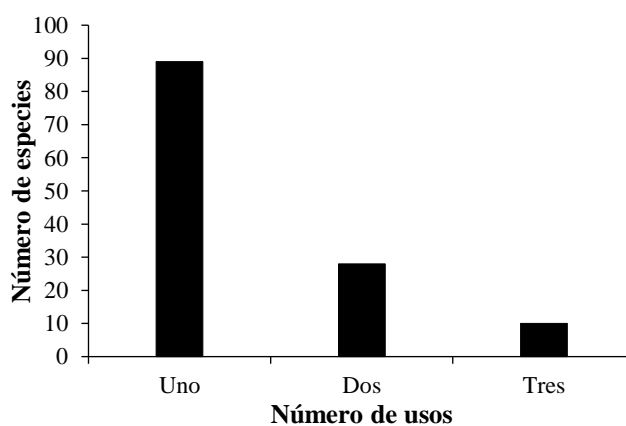


Figura 3. Número de especies útiles que mencionaron los habitantes de las comunidades Lázaro Cárdenas y Laguna Escondida, Veracruz, México que presentan uno, dos y tres usos.

La categoría de uso con mayor número de especies mencionadas fue el alimento (70 especies), seguido por el uso medicinal (57) (Figura 4A). Con respecto a la forma de crecimiento, los árboles presentaron el mayor número de especies mencionadas (65), seguidos por las hierbas (47) (Figura 4B).

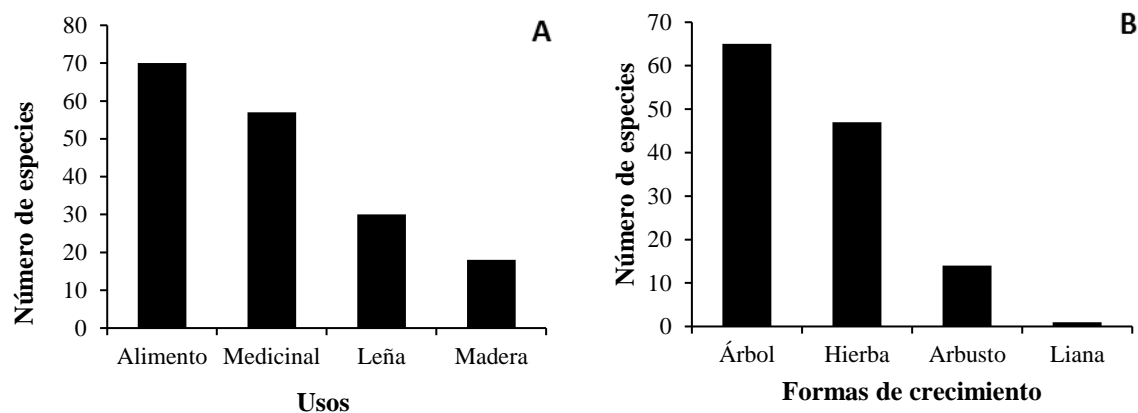


Figura 4. Número de especies útiles mencionadas por categoría de uso (A) y por forma de crecimiento (B), por los habitantes de las comunidades Lázaro Cárdenas y Laguna Escondida, Veracruz, México.

Las curvas de abundancia de las especies útiles, basadas en la frecuencia de menciones, fueron significativamente diferentes entre las categorías de uso (Figura 5 y Anexo 3). En particular, se observa mayor diferencia entre las especies con uso maderable y la categoría de alimento ($F_1=146.07$, $P < 0.00$).

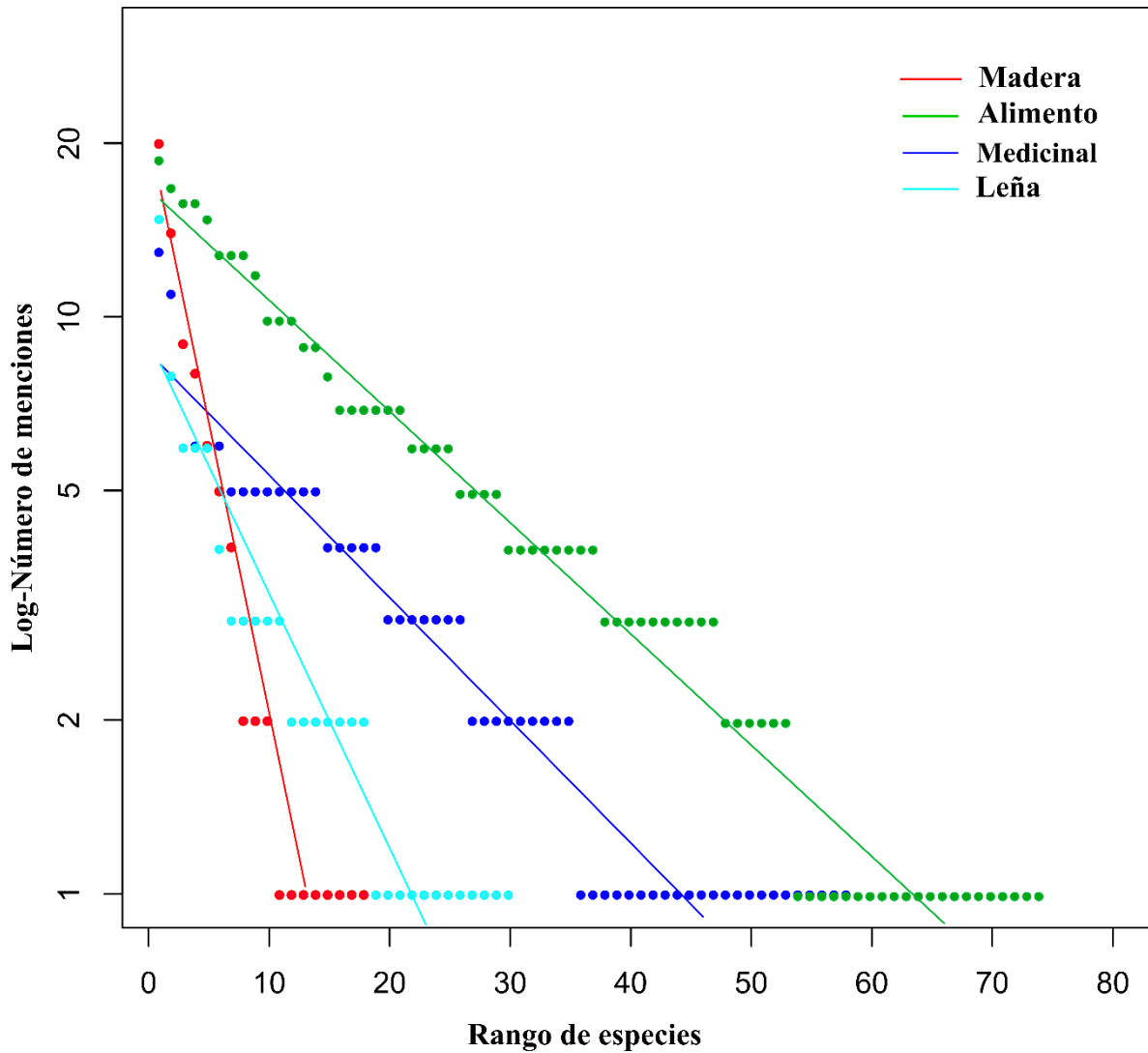


Figura 5. Abundancia de especies basado en la frecuencia de menciones obtenidas en las entrevistas a los habitantes de las comunidades Lázaro Cárdenas y Laguna Escondida, Veracruz, México, para cada categoría de uso.

En cuanto a la forma de crecimiento, los árboles fueron mencionados más veces para el uso alimenticio (33 especies), seguido por su uso para leña (30), medicinal (26) y finalmente para madera (17). Los arbustos fueron mencionados para los usos alimenticio y medicinal con siete especies cada uso. Por su parte, las hierbas son usadas para alimento como uso mayoritario (30), seguido del medicinal (23). Solo una especie de liana se mencionó con uso medicinal (Figura 6).

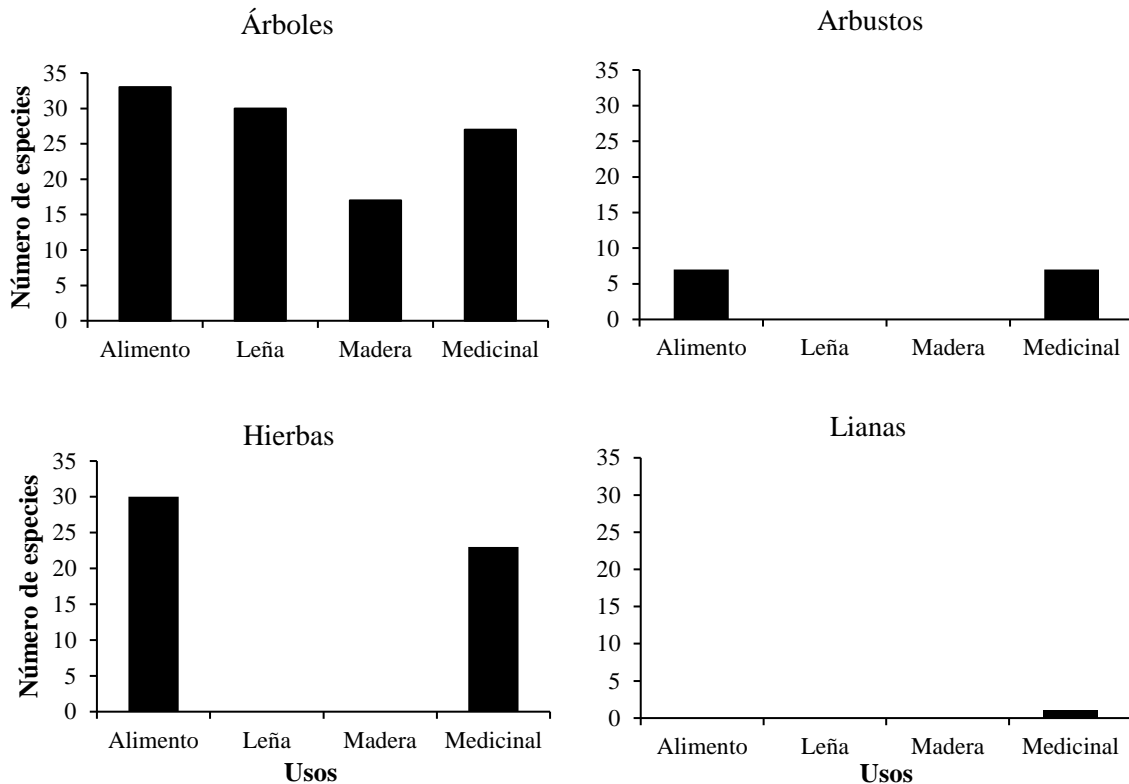


Figura 6. Número de especies por categoría de uso y por forma de crecimiento mencionadas por los habitantes de las comunidades Lázaro Cárdenas y Laguna Escondida, Veracruz, México.

Las entrevistas mostraron que la familia con mayor número de especies útiles mencionadas (Fabaceae) está dominada por los árboles (7), y también incluye hierbas (2) y arbustos (1). La familia Solanaceae presentó a las hierbas como única forma de crecimiento (7). Rutaceae tiene como principal forma de crecimiento los árboles (5), seguido por los arbustos (2) (Fig. 7D, E y F).

La familia Fabaceae se utiliza principalmente como alimento (6), seguido por la leña (4), la madera (3) y el uso medicinal (1). Por su parte, la familia Solanaceae presentó como uso principal el alimenticio (5), seguido del medicinal (3) y la familia Rutaceae tuvo como principal uso el medicinal (5 especies), seguido por el alimento (4), leña (2) y finalmente el uso para madera (1) (Fig. 7A, B y C).

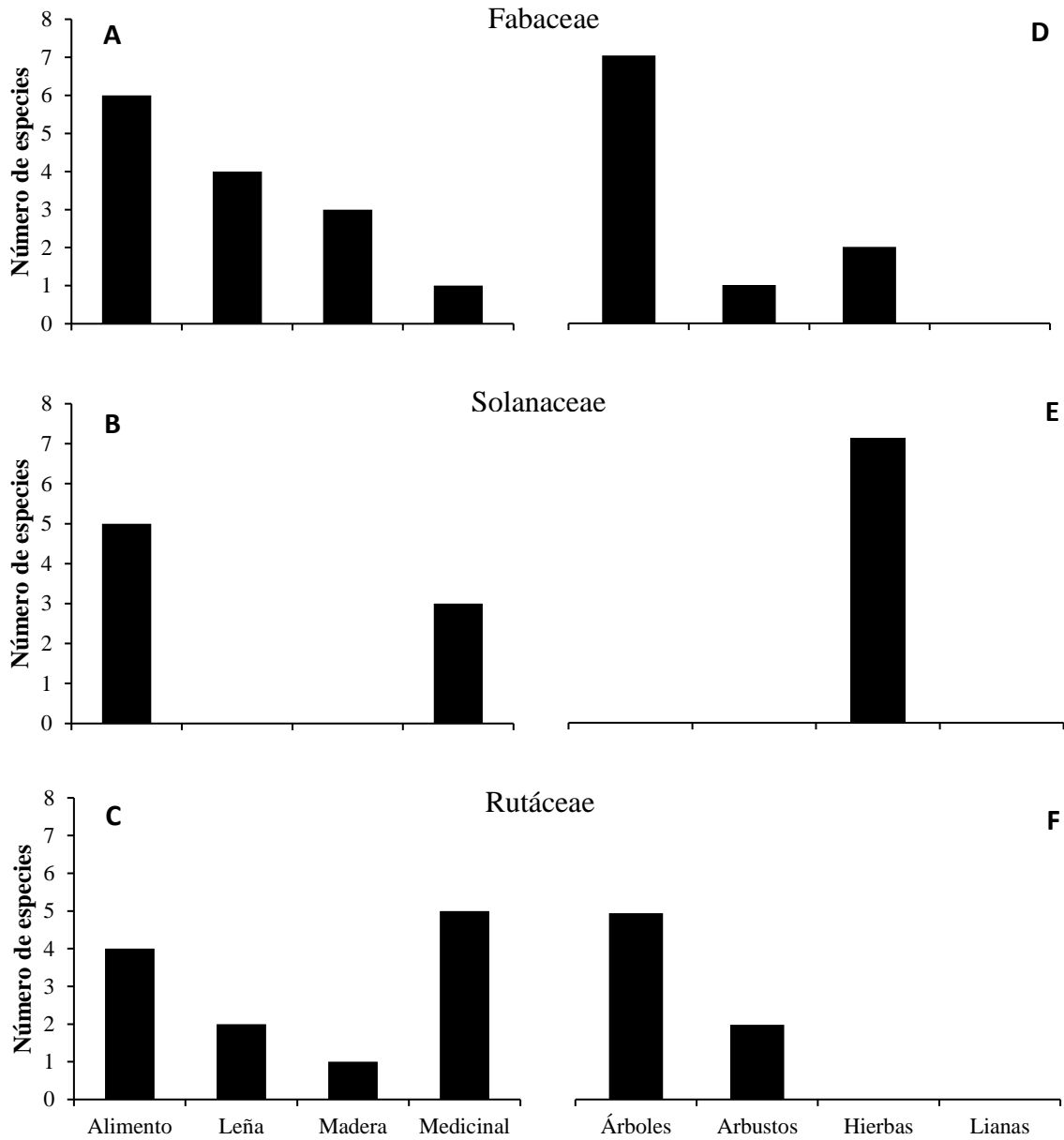


Figura 7. A, B y C) Principales usos de las familias con mayor número de especies útiles, D, E y F) formas de crecimiento de las especies útiles de las familias dominantes, mencionadas por los habitantes de las comunidades Lázaro Cárdenas y Laguna Escondida, Veracruz, México.

Se encontró que *Citrus × sinensis* (L.) Osbeck (naranja), *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. (orégano) y *Cordia megalantha* S.F. Blake (súchil) fueron las especies más mencionadas por los habitantes de las comunidades aledañas a la EBT (Figura 8).

Tabla 1. Primeras diez especies más mencionadas por parte de los habitantes de Lázaro Cárdenas y Laguna escondida.

Forma de crecimiento	Familia	Especie	Nombre común
Árbol	Rutaceae	<i>Citrus × sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja
Hierba	Lamiaceae	<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng.	Orégano
Árbol	Boraginaceae	<i>Cordia megalantha</i> S.F. Blake	Suchil
Árbol	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Nanche
Árbol	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro
Árbol	Primulaceae	<i>Ardisia compressa</i> Kunth	Chagalapoli
Árbol	Myrtaceae	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Pimienta
Árbol	Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn	Zapote mamey
Hierba	Apiaceae	<i>Eryngium foetidum</i> L.	Perejil
Hierba	Lamiaceae	<i>Mentha spicata</i> L.	Hierbabuena

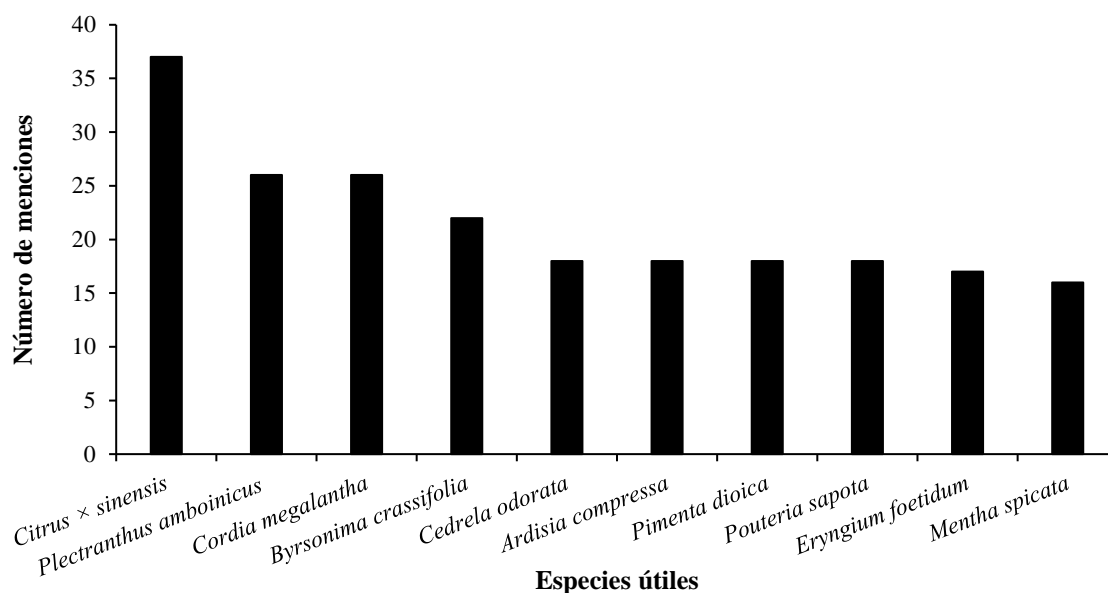


Figura 8. Especies útiles con mayor número de menciones en las comunidades Lázaro Cárdenas y Laguna Escondida, Veracruz, México.

De acuerdo con las categorías de uso, las especies útiles más mencionadas en el uso alimenticio fueron *C. × sinensis* (naranja), *P. amboinicus* (orégano) y *Eryngium foetidum* L. (perejil) En el uso para leña fueron *C. × sinensis*, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. (cocuite) y *Croton schideanus* Schltld. (cascarillo) En el uso medicinal fueron *Eugenia capuli* (Schltld. & Cham.) Hook. & Arn. (escobilla), *Aloe vera* (L.) Burm. f. (sábila) y *P.*

amboinicus. Por último, en el uso maderable fueron *C. megalantha* (súchil), *Cedrela odorata* L.(cedro) y *Damburneya ambigens* (S.F. Blake) Trofimov (laurel).

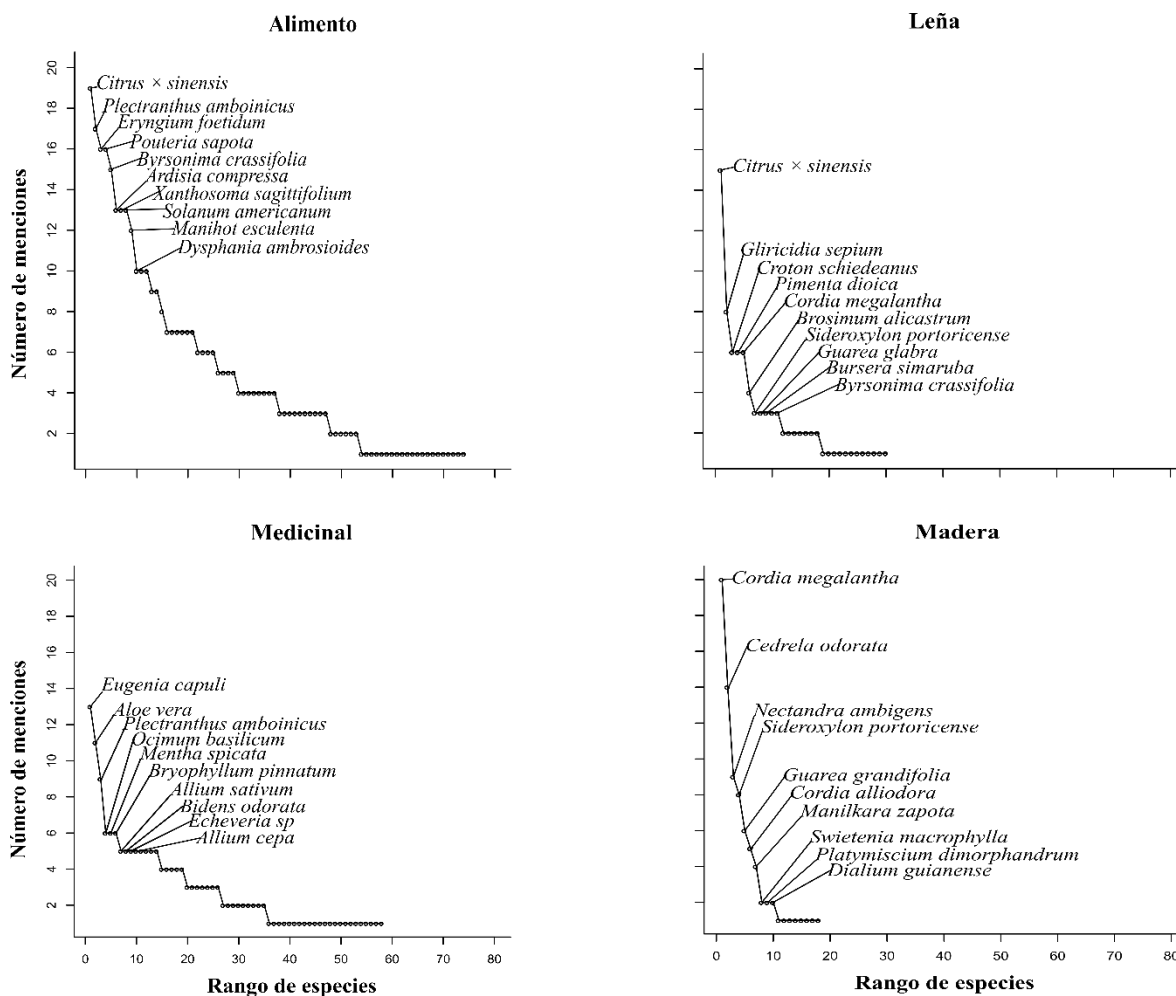


Figura 9. Especies útiles más mencionadas por los habitantes de las comunidades Lázaro Cárdenas y Laguna Escondida, Veracruz, México, divididas por cada uso.

Diferencias de uso entre hombres y mujeres

En la comunidad de Lázaro Cárdenas, en total se identificaron 103 especies útiles, de estas los hombres identificaron 83 y las mujeres 77. En la comunidad de Laguna Escondida se identificaron en total 87 especies, de estas los hombres identificaron 63 y las mujeres 76. Existe gran correspondencia entre hombres y mujeres, en cuanto a los usos con mayor número de especies útiles, siendo el alimenticio el más mencionado, seguido del medicinal,

la leña y la madera en caso de ambos géneros. Además, siete de las diez especies más mencionadas (*C. × sinensis*, *P. amboinicus*, *E. foetidum*, *C. megalantha*, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn, *Ardisia compressa* Kunth) son las mismas entre ambos sexos, de las cuales cinco son árboles y dos hierbas (Figura 10). Tres especies, de las más mencionadas, difieren entre hombres y mujeres. En el caso de los hombres estas fueron *C. odorata* (cedro), *D. ambigens* (laurel) y *Pimenta dioica* (L.) Merr (pimienta). Todas fueron árboles nativos, destacando el uso maderable, leña y medicinal, los cuales provienen de ambientes modificados como el traspatio y alrededores de la comunidad así como del bosque. Por su parte, *Solanum americanum* Mill. (quelite/tomaquelite/hierbamora), *Mentha spicata* L (hierbabuena). y *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott (malanga) fueron las especies más mencionadas exclusivamente por las mujeres. Estas fueron identificadas como hierbas con uso alimenticio, dos de ellas nativas y una introducida (*M. spicata*), las entrevistas indican que todas provienen de ambientes modificados.

No se registró diferencia en el comportamiento relacionado con el número de menciones por especie entre hombres y mujeres ($X^2 = 1.0134$, $P = 0.7916$). Sin embargo, se identificó que, en general, las mujeres mencionaron más especies con uso medicinal (42) que los hombres (36). Mientras que los hombres mencionaron mas especies con uso para leña (25) que las mujeres (20).

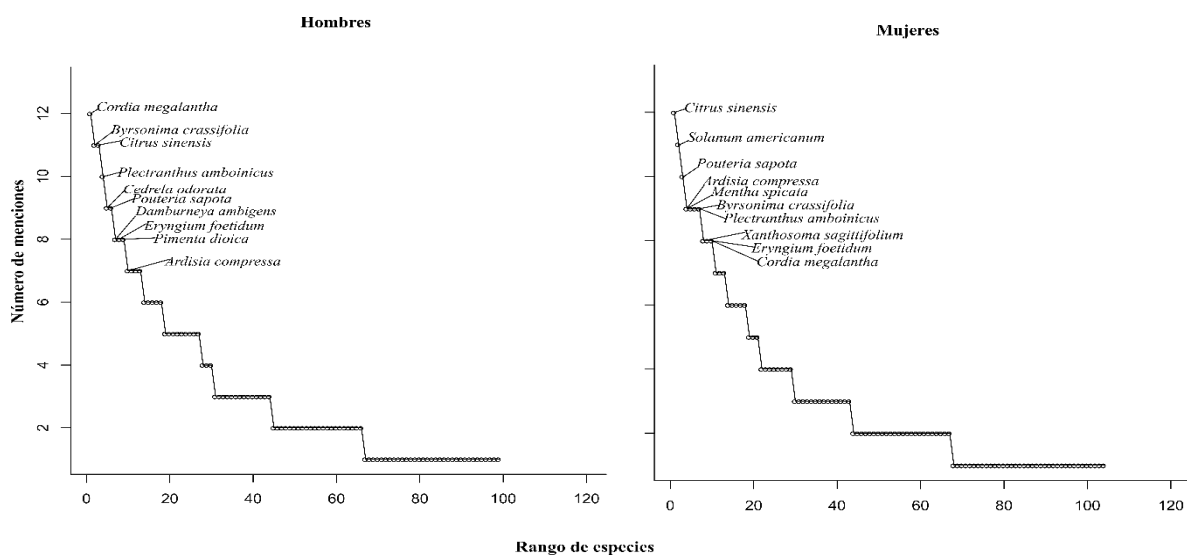


Figura 10. Curvas de abundancia de especies útiles basado en el número de menciones entre hombres y mujeres habitantes de las comunidades Lázaro Cárdenas y Laguna Escondida, Veracruz, México.

DISCUSIÓN

El hecho de registrar al alimento como el más frecuentemente mencionado por los habitantes y a la familia Fabaceae con el mayor número de especies útiles, es similar con lo reportado por Durán-Fernández et al. (2016) en la comunidad lacandona de Nahá, quienes enlistaron distintas categorías de uso y sus respectivas familias. El hecho de que las especies usadas para leña y madera tuvieron un menor número de menciones (Figura 5) puede indicar, ya sea, el desconocimiento de las especies que podrían suministrar estas categorías de uso, o bien, un alto grado de preferencia sobre algunas especies. Un ejemplo de lo anterior sería el caso de *Cedrela odorata* y *Cordia megalanta* ya que son altamente valoradas por su madera. También puede indicar que las posibles especies de interés se encuentran en bajas densidades y, por lo tanto, no son consideradas.

El haber registrado a los árboles como la forma de crecimiento más utilizada es congruente con lo documentado por Tacher et al. (2002) y Durán-Fernández et al. (2016) en dos comunidades de la región de la lacandona, en donde se registraron los principales usos de plantas por parte de los habitantes. Los árboles suelen ser especies multipropósito y podrían presentarse como una de las formas de crecimiento con mayor valor para los

habitantes de las comunidades. *C. sinensis* y *P. amboinicus* fueron dos de las primeras tres especies más mencionadas para uso alimenticio. Además, *C. sinensis* también fue de las primeras tres especies más mencionadas para uso de leña y *P. amboinicus* para uso medicinal. Esto puede indicar un gran valor por parte de los habitantes de las comunidades hacia estas especies, ya que son de las más mencionadas y además presentan doble uso. Lo anterior, puede deberse a que las personas tienen más probabilidades de retener el conocimiento y uso de las especies con mayor número de usos (Alencar et al., 2010).

De acuerdo con diferentes autores (*e.g.*, Begossi et al., 2002; Phillips y Gentry, 1993; Voeks y Leony, 2004), en las comunidades, la mayoría de las especies medicinales son conocidas y utilizadas mayormente por las mujeres y las maderables por los hombres. Lo que coincide con la repartición de papeles según el género, al encontrar que las mujeres mencionan mayor número de especies medicinales, y los hombres mayor número de especies para leña. En cambio, al comparar las diferencias entre las especies más mencionadas en ambos sexos, las mujeres mencionaron más especies con uso alimenticio que medicinal en comparación con los hombres. Esta diferencia puede estar relacionada con otros factores que no se midieron, como la edad, puesto que también influye en el grado de conocimiento hacia las especies medicinales (Brandt et al., 2013; De Albuquerque et al., 2011). El mencionar con mayor frecuencia a las hierbas por parte de las mujeres, y los árboles por parte de los hombres, sugiere diferentes papeles de género asociados a la división del trabajo, que pueden determinar el conocimiento y por tanto, el tipo de uso de una especie y que a su vez, el uso, puede estar influenciado por la forma de crecimiento (Jackson 1994, en Camou-Guerrero et al., 2008; Gaoue et al., 2017; Navarrete-Segueda et al., 2021). En este caso las hierbas se utilizan más por las mujeres por su aportación en los alimentos que se encargan de elaborar, así como la mayor utilización de los árboles por parte de los hombres caracterizados por su uso maderable o para leña.

A pesar de existir diferencias, existe un alto número de coincidencias en el número e identidad de especies mencionadas por ambos géneros. Ante este resultado, se requieren mayores estudios sobre el papel que juegan los factores sociales que pueden influir en las diferencias de conocimiento.

La mayoría de las especies identificadas en este estudio son obtenidas de ambientes modificados, como el traspatio, los caminos y alrededores de la comunidad, las milpas y los

acahuales. De acuerdo con Soldati y De Albuquerque (2012), este resultado se puede deber al hecho de que las personas prefieren utilizar plantas de sitios más cercanos a sus viviendas.

CONCLUSIONES

Se mencionan 127 especies útiles en las dos comunidades estudiadas (Lázaro Cárdena y Laguna Escondida), de las cuales 85 % se obtienen de ambientes modificados. El 66.9 % de las especies mencionadas son nativas del bosque tropical perennifolio. Entre las especies más mencionadas se encuentran: *Citrus × sinensis*, *Plectranthus amboinicus*, *Cordia megalantha*, *Byrsonima crassifolia* y *Cedrela odorata*. Diez de las 127 especies mencionadas presentaron tres usos, ninguna presentó cuatro usos. Las familias con mayor cantidad de especies útiles fueron, Fabaceae, Solanaceae, Rutaceae, Asteraceae y Lauraceae. La forma de crecimiento más mencionada por los habitantes de las dos comunidades estudiadas fueron los árboles. Entre los usos asignados a las especies, el alimenticio, es el más mencionado. Las diferencias entre las formas de crecimiento de las especies más utilizadas en hombres fueron los árboles y en las mujeres las hierbas.

El 70 % de las especies más mencionadas coinciden entre hombre y mujeres, el 30 % restante difiere por forma de crecimiento. Los hombres mencionaron especies arbóreas con uso maderable, leña y medicinal (*Cedrela odorata*, *Damburneya ambigens* y *Pimenta dioica*), mientras que las mujeres mencionaron hierbas con uso alimenticio (*Solanum americanum*, *Mentha spicata* y *Xanthosoma sagittifolium*). Por el total de especies útiles mencionadas, las mujeres mencionaron más con uso medicinal y los hombres con uso para leña.

Anexo 1. Listado de especies útiles mencionadas por los habitantes de las comunidades cercanas a la EBT

Familia	Especie	Nombre común	Forma de crecimiento	Usos	Origen
Acanthaceae	<i>Justicia spicigera</i> Schltld.	Sangre de cristo	Árbol	Medicinal	Nativa
	<i>Justicia tuxtlenensis</i> T.F. Daniel	Matador	Hierba	Medicinal	Nativa
Amaranthaceae	<i>Amarantus viridus</i> L.	Pata de paloma/Pie de paloma	Árbol	Alimento	Nativa
	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Epazote	Hierba	Alimento, Medicinal	Nativa
Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i> L.	Cebolla	Hierba	Medicinal	Introducida
	<i>Allium sativum</i> L.	Ajo	Hierba	Medicinal	Introducida
	<i>Allium schoenoprasum</i> L.	Cebollín	Hierba	Alimento, Medicinal	Introducida
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	Árbol	Alimento, Leña, Madera	Introducida
	<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruela	Árbol	Alimento, Leña, Madera	Nativa
	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobo	Árbol	Leña	Nativa
	<i>Tapirira mexicana</i> Marchand	Nompi	Árbol	Leña	Nativa
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	Guanábana	Árbol	Alimento, Medicinal	Introducida
	<i>Annona purpurea</i> Moc. & Sessé ex Dunal	Ilama	Árbol	Alimento	Nativa
Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Cilantro	Hierba	Alimento	Introducida
	<i>Eryngium foetidum</i> L.	Perejil	Hierba	Alimento, Medicinal	Nativa
Apocynaceae	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	Ninfa	Hierba	Medicinal	Introducida
Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i> Kunth	Raíz de piedra	Hierba	Medicinal	Nativa
	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L.) Schott	Malanga	Hierba	Alimento	Nativa
Arecaceae	<i>Astrocaryum mexicanum</i> Liebm. ex Mart.	Chocho	Arbusto	Alimento	Nativa
	<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm.	Tepejilote	Arbusto	Alimento	Nativa
	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	Árbol	Alimento	Introducida
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia ovalifolia</i> Duch.	Guaco	Liana	Medicinal	Nativa
Asphodelaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm. f.	Sábila	Arbusto	Medicinal	Introducida
Asteraceae	<i>Arnica montana</i> L.	Árnica	Hierba	Medicinal	Introducida
	<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.	Ufiate	Hierba	Medicinal	Nativa
	<i>Bidens pilosa</i> L.	Amor seco/Cadillo blanco	Hierba	Medicinal	Nativa

	<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	Papaloquelite	Hierba	Alimento	Nativa
	<i>Tagetes erecta</i> L.	Cempasúchil	Hierba	Medicinal	Nativa
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	Jícara	Árbol	Medicinal	Nativa
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	Achiote	Árbol	Alimento	Nativa
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Suchil sabanero/Suchil acahualero	Árbol	Leña, Madera	Nativa
	<i>Cordia megalantha</i> S.F. Blake	Suchil	Árbol	Leña, Madera	Nativa
Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> L. var. capitata L.	Col	Hierba	Alimento	Introducida
	<i>Nasturtium officinale</i> W.T. Aiton	Berro	Hierba	Alimento	Nativa
	<i>Raphanus sativus</i> L.	Rábano	Hierba	Alimento	Introducida
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Mulato/Bursera	Árbol	Leña, Medicinal	Nativa
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Papaya	Árbol	Alimento	Nativa
Chrysobalanaceae	<i>Couepia polyandra</i> (Kunth) Rose	Olozapote	Árbol	Alimento	Nativa
Clusiaceae	<i>Garcinia intermedia</i> (Pittier) Hammel	Limoncillo	Arbusto	Alimento	Nativa
Commelinaceae	<i>Tradescantia spathacea</i> Sw.	Maguey morado/Matalín morado	Arbusto	Medicinal	Nativa
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Camote	Hierba	Alimento	Nativa
	<i>Ipomoea dumosa</i> (Benth.) L.O. Williams	Chonegue	Hierba	Alimento	Nativa
Crassulaceae	<i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.) Oken	Maravillosa/Belladona	Arbusto	Medicinal	Introducida
	<i>Echeveria</i> sp.	Belladona2	Hierba	Medicinal	
	<i>Kalanchoe blossfeldiana</i> Poelln.	Belladona3	Hierba	Medicinal	Introducida
Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	Sandía	Hierba	Alimento	Introducida
	<i>Cucumis melo</i> L.	Melón	Hierba	Alimento	Introducida
	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Calabaza	Arbusto	Alimento	Nativa
	<i>Momordica charantia</i> L.	Cundeamor	Hierba	Medicinal	Introducida
	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Chayote	Hierba	Alimento	Nativa
Ebenaceae	<i>Diospyros nigra</i> Blanco	Zapote prieto	Árbol	Alimento	Nativa
Euphorbiaceae	<i>Croton schiedeianus</i> Schlttdl.	Cascarillo	Árbol	Leña	Nativa
	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Yuca	Arbusto	Alimento	Nativa
Fabaceae	<i>Arachis hypogaea</i> L.	Cacahuete	Hierba	Alimento	Introducida

	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Paque	Árbol	Madera	Nativa
	<i>Erythrina folkersii</i> Krukoff & Moldenke	Cosquelite/Gasparito/Machetito	Árbol	Alimento	Nativa
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Cocuite	Árbol	Leña, Medicinal	Nativa
	<i>Inga paterno</i> Harms	Vaina	Árbol	Alimento, Leña	Nativa
	<i>Pachyrhizus erosus</i> (L.) Urb.	Jícama	Hierba	Alimento	Nativa
	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Frijol	Arbusto	Alimento	Nativa
	<i>Platymiscium dimorphandrum</i> Donn. Sm.	Chagani	Árbol	Leña, Madera	Nativa
	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Sangregado	Árbol	Leña, Madera	Nativa
	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	Árbol	Alimento	Introducida
Lamiaceae	<i>Mentha spicata</i> L.	Hierbabuena	Hierba	Alimento, Medicinal	Introducida
	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Albahaca	Hierba	Medicinal	Introducida
	<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng.	Orégano	Hierba	Alimento, Medicinal	Introducida
	<i>Plectranthus hadiensis</i> (Forssk.) Schweinf. ex Sprenger	Vaporrúb	Hierba	Medicinal	Introducida
Lauraceae	<i>Cinnamomum verum</i> J. Presl	Canela	Árbol	Alimento, Medicinal	Introducida
	<i>Nectandra ambigens</i> (S.F. Blake) C.K. Allen	Laurel	Árbol	Madera	Nativa
	<i>Ocotea dendrodaphne</i> Mez	Laurel pimienta	Árbol	Leña, Madera	Nativa
	<i>Perseasp.</i>	Quilaguacate	Árbol	Alimento, Medicinal	
	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Árbol	Alimento, Leña, Medicinal	Nativa
	<i>Persea schiedeana</i> Nees	Chinini	Árbol	Alimento	Nativa
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Nanche	Árbol	Alimento, Leña, Medicinal	Nativa
	<i>Malpighia glabra</i> L.	Cereza	Arbusto	Alimento	Nativa
Malvaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.	Jonote	Árbol	Medicinal	Nativa
	<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacao	Árbol	Alimento	Introducida
	<i>Trichospermum mexicanum</i> (DC.) Baill.	Huapetate	Árbol	Madera	Nativa
Marantaceae	<i>Calathea lutea</i> (Aubl.) Schult.	Hoja de verijado/Hoja blanca	Árbol	Alimento	Nativa
	<i>Stromanthe macrochlamys</i> (Woodson & Standl.) H. Kenn. & Nicolson	Hoja de piedra	Hierba	Alimento	Nativa
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Neem	Árbol	Medicinal	Introducida
	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Árbol	Leña, Madera, Medicinal	Nativa

	<i>Guarea glabra</i> Vahl	Cagal	Árbol	Leña, Madera	Nativa
	<i>Guarea grandifolia</i> DC.	Sabino	Árbol	Leña, Madera	Nativa
	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Caoba	Árbol	Madera	Nativa
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ojochi	Árbol	Alimento, Leña	Nativa
	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	Abasbabi	Árbol	Alimento	Nativa
	<i>Pseudolmedia glabrata</i> (Liebm.) C.C. Berg	Tomatillo	Árbol	Alimento	Nativa
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringa	Árbol	Medicinal	Introducida
Musaceae	<i>Musa × paradisiaca</i> L.	Plátano	Hierba	Alimento	Introducida
Myrtaceae	<i>Eugenia capuli</i> (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn.	Escobilla	Árbol	Leña, Medicinal	Nativa
	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Pimienta	Árbol	Alimento, Leña, Medicinal	Nativa
	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Árbol	Alimento, Leña, Medicinal	Nativa
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	Bugambilia	Arbusto	Medicinal	Introducida
Passifloraceae	<i>Passiflora ambigua</i> Hemsl.	Gagapache	Hierba	Alimento	Nativa
Piperaceae	<i>Piper auritum</i> Kunth	Acuyo/Hoja santa	Hierba	Alimento	Nativa
Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	Zacate de limón	Hierba	Alimento	Introducida
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	Uvero	Árbol	Alimento	Nativa
Polypodiaceae	<i>Serpocaulon triseriale</i> (Sw.) A.R. Sm.	Canahuala	Hierba	Medicinal	Nativa
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Hierba	Alimento	Nativa
Primulaceae	<i>Ardisia compressa</i> Kunth	Chagalapoli	Árbol	Alimento, Medicinal	Nativa
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Níspero	Árbol	Medicinal	Introducida
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	Coyolillo	Árbol	Leña, Medicinal	Nativa
Rutaceae	<i>Citrus × limon</i> (L.) Osbeck	Limón	Árbol	Alimento, Medicinal	Introducida
	<i>Citrus × paradisi</i> Macfad.	Pomelo	Árbol	Alimento, Medicinal	Introducida
	<i>Citrus × sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	Árbol	Alimentp, Leña, Medicinal	Introducida
	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Mandarina	Árbol	Alimento	Introducida
	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Limonaria	Arbusto	Medicinal	Introducida
	<i>Ruta graveolens</i> L.	Ruda	Arbusto	Medicinal	Introducida
	<i>Zanthoxylum</i> sp.	Pochotillo	Árbol	Leña, Madera	
Sapindaceae	<i>Cupania glabra</i> Sw.	Tepesi	Árbol	Leña	Nativa

	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Guaya	Árbol	Leña	Introducida
	<i>Serjania mexicana</i> (L.) Willd.	Raíz de nube	Árbol	Medicinal	Nativa
	<i>Talisia macrophylla</i> (Mart.) Radlk.	Palo colorado	Árbol	Leña	Nativa
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Chicozapote	Árbol	Alimento, Leña, Madera	Nativa
	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn	Zapote mamey	Árbol	Alimento, Madera,	Nativa
	<i>Sideroxylon portoricense</i> Urb.	Apiquí/Pionche	Árbol	Medicinal	Nativa
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	Chile miraparrriba	Hierba	Leña, Madera	Nativa
	<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J.L. Gentry	Tomaquelite de carrizo/Carrizo	Hierba	Alimento	Nativa
	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Tabaco	Hierba	Alimento	Introducida
	<i>Physalis philadelphica</i> Lam.	Tomate	Hierba	Medicinal	Nativa
	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Quelite/Tomaquelite/Hierbamora	Hierba	Alimento	Nativa
	<i>Solanum candidum</i> Lindl.	Berenjena	Hierba	Alimento	Nativa
	<i>Solanum</i> sp.	Berenjena macho	Hierba	Medicinal	Nativa
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	Chancarro	Hierba	Alimento, Medicinal	
Viburnaceae	<i>Sambucus nigra</i> L.	Sauco	Árbol	Medicinal	Nativa
Zingiberaceae	<i>Renalmia mexicana</i> Klotzsch ex Petersen	Hoja de bexo	Arbusto	Medicinal	Nativa
			Hierba	Alimento	Nativa

Anexo 2. Resultados del análisis de covarianza. Se muestran comparaciones emparejadas entre las curvas de rango basado en la abundancia de las especies de cada categoría de uso. ali: alimento; med: medicina; leña: leña; mad: madera. Los valores en negrita indican una diferencia significativa entre las unidades de paisaje seleccionadas.

Usos	F	P
ali-med	12.86	<0.00
ali-leña	73.25	<0.00
ali-mad	146.07	<0.00
med-leña	44.03	<0.00
med-mad	107.26	<0.00
leña-mad	23.57	<0.00

Capítulo IV

Discusión General



Niñas de la comunidad Lázaro Cárdenas abriendo frutos de “chocho” (*Astrocaryum mexicanum*). Santiago Sinaca Colín en el interior de la selva de la Reserva de la Biósfera de Los Tuxtlas.

Las especies útiles del BTP de Los Tuxtlas, de lo potencial a lo realizado.

La gran diversidad de especies con uso potencial en la región (443) es poco utilizada por los habitantes de las comunidades, ya que solo el 13.4% de estas especies fueron mencionadas por los entrevistados. Existen especies introducidas con alto número de menciones y usos (e.g., *Citrus × sinensis*; naranja), sin embargo, los resultados muestran que éstas pueden ser sustituidas o acompañadas por otras especies nativas multipropósito, que fueron identificadas con los mismos usos potenciales (Anexo 1). Este resultado resalta la necesidad de difundir el amplio conocimiento de las especies útiles de la región de la EBT.

Encontramos que una gran proporción de especies útiles de esta región tiene uso medicinal (82.4%) (Capítulos 1 y 2), no obstante, el mayor número de las especies que los habitantes mencionaron están relacionadas con el uso alimenticio (55.1%) (Capítulo 3). Esto, por una parte, puede responder al interés de la investigación previa en el área de estudio, ya que se han desarrollado múltiples trabajos dirigidos hacia el uso medicinal, por ejemplo, los estudios de Mendoza (2000; 2004) utilizadas como referencias en los Capítulos 1 y 2. Por otra parte, sugiere desconexión entre la información científica generada y los intereses de los habitantes sobre las especies del bosque, ya que, como indican múltiples autores (Holt et al., 2016; Landis, 2017), el alimento, es la primera necesidad de los habitantes (Anexo 2).

La familia Fabaceae tiene un mayor número de especies útiles, tanto en uso realizado como potencial. Esta familia es una de las más diversas del bosque tropical perennifolio y presenta las formas de crecimiento consideradas en este estudio (Doyle y Luckow, 2003), esto coincide con lo reportado por Quijas et al. (2010) y Rendón-Sandoval et al. (2021) al demostrar que una mayor diversidad genera mayor número de bienes y servicios. Sin embargo, existieron diferencias, por ejemplo, las familias Asteraceae y Moraceae tuvieron menores valores que la familia Fabaceae en el uso potencial, mientras que Rutaceae y Solanaceae en el uso realizado.

Las especies con mayor número de usos potenciales (4) y las especies con mayor número de usos realizados (3) son todas especies arbóreas. Por una parte, esto resalta el papel de los árboles por su valor multipropósito. No obstante, ya que uno de los usos potenciales fue el maderable, sólo los árboles tendrían la posibilidad de cumplir con las cuatro categorías.

Se observó que algunas especies presentan más categorías de usos potenciales que realizados (Anexo 2), esto por un lado podría indicar que las especies están siendo

subutilizadas y/o, por otra parte, puede indicar el nivel de preferencia de ciertas especies para un uso. Simultáneamente, para otras especies, se registró un mayor número de usos realizados que potenciales (particularmente hacia la leña), esto puede indicar que las referencias seleccionadas para indicar los usos potenciales están sesgadas y/o, que se requieren más estudios sobre las especies útiles en las comunidades. Esto resalta la importancia de complementar información tomando en cuenta el conocimiento variado, en este caso en la literatura y la información que se obtuvo en campo.

Las especies útiles del BTP de Los Tuxtlas: de los listados a la variación espacial

De las 251 especies de árboles útiles identificadas en la región aledaña a la EBT (Capítulo 1), 125 aparecieron en el muestreo dentro de una zona delimitada de la EBT (Capítulo 2), lo cual representa el 49.8%. Si bien, los listados pueden cubrir una mayor superficie y permiten identificar las especies existentes en un área (Villaseñor et al., 2018), los resultados obtenidos en el capítulo 2 muestran que la distribución de las especies útiles no es homogénea a lo largo del paisaje, y que responde a la configuración de los factores ambientales (*e.g.*, topografía, clima, suelo, precipitación, temperatura).

Resulta interesante que *Diospyros nigra* (zapote prieto) y *Pimenta dioica* (pimienta) no fueron registradas en la lista de Villaseñor et al. (2018). Esto demuestra que se requiere seguir ampliando el estudio de la distribución y uso de las especies vegetales. Sin embargo, a partir de la amplia literatura existente, se mostró la gran diversidad de especies de árboles útiles en el área de estudio y se demostró que responden a hábitats específicos, delineados por la topografía y el suelo principalmente. Esto sugiere que, a partir de la configuración espacial de estos componentes se podrían diseñar unidades de manejo, basadas en los requerimientos de calidad de sitio de paquetes de especies que maximicen la diversidad, los usos de interés y la cobertura forestal (Wang y Klinka, 1996). No obstante, es importante identificar las especies de mayor interés ya que, por una parte, aunque dos o más especies puedan suministrar una categoría de uso (*e.g.*, leña o madera), alguna puede adquirir mayor importancia derivada de sus rasgos específicos (*e.g.*, velocidad de crecimiento, calidad de la madera) (Ceccon y Martínez-Garza, 2016). Por otra parte, como indica Miramontes et al. (2012) el desplazamiento para la obtención del producto forestal es un factor importante. Los resultados obtenidos sugieren, por lo tanto, que un manejo eficiente debería considerar la

configuración espacial de los factores ambientales (Capítulo 2) que podrían favorecer o condicionar el desarrollo óptimo de las especies de interés (Capítulo 3).

Importancia

El presente estudio documentó la riqueza y la abundancia de especies potencialmente útiles y mostró cuáles son las especies utilizadas por los habitantes de las dos comunidades más cercanas a la EBT. Este conocimiento es fundamental para la construcción de alternativas de manejo de las especies espacialmente explícitas que permitan el aprovechamiento de la mayor diversidad posible. Acorde con las propuestas de Arroyo-Rodríguez et al. (2020) y Michon et al. (2001), los análisis realizados en esta tesis permiten identificar las especies del bosque maduro que pueden formar parte de una matriz forestal manejada para cubrir las necesidades de la población. En el capítulo 3, se identificó que los árboles son particularmente importantes para los habitantes debido a su uso múltiple. Si la distribución de éstos responde a cambios de suelo y topografía (capítulo 2), estos factores pueden ser un criterio en la selección de las áreas y especies a manejar en el momento de implementar prácticas de conservación y/o aprovechamiento, tal como los sistemas agroforestales (Lucio, 2022; Rendón-Sandoval et al., 2020). Además, se identificó que la mayoría de las especies utilizadas provienen de ambientes modificados por el humano. Este resultado sugiere que es posible contar con acahuales manejados (Blay, 2002) o huertos de traspatio (Galhena et al., 2013) que cuenten con distintas especies de las ~430 especies vegetales útiles de la región (Capítulo 1). Del mismo modo, identificamos diferencias de conocimiento entre hombres y mujeres que pueden ser asociadas con las formas de crecimiento (Capítulo 3). Estos resultados muestran que el manejo puede ser diversificado en función de los intereses y la disponibilidad de espacio. Por una parte, en huertos de traspatio se pueden promover especies medicinales y alimenticias tanto herbáceas como arbustivas y, por otra parte, en acahuales manejados se pueden seleccionar especies útiles arbóreas con fines maderables y para leña. Cabe resaltar que el uso múltiple de las especies vegetales puede representar múltiples conflictos, por ejemplo, el efecto extractivo de la madera y la incapacidad de hacerlo compatible con cualquier otro uso (Guariguata et al., 2010; Herrero-Jáuregui et al., 2013). Sin embargo, la alta diversidad de especies representa una oportunidad para el diseño de plantaciones forestales multipropósito con alta diversidad vegetal de la región aledaña a la

EBT. Existen algunas propuestas para la construcción de estos paisajes, en los cuales el uso diversificado es un objetivo importante (Arroyo-Rodríguez et al., 2020; Knoke et al., 2020), para lo que se deben tomar en cuenta factores sociales y ecológicos como los propuestos en esta tesis.

Anexo 1. Listado de especies potencialmente multipropósito para los usos Alimento, Madera, Leña y Medicinal.

Familia	Especie
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L. <i>Tapirira mexicana</i> Marchand
Ehretiaceae	<i>Ehretia tinifolia</i> L.
Fabaceae	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp. <i>Inga vera</i> Willd.
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill. <i>Persea schiedeana</i> Nees
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. <i>Pachira aquatica</i> Aubl. <i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegee ex Standl. <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni <i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn
Ulmaceae	<i>Ampelocera hottlei</i> (Standl.) Standl.
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.

Anexo 2. Listado de especies con sus respectivos usos potenciales y usos realizado.

Familia	Especie	Forma de crecimiento	Uso potencial	Uso realizado
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	Árbol	Alimento, Leña, Medicinal	Alimento, Leña, Medicinal
	<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	Árbol	Madera, Medicinal	Leña
	<i>Tapirira mexicana</i> Marchand	Árbol	Alimento, Madera, Leña, Medicinal	Leña
Annonaceae	<i>Annona purpurea</i> Moc. & Sesséex	Árbol	Alimento, Madera	Alimento
	Dunal	Árbol	Alimento, Madera	Alimento
Apiaceae	<i>Eryngium foetidum</i> L.	Hierba	Alimento, Medicinal	Alimento, Medicinal
Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i> Kunth	Hierba	Medicinal	Medicinal
	<i>Astrocaryum mexicanum</i> Liebm. ex Mart.	Arbusto	Alimento	Alimento
Arecaceae	<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm.	Arbusto	Medicinal	Alimento
	<i>Aristolochia ovalifolia</i> Duch.	Liana	Medicinal	Medicinal
Aristolochiaceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Hierba	Medicinal	Medicinal
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Árbol	Madera, Medicinal	Madera, Leña
	<i>Cordia megalantha</i> S.F. Blake	Árbol	Madera, Medicinal	Madera, Leña
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Árbol	Madera, Leña, Medicinal	Leña, Medicinal
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Árbol	Medicinal	Alimento
Chrysobalanaceae	<i>Couepia polyandra</i> (Kunth) Rose	Árbol	Alimento, Madera, Medicinal	Alimento
Clusiaceae	<i>Garcinia intermedia</i> (Pittier) Hammel	Arbusto	Alimento, Madera	Alimento
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Hierba	Medicinal	Alimento
Euphorbiaceae	<i>Croton schiedeianus</i> Schltldl.	Árbol	Leña, Medicinal	Leña
Fabaceae	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Árbol	Alimento, Madera, Leña, Medicinal	Madera
	<i>Erythrina folkersii</i> Krukoff & Moldenke	Árbol	Alimento	Alimento
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	Árbol	Alimento, Madera, Leña, Medicinal	Leña, Medicinal
	<i>Inga paterno</i> Harms	Árbol	Alimento, Medicinal	Alimento, Leña
	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Árbol	Madera, Medicinal	Madera, Leña
Lauraceae	<i>Nectandra ambigens</i> (S.F. Blake) C.K. Allen	Árbol	Madera, Medicinal	Madera

	<i>Ocotea dendrodaphne</i> Mez	Árbol	Medicinal	Madera, Leña
	<i>Persea americana</i> Mill.	Árbol	Alimento, Madera, Leña, Medicinal	Alimento, Leña, Medicinal
	<i>Persea schiedeana</i> Nees	Árbol	Alimento, Madera, Leña, Medicinal	Alimento
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i> L.	Arbusto	Alimento, Medicinal	Alimento
	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Árbol	Alimento, Madera, Leña, Medicinal	Alimento, Leña, Medicinal
Malvaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.	Árbol	Medicinal	Medicinal
	<i>Calathea lutea</i> (Aubl.) E.Mey. ex Schult.	Árbol	Alimento	Alimento
Marantaceae	<i>Stromanthe macrochlamys</i> (Woodson & Standl.) H.A. Kenn. & Nicolson	Hierba	Alimento	Alimento
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Árbol	Madera, Medicinal	Leña, Madera, Medicinal
	<i>Guarea glabra</i> Vahl	Árbol	Madera, Leña	Madera, Leña
	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Árbol	Madera, Medicinal	Madera, Leña
	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Árbol	Madera, Medicinal	Madera
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Árbol	Alimento, Madera, Leña, Medicinal	Alimento, Leña
	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	Árbol	Alimento, Madera	Alimento
	<i>Pseudolmedia glabrata</i> (Liebm.) C.C. Berg	Árbol	Alimento, Madera	Alimento
	<i>Eugenia capuli</i> (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn.	Árbol	Alimento, Leña, Medicinal	Leña, Medicinal
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Árbol	Alimento, Madera, Leña, Medicinal	Alimento, Leña, Medicinal
Passifloraceae	<i>Passiflora ambigua</i> Hemsl.	Hierba	Alimento	Alimento
Piperaceae	<i>Piper auritum</i> Kunth	Hierba	Alimento, Medicinal	Alimento
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	Árbol	Alimento, Madera, Leña, Medicinal	Alimento
Primulaceae	<i>Ardisia compressa</i> Kunth	Árbol	Alimento	Alimento, Medicinal
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	Árbol	Medicinal	Leña, Medicinal
Sapindaceae	<i>Cupania glabra</i> Sw.	Árbol	Leña	Leña
	<i>Serjania mexicana</i> (L.) Willd.	Árbol	Medicinal	Medicinal
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Árbol	Alimento, Madera, Medicinal	Alimento, Madera, Leña
	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn	Árbol	Alimento, Madera, Leña, Medicinal	Alimento, Madera, Medicinal

	<i>Sideroxylon portoricense</i> Urb.	Árbol	Madera, Leña, Medicinal	Madera. Leña
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	Hierba	Alimento, Medicinal	Alimento
	<i>Physalis philadelphica</i> Lam.	Hierba	Alimento, Medicinal	Alimento
	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Hierba	Alimento, Medicinal	Alimento
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	Árbol	Alimento, Madera, Leña, Medicinal	Medicinal
Viburnaceae	<i>Sambucus nigra</i> L.	Arbusto	Alimento, Medicinal	Medicinal
	<i>Renealmia mexicana</i> Klotzsch ex Petersen	Hierba	Alimento	Alimento

Referencias

- Albers, H.J., Robinson, E.J.Z., 2013. A review of the spatial economics of non-timber forest product extraction: Implications for policy. *Ecol. Econ.* 92, 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.01.021>
- Alencar, N.L., de Sousa Araújo, T.A., de Amorim, E.L.C., de Albuquerque, U.P., 2010. The inclusion and selection of medicinal plants in traditional pharmacopoeias-evidence in support of the diversification hypothesis. *Econ. Bot.* 64, 68–79. <https://doi.org/10.1007/s12231-009-9104-5>
- Arroyo-Rodríguez, V., Fahrig, L., Tabarelli, M., Watling, J.I., Tischendorf, L., Benchimol, M., Cazetta, E., Faria, D., Leal, I.R., Melo, F.P.L., Morante-Filho, J.C., Santos, B.A., Arasa-Gisbert, R., Arce-Peña, N., Cervantes-López, M.J., Cudney-Valenzuela, S., Galán-Acedo, C., San-José, M., Vieira, I.C.G., Slik, J.W.F., Nowakowski, A.J., Tschardtke, T., 2020. Designing optimal human-modified landscapes for forest biodiversity conservation. *Ecol. Lett.* 23, 1404–1420. <https://doi.org/10.1111/ele.13535>
- Baldeck, C. A., Harms, K.E., Yavitt, J.B., John, R., Turner, B.L., Valencia, R., Navarrete, H., Bunyavejchewin, S., Kiratiprayoon, S., Yaacob, A., Supardi, M.N.N., Davies, S.J., Hubbell, S.P., Chuyong, G.B., Kenfack, D., Thomas, D.W., Dalling, J.W., 2013. Habitat filtering across tree life stages in tropical forest communities. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 280, 20130548. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.0548>
- Baldeck, Claire A., Harms, K.E., Yavitt, J.B., John, R., Turner, B.L., Valencia, R., Navarrete, H., Davies, S.J., Chuyong, G.B., Kenfack, D., Thomas, D.W., Madawala, S., Gunatilleke, N., Gunatilleke, S., Bunyavejchewin, S., Kiratiprayoon, S., Yaacob, A., Nur Supardi, M.N., Dalling, J.W., 2013. Soil resources and topography shape local tree community structure in tropical forests. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 280. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.2532>
- Balvanera, P., 2012. Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas* 21, 136–147.
- Begossi, A., Hanazaki, N., Tamashiro, J.Y., 2002. Medicinal Plants in the Atlantic Forest

- (Brazil): Knowledge, Use, and Conservation. *Hum. Ecol.* 30, 281–299. <https://doi.org/10.1007/BF02866716>
- Belcher, B.M., 2003. What isn't an NTFP? *Int. For. Rev.* 5, 161–168. <https://doi.org/10.1505/ifor.5.2.161.17408>
- Bhagwat, S.A., Willis, K.J., Birks, H.J.B., Whittaker, R.J., 2008. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? *Trends Ecol. Evol.* 23, 261–267. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.01.005>
- Blay, D., 2002. Tropical secondary forest management in humid Africa: Reality and perspectives. For. Res. Inst. Ghana Univ. Box 63 Kumasi, Ghana.
- Brandt, R., Mathez-Stiefel, S.L., Lachmuth, S., Hensen, I., Rist, S., 2013. Knowledge and valuation of Andean agroforestry species: The role of sex, age, and migration among members of a rural community in Bolivia. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 9. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-9-83>
- Brown, S., 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A primer, FAO Forestry Paper 134. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., Müller, F., 2012. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecol. Indic.* 21, 17–29. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.019>
- Castillo-Campos, G., Laborde, J., 2004. La vegetación, in: Guevara, S., Laborde, J., Sánchez-Ríos, G. (Eds.), *Los Tuxtlas. El Paisaje de La Sierra*. Instituto de Ecología, A.C. and European Union, Xalapa, pp. 231–265.
- Ceccon, E., Martínez-Garza, C., 2016. La dimensión social de la restauración en bosques tropicales secos: diálogo de saberes con la organización no gubernamental Xuajin Me'Phaa en Guerrero, in: *Experiencias Mexicanas En La Restauración de Los Ecosistemas*. pp. 347–368.
- Chave, J., Muller-Landau, H.C., Baker, T.R., Easdale, T.A., Hans Steege, T.E.R., Webb, C.O., 2006. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree species. *Ecol. Appl.* 16, 2356–2367. <https://doi.org/10.1890/1051->

0761(2006)016[2356:RAPVOW]2.0.CO;2

- Dattagupta, S., Gupta, A., Ghose, M., 2014. Diversity of non-timber forest products in Cachar District, Assam, India. *J. For. Res.* 25, 463–470. <https://doi.org/10.1007/s11676-014-0477-7>
- De Albuquerque, U.P., Soldati, G.T., Sieber, S.S., Ramos, M.A., De Sá, J.C., De Souza, L.C., 2011. The use of plants in the medical system of the Fulni-ô people (NE Brazil): A perspective on age and gender. *J. Ethnopharmacol.* 133, 866–873. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.11.021>
- Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M., Varela, M., 2013. La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investig. en Educ. Médica* 2, 162–167.
- Dirzo, R., Miranda, A., 1991. The northern limit of the tropical rain-forest in the American continent - Contraction of the forest and solution to a controversy. *Interciencia* 16, 240–247.
- Doyle, J.J., Luckow, M.A., 2003. The rest of the iceberg. Legume diversity and evolution in a phylogenetic context. *Plant Physiol.* 131, 900–910. <https://doi.org/10.1104/pp.102.018150>
- Durán-Fernández, A., Aguirre-Rivera, J.R., García-Pérez, J., Levy-Tacher, S., De Nova-Vázquez, J.A., 2016. Inventario florístico de la comunidad lacandona de Nahá, Chiapas, México. *Bot. Sci.* 94, 105–121. <https://doi.org/10.17129/botsci.248>
- Durand, M.L., Ruiz, J., 2009. Estaciones biológicas y participación social . La experiencia de la Universidad Nacional Autónoma de México en Los Tuxtlas, Veracruz. *Ambient. Soc.* 12, 325–340.
- Ellis, E.C., Gauthier, N., Goldewijk, K.K., Bird, R.B., Boivin, N., Díaz, S., Fuller, D.Q., Gill, J.L., Kaplan, J.O., Kingston, N., Locke, H., McMichael, C.N.H., Ranco, D., Rick, T.C., Rebecca Shaw, M., Stephens, L., Svenning, J.C., Watson, J.E.M., 2021. People have shaped most of terrestrial nature for at least 12,000 years. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 118, 1–8. <https://doi.org/10.1073/pnas.2023483118>
- Fisher, B., Turner, R.K., Morling, P., 2009. Defining and classifying ecosystem services for

decision making. *Ecol. Econ.* 68, 643–653.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>

Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N., Snyder, P.K., 2005. Global consequences of land use. *Science* (80-.). 309, 570–574.
<https://doi.org/10.1126/science.1111772>

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D., O’Connell, C., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D., Zaks, D.P.M., 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478, 337–342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>

Galhena, D.H., Freed, R., Maredia, K.M., 2013. Promising Approach. *BioMed Cent.* 1–13.

Gaoue, O.G., Coe, M.A., Bond, M., Hart, G., Seyler, B.C., McMillen, H., 2017. Theories and Major Hypotheses in Ethnobotany. *Econ. Bot.* 71, 269–287.
<https://doi.org/10.1007/s12231-017-9389-8>

Gentry, A.H., 1988. Changes in Plant Community Diversity and Floristic Composition on Environmental and Geographical Gradients. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75, 1.
<https://doi.org/10.2307/2399464>

Gibbs, H.K., Ruesch, A.S., Achard, F., Clayton, M.K., Holmgren, P., Ramankutty, N., Foley, J.A., 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 107, 16732–16737.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0910275107>

Gonzalez Soriano, Enrique Dirzo, R., Vogt, R.C., 1997. *Historia natural de Los Tuxtlas.* Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología.

Guariguata, M.R., García-Fernández, C., Sheil, D., Nasi, R., Herrero-Jáuregui, C., Cronkleton, P., Ingram, V., 2010. Compatibility of timber and non-timber forest product management in natural tropical forests: Perspectives, challenges, and opportunities. *For.*

- Ecol. Manage. 259, 237–245. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.11.013>
- Guevara, S., Laborde, J., Sánchez-Rios, G., 2004. Rain forest regeneration beneath the canopy of fig trees isolated in pastures of Los Tuxtlas, Mexico. *Biotropica* 36, 99–108. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2004.tb00300.x>
- Gutiérrez-García, G., Ricker, M., 2011. Climate and climate change in the region of Los Tuxtlas (Veracruz, Mexico): A statistical analysis. *Atmosfera* 24, 347–373.
- Hanazaki, N., Herbst, D.F., Marques, M.S., Vandebroek, I., 2013. Evidence of the shifting baseline syndrome in ethnobotanical research. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 9, 1–11. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-9-75>
- Harrison, P.A., Berry, P.M., Simpson, G., Haslett, J.R., Blicharska, M., Bucur, M., Dunford, R., Egoh, B., Garcia-Llorente, M., Geamănă, N., Geertsema, W., Lommelen, E., Meiresonne, L., Turkelboom, F., 2014. Linkages between biodiversity attributes and ecosystem services: A systematic review. *Ecosyst. Serv.* 9, 191–203. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.05.006>
- Herrero-Jáuregui, C., Guariguata, M.R., Cárdenas, D., Vilanova, E., Robles, M., Licona, J.C., Nalvarte, W., 2013. Assessing the extent of “conflict of use” in multipurpose tropical forest trees: A regional view. *J. Environ. Manage.* 130, 40–47. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.08.044>
- Holt, A.R., Alix, A., Thompson, A., Maltby, L., 2016. Food production, ecosystem services and biodiversity: We can’t have it all everywhere. *Sci. Total Environ.* 573, 1422–1429. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.139>
- Ibarra-Manríquez, G., Cornejo-Tenorio, G., González-Castañeda, N., Piedra-Malagón, E.M., Luna, A., 2012. El género *Ficus* L. (Moraceae) en México. *Bot. Sci.* 90, 389–452.
- Ibarra-Manríquez, G., Ricker, M., Angeles, G., Sinaca-Colín, S., Sinaca, M., 1997. Useful plants of the Los Tuxtlas rain forest (Veracruz, Mexico): Considerations of their market potential. *Econ. Bot.* 51, 362–376. <https://doi.org/10.1007/BF02861046>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (INEGI), 2020. Censo de Población y Vivienda 2020. URL <http://ceieg.veracruz.gob.mx/2021/03/24/principales-resultados-del-censo->

- de-poblacion-y-vivienda-2020/ (accessed 7.19.22).
- Izsák, J., 2006. Some practical aspects of fitting and testing the Zipf-Mandelbrot model. *Scientometrics* 67, 107–120. <https://doi.org/10.1007/s11192-006-0052-x>
- Jackson, C., 2013. Gender analysis and environmentalisms. *Soc. Theory Glob. Environ.* 113–149. <https://doi.org/10.4324/9780203427903>
- Kindt, R., Coe, R., 2005. Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi.
- Knoke, T., Paul, C., Rammig, A., Gosling, E., Hildebrandt, P., Härtl, F., Peters, T., Richter, M., Diertl, K.H., Castro, L.M., Calvas, B., Ochoa, S., Valle-Carrión, L.A., Hamer, U., Tischler, A., Potthast, K., Windhorst, D., Homeier, J., Wilcke, W., Velescu, A., Gerique, A., Pohle, P., Adams, J., Breuer, L., Mosandl, R., Beck, E., Weber, M., Stimm, B., Silva, B., Verburg, P.H., Bendix, J., 2020. Accounting for multiple ecosystem services in a simulation of land-use decisions: Does it reduce tropical deforestation? *Glob. Chang. Biol.* 26, 2403–2420. <https://doi.org/10.1111/gcb.15003>
- Landis, D.A., 2017. Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic Appl. Ecol.* 18, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.07.005>
- Lascurain, M., Avendaño, S., Aníbal, A., Mirna, D., Covarrubias, M., 2010. Guía de Frutos Silvestres Comestibles en Veracruz, Fondo Sect. ed. Conafor-Conacyt.
- Laurance, W.F., Sayer, J., Cassman, K.G., 2014. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends Ecol. Evol.* 29, 107–16. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.12.001>
- Lucio, C., 2022. Agroforestry systems around Nevado de Colima. The biocultural importance of a threatened heritage. *Paginas 14*. <https://doi.org/10.35305/rp.v14i34.584>
- Magurran, A.E., 2013. *Measuring Biological Diversity*, *Measuring Biological Diversity*. John Wiley & Sons, Malden.
- McCarter, J., Gavin, M.C., 2015. Assessing variation and diversity of ethnomedical

- knowledge: A case study from Malekula Island, Vanuatu. *Econ. Bot.* 69, 251–261.
<https://doi.org/10.1007/s12231-015-9319-6>
- Medellín Morales, S.G., Barrientos Lozano, L., Mora Olivos, A., Almaguer Sierra, P., Mora Ravelo, S.G., 2018. Conocimiento tradicional y valoración de plantas útiles en reserva de biosfera el cielo, Tamaulipas, México. *Agric. Soc. y Desarro.* 15, 354–377.
<https://doi.org/10.22231/asyd.v15i3.850>
- Mendoza Márquez, P.E., 2004. El uso medicinal actual y potencial de las especies arbóreas de la selva alta perenifolia “Los Tuxtlas”, Veracruz, México. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Mendoza Márquez, P.E., 2000. Las plantas medicinales de la selva alta perennifolia de los Tuxtlas, Veracruz: Un enfoque etnofarmacológico-químico.pdf. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Michon, G., De Foresta, H., Levang, P., Verdeaux, F., 2001. Domestic forests: A new paradigm for integrating local communities’ forestry into tropical forest science. *Ecol. Soc.* 12, 24.
- Miramontes, O., DeSouza, O., Hernández, D., Ceccon, E., 2012. Non-Lévy mobility patterns of Mexican Me’Phaa peasants searching for fuel wood. *Hum. Ecol.* 40, 167–174.
<https://doi.org/10.1007/s10745-012-9465-8>
- Miranda, F., Hernández-X., E., 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bot. Sci.* 29. <https://doi.org/10.17129/botsci.1084>
- Moreno Nancy P., 1984. Glosario botánico ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre recursos bióticos.
- Navarrete-Segueda, A., Cortés-Flores, J., Cornejo-Tenorio, G., González-Arqueros, M.L., Torres-García, M., Ibarra-Manríquez, G., 2021. Timber and non-timber forest products in the northernmost Neotropical rainforest: Ecological factors unravel their landscape distribution. *J. Environ. Manage.* 279, 111819.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111819>
- Navarrete-Segueda, A., Martínez-Ramos, M., Ibarra-Manríquez, G., Cortés-Flores, J.,

- Vázquez-Selem, L., Siebe, C., 2017. Availability and species diversity of forest products in a Neotropical rainforest landscape. *For. Ecol. Manage.* 406, 242–250. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.08.037>
- Niembro Rocas, A., Vázquez Torres, M., Sánchez Sánchez, O., 2010. Árboles de Veracruz. 100 especies para la reforestación estratégica, Secretaría de Educación. Gobierno del Estado de Veracruz.
- Phillips, O., Gentry, A.H., 1993. The useful plants of Tambopata, Peru: I. Statistical hypotheses tests with a new quantitative technique. *Econ. Bot.* 47, 15–32. <https://doi.org/10.1007/BF02862203>
- Quijas, S., Schmid, B., Balvanera, P., 2010. Plant diversity enhances provision of ecosystem services: A new synthesis. *Basic Appl. Ecol.* 11, 582–593. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2010.06.009>
- R Core Team, 2018. R: A language and environment for statistical computing.
- R Core Team, 2015. R Development Core Team. R A Lang. Environ. Stat. Comput.
- Rendón-Sandoval, F.J., Casas, A., Moreno-Calles, A.I., Torres-García, I., García-Frapolli, E., 2020. Traditional agroforestry systems and conservation of native plant diversity of seasonally dry tropical forests. *Sustain.* 12. <https://doi.org/10.3390/su12114600>
- Rendón-Sandoval, F.J., Casas, A., Sinco-Ramos, P.G., García-Frapolli, E., Moreno-Calles, A.I. 2021. Peasants' Motivations to Maintain Vegetation of Tropical Dry Forests in Traditional Agroforestry Systems from Cuicatlán, Oaxaca, Mexico. *Front. Environ. Sci.* 9: 682207. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.682207>
- Rzedowski, J., 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México.
- Soldati, G.T., De Albuquerque, U.P., 2012. A new application for the optimal foraging theory: The extraction of medicinal plants. *Evidence-based Complement. Altern. Med.* 2012, 10. <https://doi.org/10.1155/2012/364564>
- Stein, A., Gerstner, K., Kreft, H., 2014. Environmental heterogeneity as a universal driver of species richness across taxa, biomes and spatial scales. *Ecol. Lett.* 17, 866–880.

<https://doi.org/10.1111/ele.12277>

- Tacher, L., Israel, S., Rivera, A., Rogelio, J., Romero, M., Magdalena, M., Lacanhá, L.D.E., Israel, S., Tacher, L., Rivera, J.R.A., Magdalena, M., Romero, M., Fernández, D., 2002. Caracterización del uso tradicional de la flora espontánea en la comunidad Lacandona de Lacanhá, Chiapas, México. *Interciencia* 27, 512–520.
- Tscharntke, T., Tylianakis, J.M., Rand, T.A., Didham, R.K., Fahrig, L., Batáry, P., Bengtsson, J., Clough, Y., Crist, T.O., Dormann, C.F., Ewers, R.M., Fründ, J., Holt, R.D., Holzschuh, A., Klein, A.M., Kleijn, D., Kremen, C., Landis, D.A., Laurance, W., Lindenmayer, D., Scherber, C., Sodhi, N., Steffan-Dewenter, I., Thies, C., van der Putten, W.H., Westphal, C., 2012. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses. *Biol. Rev.* 87, 661–685. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2011.00216.x>
- Vázquez Torres, M., Armenta Montero, S., Campos Jiménez, J., Carvajal Hernández, C., 2010. Árboles de la región de Los Tuxtlas, *Journal of Chemical Information and Modeling*. Comisión Organizadora del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave para la Conmemoración del Bicentenario de la Independencia Nacional y del Centenario de la Revolución Mexicana/ Secretaría de Educación-Gobierno del Estado de Veracruz. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Vedeld, P., Angelsen, A., Bojö, J., Sjaastad, E., Kobugabe Berg, G., 2007. Forest environmental incomes and the rural poor. *For. Policy Econ.* 9, 869–879. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2006.05.008>
- Verhagen, W., Verburg, P.H., Schulp, N., Stürck, J., 2015. Mapping ecosystem services, in: Bouma, J., van Beukering, P. (Eds.), *Ecosystem Services: From Concept to Practice*. Cambridge University Press, Amsterdam, pp. 65–86. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107477612.006>
- Villaseñor, J.L., Ortiz, E., Campos-Villanueva, A., 2018. High richness of vascular plants in the tropical los Tuxtlas region, Mexico. *Trop. Conserv. Sci.* 11, 194008291876425. <https://doi.org/10.1177/1940082918764259>
- Voeks, R.A., Leony, A., 2004. Forgetting the forest: Assessing medicinal plant erosion in

eastern Brazil. *Econ. Bot.* 58, S294–S306. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2004\)58\[s294:ftfamp\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2004)58[s294:ftfamp]2.0.co;2)

Wang, G.G., Klinka, K., 1996. Use of synoptic variables in predicting white spruce site index. *For. Ecol. Manage.* 80, 95–105. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03630-X](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03630-X)

Yessoufou, K., Daru, B.H., Muasya, A.M., 2015. Phylogenetic exploration of commonly used medicinal plants in South Africa. *Mol. Ecol. Resour.* 15, 405–413. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12310>