



El Colegio de la Frontera Sur

Efecto del manejo sobre la diversidad de árboles en
vegetación secundaria manejada en la Reserva de la Biosfera
de Calakmul, Campeche, México

TESIS

Presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestra en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural
Con orientación en Manejo y Conservación de los Recursos Naturales

Por

Ana María Báez Vargas

2016

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de la Ciencia y la Tecnología (CONACYT), que otorgó la beca número 270023 para realizar los estudios de maestría.

Al Proyecto Monitoreo Adaptativo de la Reserva de la Biosfera de Calakmul (FMCN) MAREBICA que financió el trabajo de campo y a la Dirección de la Reserva la Biosfera de Calakmul, en particular al M. en C. José Zúñiga (director) y Biol. Carlos Coutiño (Subdirector), por las facilidades brindadas para la realización del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Juan Manuel Herrera Gloria de la Asociación Regional de Silvicultores de Calakmul por permitir contactar a las comunidades para la realización de este trabajo.

A la Dra. Ligia Guadalupe Esparza Olgúin, por su paciencia, enseñanzas y apoyo para la realización del presente estudio.

A los integrantes del comité conformado por la Dra. Susana Ochoa Gaona, Dr. Neptalí Ramírez Marcial, Dr. Eduardo Martínez Romero, Dr. Noel Antonio González Valdivia, Dr. Bernardus Hendricus Jozeph de Jong y M. C. Mirna Ethel Canul Montañez, por sus valiosos comentarios, correcciones y aportaciones para mejorar el trabajo.

A todo el personal de las distintas áreas de posgrado, administrativo, bibliotecario, informática y vigilancia de ECOSUR- unidad Campeche, por todo el apoyo brindado en sus distintas áreas. En especial a Yamile Castillo, José España, William Victoria, María Elena Martínez, Rosa Ruiz y Mariana Huicab por todas las facilidades brindadas, amistad y hacer más agradable mi estancia en Campeche.

A ECOSUR unidad Campeche y San Cristóbal, profesores, compañeros y amigos, que conocí en estos años, que compartieron conmigo sus experiencias, enseñanzas y momentos agradables. En especial a la Dra. Arisbe Mendoza, Dra. Griselda Escalona,

Dr. Juan Carlos Pérez, Dr. Rafael Reyna, Dr. Luis Arreola, Beatriz Peña, Sandra Perea, Paolha Conde, Natalia Deveaux, Noé Mendoza, Nathalyn Taylor, Gerardo Pérez, Ariadna Tobón, Iván Méndez, Nelly Tremblay, Iván Rosas, Isidra Pérez, Hugo Ruíz, Gabriel Chan, Gilda Caamal, Sarai Sánchez y Fabiola Valenzuela.

A Alba Valdez Tah por compartir durante mi estancia en Campeche su hospitalidad, amistad, consejos y conocimientos, muchas gracias por todo.

A Mayra Machuca (adorada) por compartir su amistad, alegría, experiencias y enseñarme a ver la vida de otra forma.

A los vecinos (y sus respectivas familias) más maravillosos que he conocido en Campeche: don Román Canché, doña Elisa Ramírez, doña María del Carmen Couoh y don Victoriano Chan, mil gracias por su cariño y confianza.

A todas las personas que me ayudaron en las actividades de campo, identificación de especies y traslado de muestras: Demetrio, Manuel, Roberto, Mario, Raymundo, Sara, Giovana, Karla, Edith, Alberto, José, Jonhy, Alejandra y ejidatarios.

A los ejidatarios de las comunidades Puebla de Morelia y Kilómetro Ciento Veinte, porque sin su consentimiento no se hubiese llevado a cabo este trabajo, muchas gracias por su tiempo y conocimientos.

Dedicatoria

Al ser que me dio la vida (Dios), por su infinito amor que me tiene, que permitió ser la persona que soy, darme la familia, amigos y conocidos que tengo, en el espacio y tiempo indicado.

A mis padres Luz Bella Vargas y José del Carmen Báez, gracias por su amor, comprensión y soportar mi ausencia.

A mi esposo Humberto, no hay palabras para expresar mi profundo amor y agradecimiento, por todo este tiempo que me has esperado y apoyado en todos los aspectos de mi vida, eres un ser extraordinario.

A la sra. Blanca Rosa Marín, por sus sabios consejos y aceptarme como una más de la familia.

A mis hermanas y hermanos: Estela, Alejandra, Rosa, Laureano, Marcio, Santiago, Andrés, Jesús y Heinz que alegran mi vida.

A mis adorables ángeles: Xóchitl, Bimba Naomi, Bella Baviera Hildegard Heidrun, Prusia Silesia Gudrun, Nahúm, Nathán, Ludwig Amadeus Magnus, Eduardo y Alejandro, que son mis mayores motivaciones en esta vida.

Este logro es también de ustedes, muchas gracias por todo.

Tabla de contenido

Agradecimientos.....	1
Dedicatoria.....	3
Tabla de contenido.....	4
Resumen y palabras clave.....	5
Capítulo I. Introducción.....	6
Objetivos.....	10
Hipótesis.....	11
Capítulo II. Abstract.....	12
Introducción.....	13
Materiales y métodos.....	16
Resultados.....	21
Discusión.....	33
Resumen.....	37
Agradecimientos.....	38
Referencias.....	39
Anexos.....	46
Capítulo III. Conclusión.....	51
Literatura citada.....	53

Resumen

El bosque tropical seco (BTS) de la Península de Yucatán ha sido manejado por siglos, pero la relación del efecto del manejo sobre la diversidad de árboles no ha sido completamente entendida. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del manejo forestal (aclareos, aprovechamiento y enriquecimiento de especies) en vegetación secundaria derivada de bosques tropicales secos, en dos comunidades en Calakmul, Campeche, Sureste de México.

Se analizaron cambios en la composición, riqueza de especies, diversidad de especies y estructura en vegetación secundaria sujetas a los siguientes tipos de manejo: 1) vegetación secundaria con manejo apícola (VSMA), 2) vegetación secundaria con manejo forestal (VSMF), 3) vegetación secundaria sin manejo (VS) y bosque tropical seco (BTS). La composición de especies fue similar entre vegetación secundaria manejada y no manejada. Entre vegetación secundaria manejada y el BTS hubo diferencias en la composición de especies. La riqueza de especies no mostró diferencias significativas entre las condiciones. La diversidad de especies en los VSMA fue más baja que en los VSMF, VS y BTS. La VSMA presentó mayor densidad promedio de individuos (5413 ± 770.26 ind/ha) que el VSMF (3289 ± 1183.60 ind/ha), y el BTS presentó la mayor área basal promedio (24.89 ± 1.56 m²/ha) con respecto a las demás condiciones.

Se concluye que el manejo que se realiza en el área de estudio permite la conservación de los recursos forestales, pero es importante mantener el monitoreo de las áreas manejadas para asegurar su uso actual y en el futuro, y en su caso promover estrategias que permitan manejar y conservar los recursos forestales de éstas a largo plazo.

Palabras claves: manejo apícola, manejo forestal, bosque seco, estructura, composición florística.

Capítulo I

Introducción

Las selvas bajas subcaducifolias (SBS; selva seca, selva baja caducifolia, bosque tropical caducifolio y bosque tropical seco; Miranda y Hernández-X 1963; Murphy y Lugo 1986; Challenger y Soberón 2008; Trejo 2010) representan uno de los ecosistemas terrestres más extenso en las áreas tropicales de América con una superficie de 519,597 km²: el 39% ocurre en América del Norte y América Central, el 1% en Sudamérica y el 9% en las Islas del Caribe (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010). En México, las selvas secas cubren aproximadamente 30% de nuestro país (De la Maza 2010). Y la Península de Yucatán es considerada una de las regiones más grande en México dominadas por selvas secas (White y Hood 2004), las cuales son amenazadas por las actividades humanas (Miles et al. 2006).

En el estado de Campeche la expresión de las interacciones entre clima, fisiografía y geología a través del tiempo (Noriega-Trejo y Arteaga-Aguilar 2010), han propiciado los tipos de vegetación que incluyen a la SBS, que presentan árboles entre 4-15 m y suelen perder sus hojas durante la época más seca del año (entre el 50 y el 75 %; Miranda y Hernández-X 1963). En Campeche las selvas secas abarcan 1,187, 258 ha y en la región de Calakmul 101,125 ha (Esparza-Olguín et al. 2014).

En esta región, las selvas tropicales fueron alteradas desde épocas precolombinas por los grupos mayas que habitaban la región (Turner II et al. 2001), a través del sistema de producción agrícola conocido como roza, tumba y quema (Urquiza-Haas et al. 2007). Esta práctica de uso de la tierra ha propiciado la presencia de vegetación secundaria en grandes áreas en los trópicos y en particular en la Península de Yucatán (Abizaid y Coomes 2004; Schmook 2010). Así también, los mayas hace aproximadamente 3000 años, empezaron a realizar manejo forestal en la Península de Yucatán (Barrera et al. 1977; Gómez-Pompa 1987; Turner II et al. 2003). En el siglo XVII en Campeche, hubo campamentos para la extracción del palo de Campeche (*Haematoxylum campechianum*). En 1890 empezó la extracción del látex del árbol del chicle (*Manilkara zapota*; Keyes-Hennin 1998; Acopa y Boege 1999). A finales del siglo XIX, el gobierno de Porfirio Díaz inició la etapa de explotación forestal, otorgando concesiones forestales a compañías extranjeras, principalmente estadounidenses (Ramayo-Lanz 1996). En

1947, el gobierno dio concesión a la empresa forestal Impulsora Forestal Peninsular y a la empresa Bosques de Campeche.

En la década de los ochentas, se implementó el Plan Piloto Forestal en Quintana Roo (PPF) concebido para detener el desmonte de los bosques tropicales, usando de forma racional el recurso forestal, lo que generaría un ingreso económico seguro y atractivo para la población local (Flachsenberg y Galletti 1999). Posteriormente en Campeche se aplicó lo aprendido en el PPF, en otras acciones de la forestería social de la región (Acopa y Boege 1999). El PPF implicaba la aplicación de actividades silvícolas y en sus inicios tenía como fin el aprovechamiento selectivo de maderas como la caoba y el cedro (Flachsenberg y Galletti 1999; Barton-Bray 2004). Las comunidades Puebla de Morelia y Kilómetro Ciento Veinte, en el municipio de Calakmul, empezaron a realizar manejo forestal en 2011, mediante la aplicación de tratamientos silvícolas en vegetación secundaria, para obtener un ingreso económico al tiempo de promover la conservación de las especies arbóreas.

Diversos autores han abordado la caracterización de las selvas secas en México y su vegetación secundaria (Trejo y Dirzo 2002; Gallardo-Cruz et al. 2005; Pineda-García et al. 2007; Williams-Linera y Lorea 2009; Rocha-Loredo et al. 2010; Zamora-Crescencio et al. 2011; León de la Luz et al. 2012), pero hay pocos trabajos publicados sobre los efectos del manejo y aprovechamiento forestal en vegetación secundaria derivada de las SBS. Rendón-Carmona et al. (2009) realizaron un estudio en una selva seca en Jalisco, en el que se aplicaron cortes selectivos de tallos de *Croton niveus*, para ser usadas como varas de soporte en cultivos hortícolas. Se reportó que hubo diferencias significativas en la riqueza, S ($p=0.0015$) y diversidad de especies, H' ($p=0.0009$), siendo significativamente menores los valores para el tercer tratamiento (área con dos cortes espaciados por tres años, $S_{\text{promedio}}= 27$ y $H'_{\text{promedio}}=1.70$) respecto del primero (sin corte, $S_{\text{promedio}}= 41.66$ y $H'_{\text{promedio}}= 2.66$) y segundo tratamiento (un corte, $S_{\text{promedio}}= 38$ y $H'_{\text{promedio}}= 2.96$).

González-Iturbe et al. 2002, realizaron un estudio en el norte de la Península de Yucatán, en donde evaluaron la recuperación de una selva seca en tres fases sucesionales (<10 años, SS1-temprana; >10 a <15 años, SS2-intermedia y >20 años de abandono, SS3-madura), que estuvo sujeta a plantaciones de henequén. Los autores

reportaron que la riqueza de especies leñosas entre SS3 y SS1 fue significativamente diferente ($T=40$, $p=0.0079$), SS3 y SS2 (prueba t , $t=5.18$, $p<0.0001$), pero no entre SS2 y SS1. Mientras que la diversidad de especies mostró diferencias significativas de acuerdo a la t de Student en la mayoría de las parcelas SS1 entre sitios (1.1-1.39) y SS2 (0.82-1.14). Por otro lado, encontraron que el promedio de la densidad de individuos y área basal en la fase madura fue mayor (3268 ind/ha y 18.8m²/ha, respectivamente) que en la fase intermedia (2464 ind/ha y 10.7m²/ha, respectivamente). El índice de Sorensen, mostró una similitud del 50% entre los diferentes sitios de SS3 y SS2, y menos del 40% entre los sitios de SS3 y SS1. Kantún-Balam (2005), caracterizó la estructura y composición de comunidades forestales para proponer opciones de manejo y aprovechamiento en vegetación secundarias en tres fases sucesionales (5, 20 y 40 años), derivadas de selvas medianas subcaducifolias en Yucatán. En la etapa de 5 años las especies dominantes de acuerdo a su valor de importancia relativo (VIR) fueron *Neomillspaughia emarginata*, *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula* y *Lonchocarpus xuul*. En la de 20 años fueron *Lysiloma latisiliquum*, *Neomillspaughia emarginata*, *Caesalpinia gaumeri* y *Bursera simaruba*. Mientras la de 40 años: *Lysiloma latisiliquum*, *Bursera simaruba*, *Lonchocarpus xuul* y *Caesalpinia gaumeri*. En la primera fase sucesional (5 años) la densidad de individuos (36,295 ind/ha) fue alta en comparación con las etapas de 20 y 40 años (17,432 y 13,637 ind/ha respectivamente). El área basal (9.172m²/ha) fue menor en la primera fase sucesional en comparación con las etapas de 20 y 40 años (26.626 y 35.5 m²/ha respectivamente).

Entre las opciones de aprovechamiento por etapa sucesional, el autor señala que la vegetación de la primera fase tiene un aprovechamiento potencial melífero, la vegetación de la segunda fase podría ser utilizada para extraer madera para construcción y leña, y la vegetación de la última fase, madera para construcción.

Vargas-Ramos 2007, realizó un estudio en una selva baja caducifolia de la Península de Yucatán, para restaurar un sitio en estado de sucesión intermedio (11 años). Se aplicaron aclareos (eliminación de tallos <2 cm diámetro a la altura del pecho, DAP y se comparó con parcelas control, 20x20m) para reducir la densidad de pequeños tallos inflamables. Se encontró que los árboles en la clase diamétrica de 5-9.9 cm, presentaron la densidad más alta en las parcelas clareadas. El área basal de las

parcelas control fue significativamente mayor que en las parcelas clareadas para la clase de 1-4.9 cm, pero más baja para la clase de 5-9.9 cm. El bosque maduro fue marginalmente más similar en composición de especies a las parcelas clareadas (Sorensen, $S=0.50$) que a las parcelas control ($S=0.48$).

No obstante, en la región de Calakmul, no hay estudios publicados que caractericen la composición florística, diversidad de especies y estructura de la vegetación secundaria derivada de selva baja subcaducifolia, que están bajo manejo forestal y que procedan de historias de usos agrícolas como se propone en este trabajo.

Por otro lado, este estudio surgió de las inquietudes de los ejidatarios de hacer uso de los recursos forestales de la vegetación secundaria de áreas destinadas originalmente a la actividad agrícola. Dado que no cuentan con información que les permita evaluar si este tipo de manejo es apropiado para conservar la diversidad y las características estructurales de la vegetación, al mismo tiempo que les permita generar algún ingreso económico.

Por lo que este estudio, analiza sí el manejo forestal produce diferencias en la composición florística, diversidad de especies y la estructura en vegetación secundaria leñosa de la misma edad, usando como línea base la vegetación secundaria no manejada y como referencia a la selva baja subcaducifolia.

Objetivo general

Analizar y evaluar la composición florística, diversidad de especies y estructura de la vegetación secundaria una vez que se aplica un manejo forestal, en las comunidades Puebla de Morelia y Kilómetro Ciento Veinte del municipio de Calakmul.

Objetivos específicos

- Caracterizar el manejo de vegetación secundaria en los sitios de estudios.
- Comparar la composición florística, diversidad de especies y estructura de especies arbóreas en las parcelas con manejo y sin manejo, usando como referencia a selvas secas maduras en los sitios de estudio.

Hipótesis general

Los aclareos que se aplican en el manejo forestal de la zona, tendrán un efecto sobre la composición florística, diversidad de especies y estructura de la vegetación secundaria derivada de selvas bajas subcaducifolias.

Hipótesis particulares

- La composición de especies será distinta en la vegetación secundaria con manejo apícola o forestal respecto a la vegetación secundaria sin manejo. El manejo favorecerá la presencia de especies melíferas (manejo apícola) y especies con aprovechamiento forestal (manejo forestal), debido a los aclareos selectivos que realizan quienes solo permiten las especies que consideren de utilidad.
- La diversidad de especies será menor en áreas manejadas que en las no manejadas, debido a que se eliminan especies durante el aclareo para el aprovechamiento inmediato.
- La densidad de individuos será menor en áreas manejadas que en áreas sin manejo, por el aclareo.
- El área basal de especies arbóreas serán mayores en áreas manejadas que en áreas sin manejo, debido a la eliminación de árboles que compiten por los nutrientes y luz, permitiendo el crecimiento de los individuos remanentes.

En el capítulo II, por cuestiones de las normas editoriales de la Revista de Biología Tropical, la selva baja subcaducifolia (SBS) se nombrará como Bosque Tropical Seco (BTS).

Capítulo II

Efecto del manejo sobre la diversidad de árboles en vegetación secundaria en la Reserva de la
Biosfera de Calakmul, Campeche, México

Effect of management on tree diversity in secondary vegetation in the Biosphere Reserve of Calakmul, Campeche, Mexico

Ana María Báez-Vargas.¹, Ligia Esparza-Olguín^{1*}, Neptalí Ramírez- Marcial¹, Eduardo
Martínez-Romero², Susana Ochoa-Gaona³ & Noel Antonio González-Valdivia⁴

¹ Departamento de Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur, México;
abaez@ecosur.edu.mx; lesparza@ecosur.mx; nramirezm@ecosur.mx

² Investigación y Soluciones Socioambientales AC, México; iss.presidencia@gmail.com

³ Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad, El Colegio de la Frontera Sur, México;
sochoa@ecosur.mx

⁴Departamento de Ingenierías, Instituto Tecnológico de Chiná, México;
siankaan2003@gmail.com

*autor de correspondencia

Abstract:

The tropical dry forests (BTS) of the Yucatan peninsula have been under human management for centuries, but the effect of management on tree diversity and structure has not been fully understood. The goal of this study was to assess the effect of forest management (thinning, harvesting and enrichment of species), on secondary vegetation derived from dry tropical forests, in two communities in Calakmul, Campeche, Southeast Mexico. We analyzed changes in the composition, richness of species, diversity of species y structure in secondary forest subject to following types of management: (1) secondary vegetation with beekeeping management

(VSMA), secondary vegetation with forest management (VSMF), natural secondary vegetation (VS) and mature tropical dry forest (BTS). The species composition was similar between managed and unmanaged secondary vegetation. On the other hand, between managed secondary vegetation and BTS there were statistical differences in species composition. Species richness was not statistical different between managed and unmanaged secondary vegetation. The species diversity in the VSMA was lower than in the VSMF, VS and BTS. The VSMA showed greater average density of individuals ($5413 \pm 770.26 \text{ ind ha}^{-1}$) that VSMF ($3289 \pm 1183.60 \text{ ind ha}^{-1}$), BTS had the highest average basal area ($24.89 \pm 1.56 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) regarding the other conditions. We conclude that the management that is carried out in the study area allows the conservation of forest resources, but it is important to keep monitoring the managed areas to ensure its current use and future, and to promote strategies for management and conservation of the forest resources to long-term.

Key words: beekeeping management, forest management, dry forest, structure, floristic composition

Los bosques tropicales secos, BTS (Miranda & Hernández-X, 1963; Murphy & Lugo, 1986; Challenger & Soberón, 2008), han sido transformados por actividades humanas, principalmente la agricultura y ganadería (Maass, 1995; Lawrence, D'Odorico, Diekmann, DeLonge, Das & Eaton, 2007). Después de la agricultura de roza-tumba y quema (agricultura tradicional), se promueve el establecimiento de vegetación secundaria (Levy-Tacher & Aguirre-Rivera, 2000, Ochoa-Gaona, Hernández-Vázquez, de Jong & Gurri-García, 2007). La Región de Calakmul no es la excepción, ya que la vegetación secundaria es comúnmente resultado de este tipo de prácticas agrícolas (Vester, Lawrence, Eastman, Turner II, Calmé, Dickson, Pozo & Sangermano, 2007). Bajo este sistema, las tierras se cultivan por periodos de varios años (2 a 5 años), y con el

fin de recuperar la fertilidad del suelo se deja sin cultivar permitiendo el desarrollo de vegetación secundaria para repetir un nuevo ciclo de aprovechamiento (periodos de 15 años o más; Beckerman, 1987). De la vegetación secundaria se obtiene leña, carbón, materiales para construcción, miel, curtientes, medicina, entre otros usos (Navarro-Martínez, Schmook & Martínez-Castillo, 2000; Jiménez-Osornio, Duran-García, Dupuy-Rada & González-Iturbe, 2010). En la región de Calakmul, los ejidatarios de las comunidades Puebla de Morelia y Kilómetro Ciento Veinte pertenecientes a la Asociación Regional de Silvicultores (ARS) de Calakmul, A.C., realizan manejo forestal desde el 2011 en la vegetación secundaria derivada de bosque tropical seco, con el fin de obtener recursos que les genere ingresos económicos. El manejo forestal consiste en un proceso formal e informal de planificación e implementación de prácticas destinadas a satisfacer ciertas funciones ambientales, económicas, sociales (y/o culturales) y alcanzar determinados objetivos (IUFRO, 2005). Diversos estudios reportan que las áreas bajo manejo forestal presentan diferencias en la composición florística, estructura y diversidad de especies arbóreas, respecto a sitios que no son manejados (Ganzhorn, Ganzhorn, Abraham, Andriamanarivo & Ramananjatovo, 1990; Kumar & Shahabuddin, 2005; Fujii, Kubota & Enoki, 2009). Lo mismo sucede en las áreas donde se ha practicado la agricultura tradicional, en las que la composición florística, diversidad de especies y estructura de la vegetación disminuyen, debido a la historia de uso de los sitios, en las que se consideran la intensidad (duración de los ciclos de cultivo y períodos de descanso), la frecuencia de uso (número de ciclos de cultivo) y el uso de agroquímicos (Lawrence, 2004; Ochoa-Gaona, et al., 2007).

Se han realizado estudios en los BTS, enfocados a evaluar las características estructurales de la vegetación en áreas bajo extracción forestal en diferentes periodos (Oliveira-Filho, Carvalho, Vilela, Curi & Fontes, 2004); con diferentes gradientes de disturbios y variables ambientales (Gillespie, Grijalva & Farris, 2000; Kennard, Gould, Putz, Fredericksen & Morales, 2002;

Anitha, Shijo, Ramasamy & Prasad, 2009). También se han analizado los BTS en diferentes estados sucesionales, con distintas variables edáficas y con historias de usos particulares (Kalacska, Sanchez-Azofeifa, Calvo-Alvarado, Quesada, Rivard & Janzen, 2004; Leiva, Mata, Rocha & Gutiérrez-Soto, 2009). En la región de Calakmul no hay estudios publicados que describan el efecto del manejo forestal sobre la composición florística, diversidad de especies y estructura de la vegetación secundaria leñosa con y sin manejo, derivada de BTS. Por ello, este trabajo pretende proporcionar una base sólida para determinar si el manejo forestal practicado en la zona, modifica la composición florística, diversidad de especies y estructura de la vegetación secundaria o por lo contrario, pueda ser una alternativa viable actualmente y a futuro, que combine la actividad productiva con la conservación de los recursos forestales.

El trabajo tiene dos objetivos: (1) caracterizar el manejo de vegetación secundaria en Calakmul y (2) comparar la composición florística, diversidad de especies y la estructura de especies arbóreas, en las parcelas con manejo, sin manejo y en bosques tropicales secos. Las hipótesis que se plantean son: a) La composición de especies será distinta en la vegetación secundaria con manejo apícola o forestal respecto a la vegetación secundaria sin manejo. El manejo favorecerá la presencia de especies melíferas (manejo apícola) y especies con aprovechamiento forestal (manejo forestal), debido a los aclareos selectivos que realizan los propietarios quienes solo permiten las especies que consideren de utilidad; b) la diversidad de especies será menor en áreas manejadas que en las no manejadas, debido a que se eliminan especies durante el aclareo para el aprovechamiento inmediato; c) la densidad de individuos será menor en áreas manejadas que en áreas sin manejo, por la extracción de árboles suprimidos; y d) el área basal de especies arbóreas será mayor en áreas manejadas que en áreas sin manejo, debido a la eliminación de árboles suprimidos que compiten por los nutrientes y luz, incrementando el crecimiento de los individuos remanentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: Este estudio se realizó en las comunidades Puebla de Morelia (PM - 18°31'22"N- 89°40'42"W) y Kilómetro Ciento Veinte (Km-120-18°31'13"N-89°41'51"W) pertenecientes al municipio de Calakmul, Campeche, México (INEGI, 2010). El clima en la zona es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con temperatura media anual de 24.4°C y una precipitación media anual de 1012mm (INEGI, 2012). Los suelos predominantes en esta área corresponden a: leptosoles (34.93%), vertisoles (33.75%), feozems (24.93%), gleysoles (4.44%) y fluvisoles (1.86%; INEGI, 2009).

La vegetación original del área de estudio corresponde a bosque tropical seco, el cual presenta un dosel que no rebasa los 15 m de altura y que del 50-75% de sus especies arbóreas pierden las hojas durante la época seca. Entre las especies reportadas se pueden mencionar a: *Amyris sylvatica*, *Bauhinia divaricata*, *Bourreria pulchra*, *Bursera simaruba*, *Caesalpinia mollis*, *Caesalpinia vesicaria*, *Guaiacum sanctum*, *Haematoxylum campechianum*, *Hampea trilobata*, *Lonchocarpus rugosus*, *Lonchocarpus yucatanensis*, *Maytenus schippi*, *Mimosa bahamensis*, *Piscidia piscipula*, *Thouinia paucidentata* y con asociaciones secundarias las especies *Lonchocarpus xuul*, *Lysiloma latisiliquium* y *Metopium brownei* (Martínez-Salas & Galindo-Leal, 2002; Palacio-Aponte, Noriega-Trejo & Zamora-Crescencio 2002).

Descripción del manejo: Se aplicaron 46 entrevistas semiestructuradas a pobladores de las dos comunidades para conocer la historia de uso de las parcelas y el tipo de manejo de la vegetación secundaria.

Diseño de muestreo: Con base en las entrevistas, se seleccionaron quince parcelas de vegetación secundaria de 15-19 años con las siguientes condiciones; cinco con manejo apícola (VSMA), cinco con manejo forestal (VSMF), cinco parcelas de vegetación secundaria sin manejo (VS), así como cinco parcelas de bosques tropicales secos (BTS, Fig. 1).

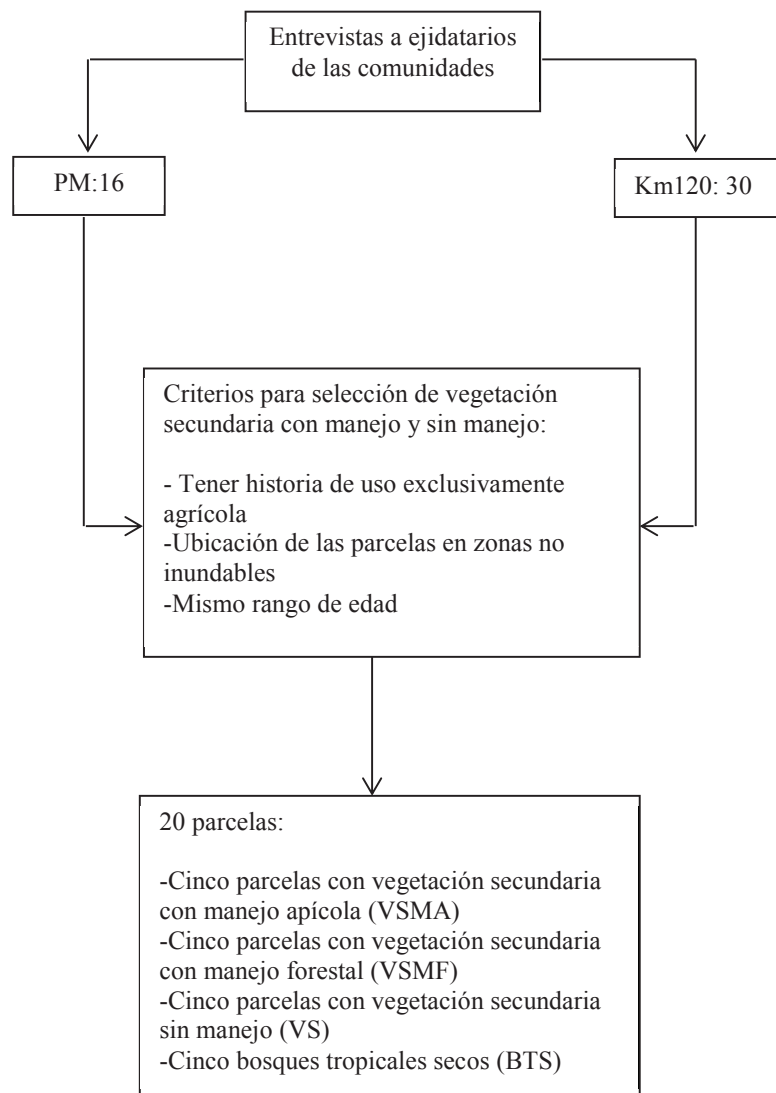


Fig. 1. Selección de los sitios de muestreos.

Fig. 1. Selection of sampling sites.

Composición florística, diversidad de especies y estructura de la vegetación arbórea: Se trazaron parcelas circulares de 1,000m², con un círculo interior de 400m². En los círculos de 400

m² se identificaron, etiquetaron, contaron y midieron los diámetro a la altura de pecho (DAP) de todas las especies leñosas de >1.30 m de altura y con DAP \geq 2.5 cm. En el círculo de 1,000m² se identificaron, etiquetaron, contaron y midieron DAP de todos los individuos con altura de \geq 1.30m y DAP \geq 10cm (adaptado de SARH, 1994; Bechtold & Scott, 2005; Programa Mexicano del Carbono, 2011).

La identificación de especies arbóreas se realizó con la ayuda de dos parataxónomos (Demetrio Álvarez Montejo y Manuel Arana), apoyados con el listado de Martínez, Sousa-Sánchez & Ramos-Álvarez (2001), corroborando la nomenclatura científica con la página del Missouri Botanical Garden (Tropicos, 2013) y The Plant List (Theplantlist, 2013). Se construyó el listado florístico con los datos de especie, género y familia botánica.

Para analizar la similitud florística entre las parcelas de las diferentes condiciones, se realizó un análisis de agrupamiento (dendrograma), utilizando el índice de similitud de Bray & Curtis (1957), y el método de agrupamiento de pares promedio sin ponderación (UPGMA) a partir de la matriz de similitud.

Se calculó la riqueza de especies (número de especies por unidad de muestreo) y se obtuvo la diversidad de especies (número de especies y la abundancia de cada una de las especies en la comunidad) en las cuatro condiciones de estudio, utilizando los índices de Shannon- Wiener, ($H' = -\sum p_i \ln p_i$; Magurran, 2004) y el número equivalente de especies ($D = \exp(-\sum p_i \ln p_i)$). El número equivalente de especies sirve para dar mayor robustez a los resultados de diversidad (Jost, 2006; Jost & González-Oreja, 2012).

La estructura de la vegetación se analizó a partir de la distribución de frecuencias de clases diamétricas en un histograma, distinguiendo cinco intervalos: \leq 5 cm, >5 cm a 10 cm, >10 cm a 20 cm, > 20 cm a 30 cm, >30 cm. Las distintas clases de diámetros fueron definidos con relación

a los valores de los datos de la muestra y la representación de las diferentes fases de crecimiento de los árboles.

Se calculó la densidad promedio por condición, como el número de individuos por unidad de área (ind/ha; Krebs, 1999) y el área basal promedio (m^2/ha), donde $AB = (\text{DAP}/2)^2 \pi$; DAP es el diámetro a la altura del pecho y $\pi = 3.1416$ (Brower, Zar & Von-Ende, 1997).

La importancia relativa de las especies por condición, (VIR) se calculó como la sumatoria de la abundancia relativa (número de individuos por especie/número total de individuos de todas las especies*100), la frecuencia relativa (frecuencia de una especie/suma de la frecuencia de todas las especies* 100), y área basal relativa (área basal de cada especie/área basal total de todas las especies*100; Mueller-Dombois & Elleberg, 2002).

Análisis estadísticos: Se realizó un análisis de similitud (ANOSIM), utilizando la distancia del índice de Bray Curtis (Clarke, 1993; Magurran, 2004), para examinar diferencias en la composición de especies entre las diferentes condiciones. Este análisis no paramétrico estima una medida absoluta de distancia entre los grupos (R), que toma valores entre 0 y 1, mientras más se acerca a cero mayor es la similitud entre las muestras. El nivel de significancia se calculó mediante la prueba de Bonferroni, que permite controlar el nivel de confianza simultáneo para un conjunto completo de intervalos de confianza, es decir el error de tipo I (Sokal & Rohlf, 2009). Para estimar la proporción que aporta cada especie a la diferencia entre condiciones, determinada por el porcentaje de disimilitud entre ellas, se empleó la subrutina SIMPER (Clarke, 1993). Estos análisis se realizaron con el programa PAST 2.17c (Hammer, Harper, & Ryan, 2001).

Se aplicó análisis de normalidad (Prueba de Levin) a las variables número de familias, riqueza de especies, tocones por condición, densidad y área basal. Se realizó un análisis de varianza unifactorial (ANOVA) para determinar si había diferencias significativas entre las diferentes condiciones (vegetación secundaria con manejo, sin manejo y bosques maduros) para las

variables que cumplieron los supuestos de la prueba (riqueza de especies, densidad y área basal). También se realizó un análisis de varianza multifactorial (ANOVA de dos vías), para evaluar si había alguna diferencia significativa entre las condiciones (vegetación secundaria con y sin manejo por clases diamétricas: <5 cm, ≥ 5-9.9 cm y ≥10 cm) para las variables (densidad y área basal).

Cuando se encontraron diferencias significativas se realizaron comparaciones múltiples con la prueba de Tukey, $\alpha = 0.05$ (Zar, 2010). En el caso del número de familias y tocones por condición, la comparación se realizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis, por no cumplir con los supuestos del ANOVA. Para estos análisis se empleó el programa Statistica 7.0. StatSoft. Inc.1984-2004.

Los valores del índice de Shannon se compararon con una prueba t de Student modificada por Hutcheson (1970), para probar diferencias significativas ($p < 0.05$) entre pares de condiciones (VSMA - VSMF, VSMA- VS, VSMA- BTS, VSMF – VS, VSMF – BTS y VS - BTS):

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{(\text{Var}H'_1 + \text{Var}H'_2)^{1/2}} \text{ y } gl = (\text{Var}H'_1 + \text{Var}H'_2)^2 / \left[\frac{(\text{Var}H'_1)^2}{N_1} + \frac{(\text{Var}H'_2)^2}{N_2} \right]$$

donde:

H'_1, H'_2 : índice de Shannon de la comunidad 1 y 2

$\text{Var} H'_1, H'_2$: varianza de la comunidad 1 y 2

gl: grados de libertad

$N_{1,2}$: número total de individuos de la comunidad 1 y 2

RESULTADOS

Descripción del manejo: Los 46 ejidatarios entrevistados describieron el manejo forestal dividido en cuatro etapas y dirigido al aprovechamiento forestal (VSMF) o apícola (VSMA). La primera etapa consiste en la selección de parcelas con vegetación secundaria en diferentes fases (4 a 25 años) para el manejo, esto depende de las condiciones en las cuales tienen sus parcelas.

Durante la segunda fase se realiza el aclareo o deshierbe, corte de ramas, arbustos, lianas, bejucos y eliminación de árboles suprimidos. En las entrevistas, los propietarios mencionaron que al realizar el aclareo dejan las especies de su interés para obtener a corto, mediano y largo plazo recursos del área manejada; sin eliminar especies de manera selectiva, sin embargo los resultados de diversidad en este trabajo demuestran que si hay una extracción selectiva de especies en la condición VSMA.

Por otro lado, comentaron que durante la fase de aclareo se cortaron pocos individuos y no se extrajeron recursos del área (ramas-rebrotos, árboles pequeños, torcidos o suprimidos), quedando todo en el sitio. Sin embargo, cuando se realizaron los muestreos, se observó que las parcelas con manejo forestal (VSMF) presentaban menos individuos que las parcelas de manejo apícola, VSMA. Esto concuerda con los resultados de los análisis estadísticos que demuestran que las densidades entre estas condiciones VSMA y VSMF fueron significativamente diferentes. Esto sugiere que hay una extracción selectiva por individuos en el caso del VSMF.

La tercera etapa consiste en el enriquecimiento o siembra de especies para su aprovechamiento comercial como *Pimenta dioica* (pimienta – 14 entrevistados), *Brosimum alicastrum* (ramón – 40 entrevistados), *Manilkara zapota* (zapote – 34 entrevistados), *Swietenia macropylla* (caoba – 5 entrevistados), y *Cedrela odorata* (cedro – 6 entrevistados). Los ejidatarios señalaron que las especies sembradas durante el enriquecimiento producirán un ingreso económico a mediano y

largo plazo, al aprovechar los frutos de la pimienta para condimentos, del ramón las hojas para forraje y sus frutos y semillas para harinas, del zapote el látex para elaborar goma de mascar natural y los frutos que son comestibles, y del cedro y la caoba madera para comercializar. Finalmente la cuarta fase consiste en el mantenimiento de vegetación secundaria (solo deshierbe). Por otro lado, al evaluar el número y el tamaño de los tocones presentes en las parcelas estudiadas, se observó que en todas las parcelas más del 80% tenían DAP mayores a los 10 cm (Cuadro 1). Los resultados de la prueba de Kruskal Wallis muestran que hubo diferencias significativas entre el número de tocones por clases diamétricas ($p=0.0059$), siendo la clase >10 cm la que presentó el mayor número de tocones que la clase ≤ 10 cm. Estos datos nos indican que los tocones presentes en los sitios estudiados no están asociados al aclareo, sino probablemente a la práctica de RTQ y a la extracción de algunas especies de árboles como *Manilkara zapota* y *Krugiodendron ferreum* para su aprovechamiento inmediato a la que fue sujeta en algún momento. Además estas especies presentaron DAP >10 cm y con el mayor número de individuos.

CUADRO 1
Abundancia de tocones por condición y clases diamétricas

TABLE 1
Abundance of stumps by diameter class and condition

Condición	≤ 10 cm	>10 cm
VSMA	4	38
VSMF	4	21
VS	2	12
BTS	0	3

Composición de especies: Se registraron 4 490 individuos en total, pertenecientes a 101 especies, 79 géneros y 35 familias. En la VSMA se encontraron 56 especies, 49 géneros y 27 familias, la VSMF con 65 especies, 55 géneros y 30 familias, la VS con 63 especies, 51 géneros y 27 familias y el BTS con 73 especies, 60 géneros y 33 familias (Anexo 1). El número de familias entre las parcelas de estudios por condiciones (VSMA, VSMF, VS y BTS) no mostraron diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $p=0.4677$). Las familias con mayor número de especies en las cuatro condiciones fueron Fabaceae (14), Euphorbiaceae (6), Polygonaceae (cinco), Boraginaceae, Rubiaceae y Rutaceae (cuatro), Myrtaceae, Salicaceae, Sapindaceae y Sapotaceae (tres), aportando en su conjunto más del 50% del total de especies registradas (Anexo 1).

Las especies más abundantes en las parcelas de estudio fueron *Lonchocarpus guatemalensis*, *Lonchocarpus yucatanensis*, *Esenbeckia berlandieri*, *Bursera simaruba*, *Pilocarpus racemosus* y *Drypetes lateriflora*.

Las VS y los BTS fueron las condiciones con mayor número de especies en común (87, 57.47%). Entre la vegetación secundaria manejada (VSMA y VSMF) se compartieron 76 (59.21%) especies en total, encontrando que *Sideroxylon salicifolium* se presentó solamente en estas condiciones. La VS compartió con VSMA 76 (56.57%) y con el VSMF 83(54.21%) especies. Con respecto al BTS, la VSMA y la VSMF comparten 84 (55.42%) y 91(51.64%) especies respectivamente.

Cuatro especies se presentaron únicamente en la VSMA (*Cordia dodecandra*, *Ehretia tinifolia*, *Licaria coriácea* y *Lonchocarpus rugosus*). En el caso de la VSMF las especies únicas fueron 10, siendo *Lysiloma latisiliquum* la más abundante (Anexo 1). Las especies *Casimiroa tetrameria*, *Lonchocarpus castilloi*, *Rhacoma gaumeri*, *Simira salvadorensis* y *Trophis racemosa* se encontraron únicamente en VS. Finalmente en el BTS se registraron 13 especies únicas entre las

que destacan como las más abundantes: *Parathesis cubana*, *Bernardia mexicana* y *Sideroxylon obtusifolium*.

El análisis de similitud permitió reconocer la formación incipiente de grupos (30% de similitud) asociados con las diferentes condiciones. El grupo “a” está conformado por el BTS2 y separado de los otros grupos. El grupo “b” se conforma por VSMF y VS. En el grupo “c” se encuentran los BTS y VS, agrupando al 80% de las parcelas de los BTS. El grupo “d” está conformado por todas las parcelas de VSMA, algunas parcelas de VSMF y VS (Fig. 2).

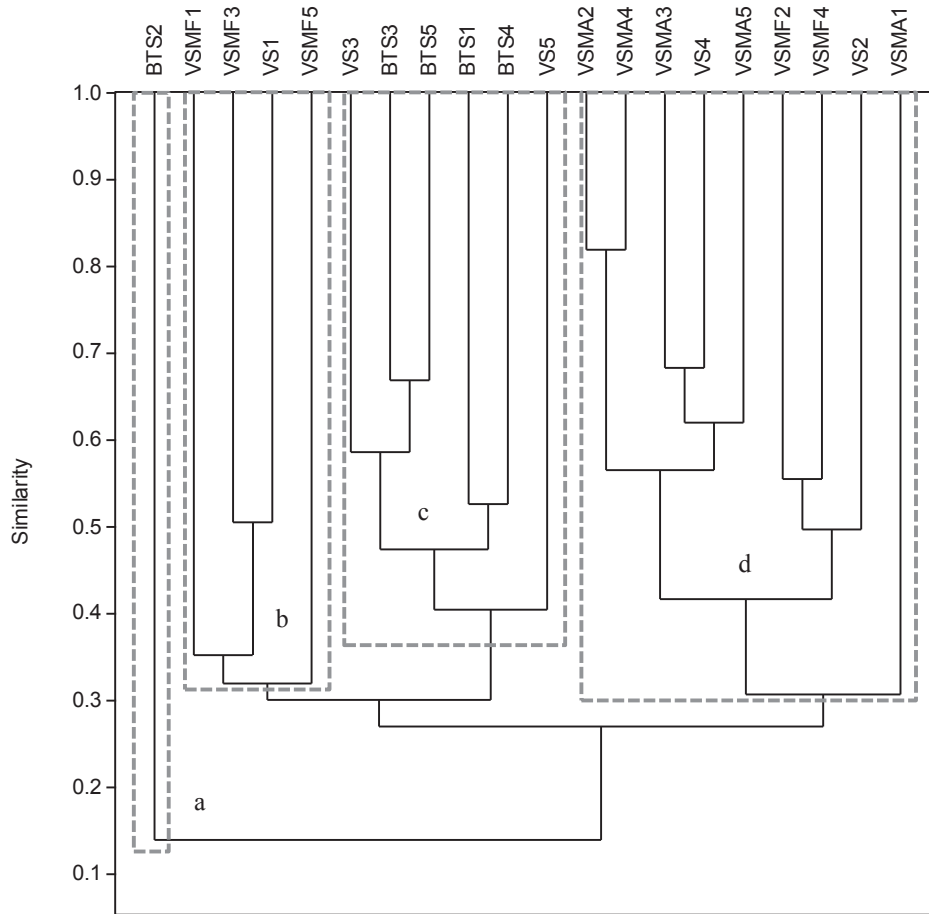


Fig. 2. Análisis de agrupamiento usando el coeficiente de Bray-Curtis entre las parcelas estudiadas de Puebla de Morelia y Kilómetro Ciento Veinte. Las letras a,b,c y d, dentro de los rectángulos grises con líneas discontinuas representan los cuatro grupos que se forman.

Fig. 2. Cluster analysis using the Bray-Curtis coefficient between the plots studied of Puebla de Morelia and Kilómetro Ciento Veinte. The letters a, b, c and d, in gray rectangles with dashed lines represent the four groups formed.

El ANOSIM mostró que la composición de especies entre las condiciones fue estadísticamente diferente ($R=0.3657$, $p=0.0005$). Las diferencias se encontraron entre VSMA y BTS ($R=0.812$, $p=0.0426$), y VSMF y BTS ($R=0.504$, $p=0.048$). Mientras que VS no presentó diferencias significativas respecto al resto de las condiciones VSMA, VSMF y BTS. El análisis SIMPER permitió identificar que las condiciones VSMA-BTS, presentaron una disimilitud promedio del 81.46% y para las condiciones VSMF-BTS la disimilitud promedio fue del 71.75%. Las especies que contribuyeron a estas diferencias se presentan en el Cuadro 2.

CUADRO 2

Especies que contribuyen con los mayores porcentajes a la disimilitud encontradas en VSMA-BTS y VSMF-BTS. Con los promedios de disimilitud (Pd), porcentaje de contribución (% Cont) y el porcentaje de contribución acumulado (%Cont A)

TABLE 2

Species contributing percentages greater than the dissimilarity found in VSMA-BTS and VSMF-BTS. With the average dissimilarity (As), percentage contribution (% Cont) and the percentage cumulative contribution (% Cont C).

VSMA-BTS			
Especie	Pd	% Cont	%Cont A
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	21.1	25.9	25.9
<i>Pilocarpus racemosus</i>	7.97	9.79	35.68
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	6.16	7.56	43.25
<i>Nectandra salicifolia</i>	5.42	6.65	49.9
<i>Drypetes lateriflora</i>	3.76	4.61	54.51
VSMF-BTS			
Especie	Pd	% Cont	% Cont A
<i>Pilocarpus racemosus</i>	9.66	13.47	13.47
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	5.71	7.96	21.42
<i>Drypetes lateriflora</i>	4.55	6.34	27.76
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	4.37	6.09	33.85
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	3.70	5.15	39.00
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	3.38	4.70	43.70
<i>Bursera simaruba</i>	2.48	3.46	47.17
<i>Amyris elemifera</i>	2.34	3.27	50.43

Diversidad de especies: El ANOVA muestra que la riqueza de especies entre las condiciones no mostró diferencias significativas ($p=0.2762$). La prueba t de Student con una $p<0.05$, determinó que hay diferencias significativas entre la diversidad de especies de la VSMA con respecto a las condiciones VSMF ($t=-11.777$, $g.l.=2015.9$), VS ($t=-12.934$, $g.l.=2252.7$) y BTS ($t=-14.166$, $g.l.=2331.9$). Por otro lado, la diversidad de especies medida con el número equivalente de especies en la VSMA fue menor al 50% respecto de VSMF, VS y BTS (Cuadro 3).

CUADRO 3

Diversidad de especies calculadas con el índice de Shannon-Wiener y el número equivalentes de especies

TABLE 3

Species diversity calculated using the Shannon-Wiener index and the equivalent number of species

Condiciones	Shannon-Wiener, H'	Número equivalente de especies, D
VSMA	2.36	10.59
VSMF	3.13	22.82
VS	3.13	22.87
BTS	3.22	25.00

Estructura: Las distribuciones del número de individuos por clases diamétricas tuvieron en general un comportamiento semejante al de una J invertida. Las distribuciones de las clases diamétricas en las dos primeras clases (≤ 5 y $>5-10$ cm) fueron en todas las condiciones las más abundantes, con 86.73 % de individuos. La tercera clase diamétrica ($>10-20$ cm) presentó el 11.41 % de individuos, siendo el BTS y VSMF las condiciones que sobresalen con el mayor y menor número de individuos respectivamente. La cuarta clase diamétrica (20-30 cm) estuvo representada con el 1.55 % de individuos, en el que el BTS y la VS presentaron los valores más altos de individuos. La última clase diamétrica (>30 cm) presentó la menor cantidad de

individuos (0.3 %) de todas las clases, y el BTS seguido de la VSMF concentraron el mayor número de individuos en esta categoría (Fig. 3).

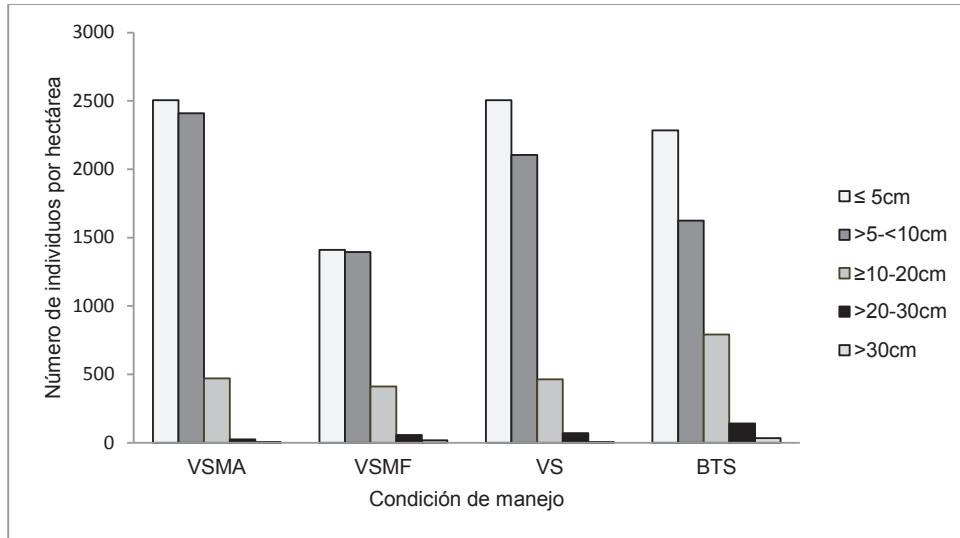


Fig. 3. Distribución de individuos por clases diamétricas en cuatro condiciones.

Fig. 3. Distribution of individuals per diameter classes in four conditions.

Densidad y área basal promedio entre las cuatro condiciones: De acuerdo con los resultados del ANOVA, al comparar la densidad promedio entre las cuatro condiciones estudiadas, se observó una diferencia significativa entre ellas ($p=0.027$).

Las diferencias se presentaron entre las condiciones VSMA y VSMF (Tukey; $p= 0.029$). La VSMA presentó una densidad promedio de individuos significativamente mayor (5413 ± 770.26 ind/ha) que las VSMF (3289 ± 1183.60 ind/ha). Al aplicar el ANOVA, el área basal promedio entre las cuatro condiciones mostró diferencias significativas ($p=0.0004$). Siendo la condición BTS la que presentó un área basal promedio significativamente mayor que el resto de las condiciones VSMA (Tukey; $p=0.0007$), VSMF (Tukey; $p=0.001$) y VS (Tukey; $p=0.003$) (Cuadro 4).

CUADRO 4

Densidad y área basal promedio en las cuatro condiciones de estudio. Diferentes letras muestran diferencias significativas en las cuatro condiciones estudiadas ($\alpha = 0.05$).

TABLE 4

Mean density and basal area in the four studied conditions. Different letters show significant differences in the four studied conditions ($\alpha = 0.05$).

Condición	\bar{X} de la densidad (ind/ha)	\bar{X} del área basal (m ² / ha)
VSMA	5413±770.26 ^a	12.67±4.71 ^a
VSMF	3289±1183.60 ^b	13.47±2.50 ^a
VS	5148±1162.07 ^{a,b}	14.82±5.25 ^a
BTS	4874± 1107.45 ^{a,b}	24.89±1.56 ^b

Densidad y área basal por clases diamétricas: Considerando que se espera que el mayor efecto del manejo en la estructura se observe en individuos pequeños (<5 cm), ya que el manejo tiene poco tiempo de estarse realizando, se comparó la densidad y área basal entre las categorías diamétricas (<5 cm, $\geq 5-9.9$ cm y ≥ 10 cm), en las parcelas estudiadas de las condiciones VSMA, VSMF y VS.

Los resultados del ANOVA de dos vías indican que el efecto de la condición y clases diamétricas fue significativo sobre la densidad de individuos (Cuadro 5). La prueba de Tukey muestra que esas diferencias se encontraron en las condiciones VSMA y VS de las clases diamétricas 1 y 2, al presentar mayor densidad de individuos que las condiciones VSMA, VSMF y VS de la clase diamétrica 3 (Cuadro 6 y Fig. 4).

CUADRO 5

ANOVA de dos vías para probar el efecto de la condición y clases diamétricas sobre la densidad de individuos.

TABLE 5

Two-way ANOVA to test the effect of the condition and diameter classes on the density of individuals.

	MS	df	F	P
Condición	2.23E+06	2	7.311	0.002164
Clases diamétricas	1.21E+07	2	39.61	8.06E-10
Condición x clases diamétricas	5.63E+05	4	1.843	0.1419

MS=cuadrado medio, df=grados de libertad, F= Fisher, p=probabilidad

CUADRO 6

Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para las condiciones y clases diamétricas que resultaron significativas.

TABLE 6

Tukey test ($\alpha = 0.05$) for the conditions and diameter classes that were significant.

Condiciones y clases diamétricas*	VSMA-1	VSMA-2	VS-1	VS-2
VSMA-3	0.0001	0.0002	0.0001	0.0016
VSMF-3	0.0001	0.0002	0.0001	0.0014
VS-3	0.0001	0.0002	0.0001	0.0022

*Clases diamétricas, 1= <5 cm, 2= \geq 5-9.9 cm, 3= \geq 10 cm

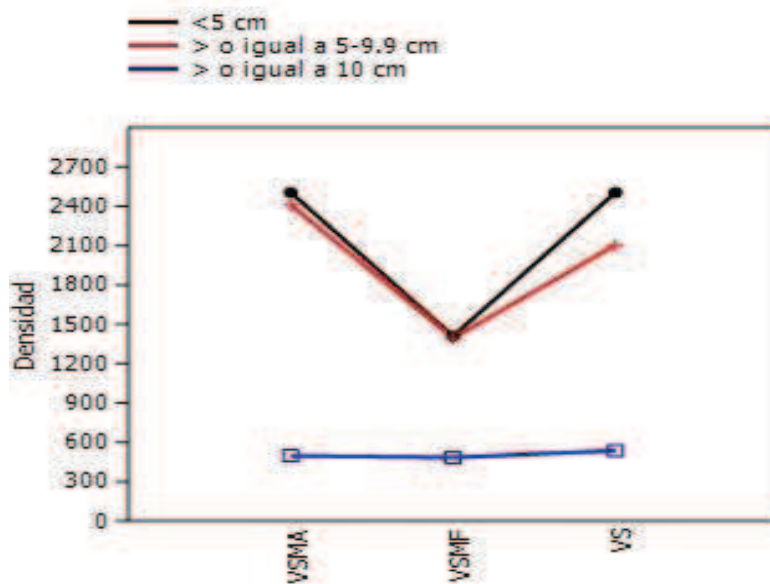


Fig. 4. Densidad por condición y clases diamétricas

Fig. 4. Condition density and diameter classes

Para el área basal, se observó que hay diferencias significativas entre las clases diamétricas (Cuadro 7). La prueba de Tukey muestra que el área basal de la categoría diamétrica 3 (> 10 cm) es significativamente mayor que las categorías 1 y 2 en el caso de VSMF y VS, mientras que en el caso de VSMA solo es significativamente mayor que la categoría 1. (Cuadro 8 y Fig. 5).

CUADRO 7

Resultados de la ANOVA de dos vías para probar el efecto de la condición y clases diamétricas sobre el área basal.

TABLE 7

Two-way ANOVA to test the effect of the condition and diameter classes on basal area

	MS	df	F	P
Condición	1.9702	2	0.2266	0.7983
Clases diamétricas	289.5	2	33.3	6.49E-09
Condición x clases diamétricas	6.92177	4	0.7962	0.5355

CUADRO 8

Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para las clases diamétricas que resultaron significativas.

TABLE 8

Tukey test ($\alpha = 0.05$) for diameter classes that are significant.

Condiciones y clases diamétricas*	VSMA-3	VSMF-3	VS-3
VSMA-1	0.0335	0.0006	0.0072
VSMA-2	-	0.0296	0.0342
VSMF-1	0.0165	0.0003	0.0003
VSMF-2	-	0.0035	0.0041
VS-1	0.0301	0.0005	0.0006
VS-2	-	0.0157	0.0182

*Clases diamétricas, 1= <5 cm, 2= $\geq 5-9.9$ cm, 3= ≥ 10 cm

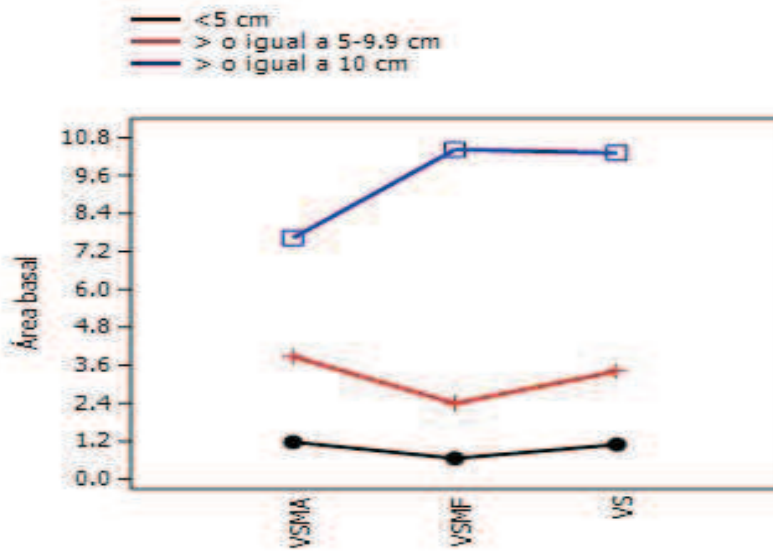


Fig. 5. Área basal por condición y clases diamétricas.

Fig. 5 n. Basal area by condition and diameter classes.

De las 10 especies con mayor VIR, VSMA y VSMF compartieron seis especies, VSMA y VS (seis), VSMA y BTS (cinco), VSMF y VS(seis), VSMF y BTS (cuatro), y en la VS y BTS (siete). En VSMA la especie con mayor VIR fue *Lonchocarpus guatemalensis*, en VSMF *Bursera simaruba*, en VS y en BTS *Lonchocarpus yucatanensis* (Anexo 2). De las 10 especies con mayor VIR, se compartieron en todas las condiciones *Bursera simaruba*, *Esenbeckia berlandieri*, *Lonchocarpus yucatanensis* y *Thouinia paucidentata* (Anexo 2).

DISCUSIÓN

El manejo forestal que se realiza en las comunidades estudiadas emplea cuatro fases y está enfocado al aprovechamiento apícola y forestal de vegetación secundaria derivada de la transformación de BTS en parcelas agrícolas; en las cuales se aplica extracción selectiva y enriquecimiento con especies. De acuerdo con el manejo tradicional, las áreas de vegetación secundaria sin manejo, en algún momento volverían a incorporarse al ciclo de la agricultura tradicional; mientras que el manejo estudiado en las parcelas de VSMA y VSMF tiene como fin obtener recursos maderables y no maderables, por lo que se establecerán como áreas forestales permanentes en uso. La estrategia de manejo de vegetación secundaria estudiada permitirá disminuir la presión sobre los bosques maduros, ya que la provisión de productos maderables y no maderables se focalizará en la vegetación secundaria, el uso doméstico y la venta de los productos derivados del manejo generaría un ingreso a la economía familiar de los ejidatarios.

Las familias de plantas, con mayor número de especies en este estudio coinciden con las 10 familias más frecuentes y con mayor número de especies reportadas para la Península de Yucatán (Carnevali-Fernández Concha, Tapia-Muñoz, Duno de Stefano, & Ramírez-Morillo, 2010). También concuerdan con las reportadas en otros estudios de BTS y vegetación secundaria del neotrópico (Romero-Duque, Jaramillo, & Pérez-Jiménez, 2007; Gutiérrez-Báez, Ortiz-Díaz, Flores-Guido, & Zamora-Crescencio, 2012), en BTS sujetos a algún tipo corta selectiva (Rendón-Carmona, Martínez-Yrizar, & Pérez-Salicrup, 2009) y en su vegetación secundaria (Zamora-Crescencio et al., 2011).

Las especies identificadas en el estudio tienen usos melíferos y forestales (Anexo 1), independientemente de la condición en la cual se encontraron. Que las condiciones estudiadas de vegetación secundaria (VSMA, VSMF, VS) compartan más del 50% de especies, se explica en

parte porque las áreas para aprovechamiento apícola y forestal forman parte de un mosaico heterogéneo donde las diferentes condiciones estudiadas se entremezclan permitiendo el intercambio de germoplasma, y por la presencia de tocones con rebrotes que aporta elementos maduros que homogenizan la composición (Martínez-Ramos & García-Orth, 2007).

Por otro lado, en el dendrograma se observó que todas las condiciones son muy heterogéneas, presentando una baja similitud entre sí (30 %). Este comportamiento se debe probablemente a distintos factores, por ejemplo, la posición topográfica de la parcela de muestreo BTS2 que conforma al grupo “a” la hizo ser diferente en composición que las demás unidades de BTS, porque está ubicada en una loma, mientras las demás parcelas se ubicaron en planicies. Lo anterior puede sumarse a factores de manejo. Por ejemplo, para el grupo “b” (parcelas de VSMF y VS) y el grupo “d” (parcelas de VSMA, unas de VSMF y VS), la variación puede estar reflejando las decisiones que toma cada propietario en cuanto a que especies dejan o eliminan al realizar el aclareo, aun cuando tengan el mismo objetivo. Por último, el contexto del entorno puede agregar efectos distintivos en la comunidad que surge en la vegetación arbórea subsecuente a la tala del bosque, esto puede ser la causa de que el grupo “c” (mayoría de BTS y unas parcelas de VS), la vegetación secundaria sin manejo, al estar cercanas a los bosques maduros, recibe semillas de los bosques en mayor medida que aquellas VS alejadas de fragmentos conservados de bosque (Guariguata y Ostertag 2002).

Mientras que las diferencias en la composición de especies entre VSMA, VSMF y BTS puede atribuirse a especies características en una edad o etapa sucesional (Liebsch, Goldenberg, & Mendes-Marques, 2007), o probablemente al manejo que están realizando los propietarios de las parcelas. Las especies que aportaron el porcentaje más alto de disimilitud entre la vegetación secundaria manejada y el BTS en este estudio, son reportadas como especies indicadoras de áreas donde hay influencia antropogénica o de bosques maduros, respectivamente; además de tener un

uso frecuente como especies melíferas o forestales (Martínez & Galindo-Leal, 2002; Arellano-Rodríguez, et al., 2003; Herbario CICY, 2010).

Según investigaciones previas sobre el tema, los disturbios antropogénicos, como el aclareo, reducen la riqueza y diversidad de especies (Brown & Gurevitch, 2004; Kumar & Shahabuddin, 2005, Clark & Covey, 2012). En este trabajo, por el contrario, la riqueza de especies no presentó diferencias significativas entre vegetación manejada y sin manejo por efecto del aclareo. Probablemente por la cercanía entre las diferentes condiciones lo que favorece el intercambio de germoplasma y por tanto la homogeneidad de especies entre condiciones (Martínez-Ramos & García-Orth, 2007).

La diversidad de especies en VSMA disminuyó con respecto a las demás condiciones (VSMF, VS BTS), coincidiendo con lo reportado en un BTS que fue sujeto a extracción selectiva en diferentes ciclos de corta (Rendón-Carmona et al., 2009). La disminución de la diversidad en la VSMA probablemente se deba a una extracción selectiva de especies que no son útiles para la producción de miel para favorecer la presencia de especies que incrementan la producción de miel.

El compartimiento semejante a una “J invertida” en las distribuciones de clases diamétricas, indica que la vegetación mantiene procesos de recambio natural. Estos recambios garantizan el reemplazo de árboles que son eliminados por diversas causas (García-Licona, Esparza-Olguín, & Martínez-Romero, 2014), en el caso particular de este trabajo durante el manejo.

Que la densidad promedio de los individuos de VSMA y VSMF no fuera significativamente menor respecto a la VS, puede asociarse a que la extracción de individuos durante el aclareo fue baja en ambas condiciones. Mientras que la diferencia entre VSMA y VSMF puede asociarse a que en el VSMF se extrajeron más individuos, al tratar de eliminar competencia y permitir el paso de luz para que las especies de interés se desarrollen más rápidamente para su

aprovechamiento a mediano y largo plazo (Hutchinson, 1993; Guariguata, 1999), o por el tipo de aprovechamiento inmediato que le dan a los recursos forestales (producción de leña, palancas, cercos vivos, etc.).

El que las áreas basales promedio de VSMA, VSMF y VS no presentaran diferencias significativas, puede deberse a que no ha transcurrido suficiente tiempo para que el manejo forestal, permita observar un crecimiento notable en los diámetros de los individuos. Como se esperaba los BTS presentaron valores de área basal mayor que la vegetación secundaria manejada y no manejada (Lebrija-Trejos, Bongers, Pérez-García, & Meave, 2008; Lebrija-Trejos, Meave, Poorter, Pérez-García, & Bongers, 2010; Aryal, de Jong, Ochoa-Gaona, Esparza-Olguín, & Mendoza-Vega, 2014). Es de esperar que a mediano plazo los diámetros se incrementen en las VSMA y VSMF acercándose a la condición de los BTS.

Para el caso de la densidad por clases diamétricas por condición, se observó que las clases 1 y 2 para la VSMF fueron menor, aunque no significativamente al compararlas con la VSMA y VS. Esta tendencia se esperaba para la condición VSMF, debido al interés de los ejidatarios de eliminar árboles de DAP pequeños y torcidos, lo que permitirá el crecimiento de los árboles más grandes para su aprovechamiento en el futuro. Para el caso de VSMA y VS, se encontró que las clases 1 y 2 fueron la que presentaron significativamente más individuos que la clase 3, probablemente porque en la VSMA el interés es dejar árboles que florezcan, no importando el grosor o la condición del árbol.

Por otro lado, en el área basal por clases diamétricas, las clases 1 y 2 presentaron individuos con áreas basales menores en comparación con la clase 3, independientemente de la condición en la que se encontraban. Estos datos se relacionan con lo encontrado con la densidad de individuos por clases diamétricas, ya que al tener muchos árboles pequeños, estos poco aportan al área basal lo que se ve reflejado en los resultados de este estudio.

Las especies con los valores más altos de VIR en este trabajo, han sido reportadas como algunas de las que presentan mayor VIR en bosque tropical seco y su vegetación secundaria en la Península de Yucatán (White & Hood, 2004; Palmer-Dickson, 2009; Schmook, 2010; Zamora-Crescencio et al., 2011). La dominancia de estas especies podría deberse al uso que se les da en el presente, por ejemplo *L. guatemalensis* es una especie con alto uso melífero (VIR mayor en VSMA), mientras *B. simaruba* es usada para cerco vivo, forraje para ganado, madera para palillo, (dominante en VSMF).

Al evaluar el impacto del manejo forestal dirigido en las áreas de VSMA y VSMF, se concluye que las decisiones del productor aunque probablemente modifican la composición de especies entre unidades, incluso del mismo tipo; no impiden que la riqueza se conserve en los sitios de estudio. Sin embargo, la disminución en la diversidad en el caso de la VSMA, de la densidad de individuos en VSMF respecto de la VSMA y del área basal por clases diamétricas, sugieren que es importante mantener el monitoreo de las áreas manejadas para asegurar su uso actual y en el futuro, y en su caso promover estrategias que permitan manejar y conservar los recursos forestales de éstas a largo plazo.

Resumen:

El bosque tropical seco (BTS) de la Península de Yucatán ha sido manejado por siglos, pero la relación del efecto del manejo sobre la diversidad de árboles no ha sido completamente entendida. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del manejo forestal (aclareos, aprovechamiento y enriquecimiento de especies) en vegetación secundaria derivada de bosques tropicales secos, en dos comunidades en Calakmul, Campeche, Sureste de México. Se analizaron cambios en la composición, riqueza de especies, diversidad de especies y estructura en vegetación secundaria sujetas a los siguientes tipos de manejo: 1) vegetación secundaria con

manejo apícola (VSMA), 2) vegetación secundaria con manejo forestal (VSMF), 3) vegetación secundaria sin manejo (VS) y bosque tropical seco (BTS). La composición de especies fue similar entre vegetación secundaria manejada y no manejada. Entre vegetación secundaria manejada y el BTS hubo diferencias en la composición de especies. La riqueza de especies no mostró diferencias significativas entre las condiciones. La diversidad de especies en los VSMA fue más baja que en los VSMF, VS y BTS. La VSMA presentó mayor densidad promedio de individuos (5413 ± 770.26 ind/ha) que el VSMF (3289 ± 1183.60 ind/ha), y el BTS presentó la mayor área basal promedio (24.89 ± 1.56 m²/ha) con respecto a las demás condiciones. Se concluye que el manejo que se realiza en el área de estudio permite la conservación de los recursos forestales, pero es importante mantener el monitoreo de las áreas manejadas para asegurar su uso actual y en el futuro, y en su caso promover estrategias que permitan manejar y conservar los recursos forestales de éstas a largo plazo.

Palabras claves: manejo apícola, manejo forestal, bosque seco, estructura, composición florística

Agradecimientos

Los autores agradecen a Demetrio Álvarez y Manuel Arana por su apoyo en la identificación de las especies en campo y a los propietarios de las parcelas: Alcides Pérez, Reyna Pérez, Zacarías Pérez, Pablo Gómez, José Luis Ramos, Macario Hernández, Taurino Durán, Florencio Castillo, Elvia Olán, Ezequías Arcos, Joaquín Torres, Filemón Pérez, quienes nos permitieron el acceso. El Proyecto Monitoreo Adaptativo de la Reserva de la Biosfera de Calakmul (FMCN) MAREBICA, que financió el trabajo de campo. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología que otorgó la beca número 270023 a la primera autora. El Colegio de la Frontera Sur porque otorgó un apoyo económico e infraestructura para llevar a cabo esta investigación.

REFERENCIAS

- Anitha, K., Shijo, J., Ramasamy, E. V., & Prasad, S. N. (2009). Changes in structural attributes of plant communities along disturbance gradients in a dry deciduous forest of Western Ghats, India. *Environmental Monitoring Assessment*, 155, 393–405.
- Arellano-Rodríguez, J. A., Flores-Guido, J. S., Tun-Garrido, J., & Cruz-Bojórquez, M. M. (2003). *Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán*. México: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Aryal, D. R., de Jong, B. H.J., Ochoa-Gaona, S., Esparza-Olguín, L., & Mendoza-Vega, J. (2014). Carbon stocks and changes in tropical secondary forests of southern Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 195, 220 – 230.
- Bechtold, W.A. & Scott, C.T. (2005). The forest inventory and analysis plot design. In: W. A. Bechtold & P.L. Patterson (Eds.), *The Enhanced Forest Inventory and Analysis Program-National Sampling Design and Estimation Procedures* (pp. 27-42). Recuperado de http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/gtr/gtr_srs080/gtr_srs080
- Beckerman, S. (1987). Swidden in Amazonia and the Amazon rim. In B. L. Turner & S. B. Brush (Eds.), *Comparative Farming Systems* (pp.55-94). Nueva York: Guilford Press.
- Bray, J.R., & Curtis, J.T. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27, 326–349.
- Brower, J. E., Zar, J. H., & Von-Ende, C. N. (1997). *Field and laboratory methods for general ecology*. Boston, Estados Unidos de América: WCB-McGraw-Hill.
- Brown, K., & Gurevitch, J. (2004). Long-term impacts of logging on forest diversity in Madagascar. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(16), 6045– 6049.
- Carnevali-Fernández Concha, G, Tapia-Muñoz, J.L., Duno de Stefano, R., & Ramírez-Morillo, I. M. (Eds.). (2010). *Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico*. México: Editorial Centro de Investigación Científica de Yucatán.
- Challenger, A. & Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. In J. Sarukhán (Coord. gral.), *Capital natural de México, Vol. 1* (pp. 87-108). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Clarke, K.R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal Ecology*, 18, 117-143.

- Clark, J. A., & Covey, K. R. (2012). Tree species richness and the logging of natural forests: A meta-analysis. *Forest Ecology and Management*, 276, 146–153.
- Escalante-Rebolledo, S. (2000). Flora del jardín botánico. In O. Sánchez-Sánchez & G. Islebe (Eds.), *El jardín botánico Dr. Alfredo Barrera Marín: fundamentos y estudio particulares* (pp. 27-47). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y el Colegio de la Frontera Sur.
- Fujii, S., Kubota, Y., & Enoki, T. (2009). Resilience of stand structure and tree species diversity in subtropical forest degraded by clear logging. *Journal of Forest Research*, 14, 373–387.
- Ganzhorn, J.U., Ganzhorn, A.W., Abraham, J. P., Andriamanarivo, L., & Ramananjatovo, A. (1990). The impact of selective logging on forest structure and tenrec populations in western Madagascar. *Oecologia*, 84, 126-133.
- García-Licona, J. B., Esparza-Olguín, L. G., & Martínez-Romero, E. (2014). Estructura y composición de la vegetación leñosa de selvas en diferentes estadios sucesionales en el ejido el Carmen II, Calakmul, México. *Polibotánica*, 38, 1-26.
- Gillespie, T. W., Grijalva, A., & Farris, C. N. (2000). Diversity, composition, and structure of tropical dry forests in Central America. *Plant Ecology*, 147, 37-47.
- Guariguata, M. R. (1999). Early response of selected tree species to liberation thinning in a young secondary forest in Northeastern Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 124, 255-261.
- Guariguata, M.R. & Ostertag, R. (2002). Sucesión secundaria. In: M.R. Guariguata; G.H. Kattan (Eds.), *Biología y conservación de bosques neotropicales* (pp. 591 – 624). Costa Rica: Libro Universitario Regional.
- Gutiérrez-Báez, C., Ortiz-Díaz, J. J., Flores-Guido, J. S. & Zamora-Crescencio, P. (2012). Diversidad, estructura y composición de las especies leñosas de la selva mediana subcaducifolia del punto de unión territorial (Put) de Yucatán, México. *Polibotánica*, 33, 151-174.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., & Ryan, P. D. (2001). *PAST 2.17c: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis*. Recuperado de <http://nhm2.uio.no/norlex/past/download.html>
- Herbario Centro de Investigación Científica de Yucatán (Herbario CICY). (2010). *Flora Digital: Península de Yucatán*. Recuperado de <http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/>

- Hutcheson, K. (1970). A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology*, 29, 151-154.
- Hutchinson, I. (1993). Silvicultura y manejo en un bosque secundario tropical: caso Pérez Zeledón, Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana*, 2, 13-18.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Recuperado de http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/estados/persc_estd/camp/Pers-cam.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Recuperado de inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx?c=27329&s=est.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2012). *La apicultura en la Península de Yucatán. Censo agropecuario 2007*. Recuperado de http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/agropecuario/2007/agricola/peni_yuc_apicola/ApicYucatan.pdf
- International Union of Forestry Research Organizations (IUFRO). (2005). *Definitions for Scientific Summaries*. Recuperado de <http://www.iufro.org/science/special/silvavoc/definitions-scic-summaries>
- Jiménez-Osornio, J.J., Durán-García, R., Dupuy-Rada, J. M., & González-Iturbe, J.A. (2010). Uso del suelo y vegetación secundaria en el Estado de Yucatán. In R. Durán & M. Méndez (Eds.), *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán* (pp. 460-464). México: CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
- Jost, L. (2006). Entropy and Diversity. *OIKOS*, 113(2), 363-375.
- Jost, L., & González-Oreja, J. A. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta zoológica lilloana* 56(1-2), 3-14.
- Kalacska, M., Sanchez-Azofeifa, G. A., Calvo-Alvarado, J. C., Quesada, M., Rivard, B., & Janzen D. H. (2004). Species composition, similarity and diversity in three successional stages of a seasonally dry tropical forest. *Forest Ecology and Management*, 200, 227-247.
- Kennard, D.K., Gould, K., Putz, F.E., Fredericksen, T.S., & Morales, F. (2002). Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. *Forest Ecology and Management*, 162, 197-208.

- Krebs, C.J. (1999). *Ecological Methodology* (2^a edition). Estados Unidos de América: Addison-Wesley Educational Publishers.
- Kumar, R., & Shahabuddin, G. (2005). Effects of biomass extraction on vegetation structure, diversity and composition of forests in Sariska Tiger Reserve, India. *Environmental Conservation*, 32(3), 248–259.
- Lawrence, D. (2004). Erosion of tree diversity during 200 years of shifting cultivation in Bornean rainforest. *Ecological Applications*, 14, 1855-1869.
- Lawrence, D., D'Odorico, P., Diekmann, L., DeLonge, M., Das, R., & Eaton, J. (2007). Ecological feedbacks following deforestation create the potential for a catastrophic ecosystem shift in tropical dry forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(52), 20696-20701.
- Lebrija-Trejos, E., Bongers, F., Pérez-García, E. A., & Meave, J. A. (2008). Successional Change and Resilience of a Very Dry Tropical Deciduous Forest Following Shifting Agriculture. *Biotropica*, 40(4), 422-431.
- Lebrija-Trejos, E., Meave, J. A., Poorter, L., Pérez-García, E., & Bongers, F. (2010). Pathways, mechanisms and predictability of vegetation change during tropical dry forest succession. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 12, 267–275.
- Leiva, J. A., Mata, R., Rocha, O. J., & Gutiérrez-Soto, M. V. (2009). Cronología de la regeneración del bosque tropical seco en Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica. I. Características edáficas. *Revista de Biología Tropical*, 57(3), 817-836.
- Levy-Tacher, S. I., & Aguirre-Rivera, J. R. (2000). El aprovechamiento agrícola intensivo de los Hubchés (acahuales o comunidades secundarias) de Yucatán. *Revista Geográfica*, 128, 79-103.
- Liebsch, D., Goldenberg, R., & Mendes-Marques, M. C. (2007). Florística e estrutura de comunidades vegetais em uma cronosequência de Floresta Atlântica no Estado do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 21,983–992.
- Maass, J.M. (1995). Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture. In S. Bullock, H. A. Mooney, & E. Medina (Eds.), *Seasonally Dry Tropical Forests* (pp. 399–422). Gran Bretaña: Cambridge University Press.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford, Inglaterra: Blackwell Publishing.

- Martínez-Ramos, M., & García-Orth, X. (2007). Sucesión Ecológica y Restauración de las Selvas Húmedas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 80, 69-84.
- Martínez-Salas, E., Sousa, M., & Ramos-Álvarez, C. H. (2001). *Listados florísticos de México. XXII. Región de Calakmul, Campeche* (1ª. Edición). México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez-Salas, E., & Galindo-Leal, C. (2002). La vegetación de Calakmul, Campeche, México: Clasificación, Descripción y Distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 71, 10-19.
- Miranda, F. & Hernández-X. E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, 29-179.
- Mueller-Dombois, D., & Ellemberg, H. (2002). *Aims and methods of vegetation ecology*. Estados Unidos de América: The Blackburn Press.
- Murphy, P. G., & Lugo, A. E. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17, 67–88.
- Navarro-Martínez, M. A., Schmook, B., & Martínez-Castillo, J. (2000). Manejo tradicional de hubches en una comunidad maya de Quintana Roo. *Foresta Veracruzana*, 2(1), 19-30.
- Ochoa-Gaona, S., Hernández-Vázquez, F., de Jong B.H.J., & Gurri-García, F. (2007). Pérdida de diversidad florística ante un gradiente de intensificación del sistema agrícola de roza-tumba-quema: un estudio de caso en la selva Lacandona, Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 81, 65-80.
- Oliveira-Filho, A.T., Carvalho, D. A., Vilela, E. A., Curi, N., & Fontes, M. A. L. (2004). Diversity and structure of the tree community of a fragment of tropical secondary forest of the Brazilian Atlantic Forest domain 15 and 40 years after logging. *Revista Brasileira de Botânica*, 27(4), 685-701.
- Palacio Aponte, A.G., Noriega Trejo, R., & Zamora Crescencio, P. (2002). Caracterización físico-geográfica del paisaje conocido como «bajos inundables». El caso del Área Natural Protegida Balamkín, Campeche. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 49, 57-73.
- Palmer-Dickson, R. (2009). Dry tropical forests recovery following smallholder cultivation in southern Yucatán. Rebeca. In R. Palmer-Dickson (autor), *Secondary Diversity:*

- Ecological and spectral dimensions of secondary succession following smallholder cultivation in the southern Yucatán.* Clark University, Worcester, Massachusetts.
- Porter-Bolland, L. (2003). La apicultura y el paisaje maya. Estudio sobre la fenología de floración de las especies melíferas y su relación con el ciclo apícola en La Montaña, Campeche, México. *Mexican Studies / Estudios Mexicanos*, 19(2), 303–330.
- Programa Mexicano del Carbono. (2011). *Manual de Campo para el Inventario Forestal Comunitario Cuantitativo*. México: Colegio de Postgraduados.
- Rendón-Carmona, H., Martínez-Yrizar, A., Balvanera, P., & Pérez-Salicrup, D. (2009). Selective cutting of woody species in a Mexican tropical dry forest: Incompatibility between use and conservation. *Forest Ecology and Management*, 257, 567–579.
- Romero-Duque, L. P., Jaramillo, V. J., & Pérez-Jiménez, A. (2007). Structure and diversity of secondary tropical dry forests in México, differing in their prior land-use history. *Forest Ecology and Management*, 253, 38–47.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). (1994). *Inventario Nacional Forestal Periódico 1992-1994*. Recuperado de http://repositorio.inecc.gob.mx/ae2/ae_333.750972_m495-08i_1994.pdf
- Schmook, B. (2010). Shifting Maize Cultivation and Secondary Vegetation in the Southern Yucatán: Successional Forest Impacts of Temporal Intensification. *Regional Environmental Change*, 10(3), 233–246.
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (2009). Introduction to biostatistics. Recuperado de http://www.evolbiol.ru/large_files/biostatistics.pdf
- Souza-Novelo, N., Suárez-Molina, V. M., & Barrera-Vasquez, A. (1981). *Plantas melíferas y poliníferas de Yucatán*. Mérida, México: Fondo editorial de Yucatán, Mérida.
- Theplantlist.org (2013). The Plant List. Recuperado de <http://www.theplantlist.org/>
- Tropicos.org. (2013). *Missouri Botanical Garden*. Recuperado de <http://www.tropicos.org>
- Vester, H. F. M. Subproyecto Bosques, En: Pozo de la Tijera, M del C y S. Calmé. 2005. Uso y monitoreo de los recursos naturales en el Corredor Biológico Mesoamericano (áreas focales Xpujil-Zoh Laguna y Carrillo Puerto). El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal. Bases de datos SNIB2010-CONABIO proyecto No.BJ002. México, D.F.

- Vester, H. F., Lawrence, D., Eastman, J. R., Turner II, B. L., Calmé, S., Dickson, R.,... Sangermano, F. (2007). Land Change in the Southern Yucatán and Calakmul Biosphere Reserve: Effects on Habitat and Biodiversity. *Ecological Applications*, 17(4), 989-1003.
- Vester, H. F., & Navarro-Martínez, A. (2007). *Fichas ecológicas árboles maderables de Quintana Roo*. México: Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT– Gobierno del Estado de Quintana Roo.
- White, D.A., & Hood, C.S. (2004). Vegetation patterns and environmental gradients in tropical dry forests of the northern Yucatan Peninsula. *Journal of Vegetation Science*, 15, 151-160.
- Zamora-Crescencio, P., Flores-Guido, J. S., & Ruenes-Morales, R. (2009). Flora útil y su manejo en el cono sur del estado de Yucatán, México. *Polibotánica*, 28, 227-250.
- Zamora-Crescencio, P., Domínguez–Carrasco, M. del R., Villegas, P., Gutiérrez-Báez, C., Manzanero-Acevedo, L. A., Ortega-Haas, J. J.,...Puch-Chávez, R. (2011). Composición florística y estructura de la vegetación secundaria en el norte del estado de Campeche, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 89, 27-35.
- Zar, J.H. (2010). *Biostatistical analysis*. Estados Unidos de América: Prentice-Hall.

Anexo 1

Listado de especies con tipo de hábitat reportado, usos y números de individuos en los sitios de estudio. Tipo de hábitat: VS=vegetación secundaria, BM= bosque maduro. Uso: A = apícola , F = forestal maderable y no maderable*.

Appendix 1

List of species with habitat type reported, uses and number of individuals in the study sites. Habitat type: VS=secondary vegetation, BM= mature forest. Use: B = beekeeping, F = forest timber and non-timber*.

Familia	Nombre científico	Tipo de hábitat reportado	Uso	VSMA	VSMF	VS	BTS
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	VS+ y BM	A,F	x	x	x	x
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>	VS y BM		-	x	-	-
	<i>Mosannonia depressa</i>	VS y BM	F	x	x	x	x
Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	VS y BM	F	-	x	-	x
	<i>Cascabela gaumeri</i>	VS y BM	A,F	x	x	x	x
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysantha</i>	VS	A,F	-	-	-	x
Boraginaceae	<i>Bourreria pulchra</i>	VS y BM	A,F	x	x	x	x
	<i>Bourreria sp.</i>	-	-	-	x	-	-
	<i>Cordia alliodora</i>	VS y BM	A,F	x	x	-	x
	<i>Cordia dodecandra</i>	VS y BM	A,F	x	-	-	-
	<i>Ehretia tinifolia</i>	VS y BM	A,F	x	-	-	-
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	VS+ y BM	A,F	x	x	x	x
	<i>Protium copal</i>	VS y BM	A,F	x	x	x	-
Canellaceae	<i>Canella winterana</i>	BM	-	x	x	-	x
Cannabaceae	<i>Celtis trinervia</i>	VS y BM	A	-	x	-	-
Capparaceae	<i>Capparis indica</i>	VS	-	-	-	x	x
Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum</i>	VS	-	-	x	-	x
	<i>Maytenus schippii</i>	BM	-	-	-	x	x
	<i>Rhacoma gaumeri</i>	VS	F*	-	-	x	-
Ebenaceae	<i>Diospyros bumelioides</i>	BM	A, F*	-	-	-	x
	<i>Diospyros salicifolia</i>	VS	A,F	x	x	x	x
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	VS y BM	F	x	x	-	x
Euphorbiaceae	<i>Bernardia mexicana</i>	-	-	-	-	-	x
	<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	VS y BM	A, F*	-	x	x	-
	<i>Croton arboreus</i>	VS y BM	-	x	x	x	x
	<i>Croton icche</i>	VS+ y BM	A	x	x	x	x
	<i>Croton lucidus</i>	BM	-	-	-	x	x
	<i>Croton oerstedianus</i>	VS y BM	A	-	x	x	x
	<i>Jatropha gaumeri</i>	VS+ y BM	F*	x	x	x	x
Fabaceae	<i>Acacia centralis</i>	VS y BM	A,F	x	x	x	x
	<i>Acacia cornigera</i>	BM	A,F	-	x	x	-
	<i>Acacia dolichostachya</i>	VS y BM	A, F	-	x	-	-
	<i>Acacia gaumeri</i>	VS y BM	A,F	x	x	x	x
	<i>Acacia sp.</i>	-	-	-	-	-	x
	<i>Bauhinia divaricata</i>	VS y BM	A,F	-	-	x	x

	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	VS y BM	A,F	-	-	X	X
	<i>Caesalpinia mollis</i>	VS y BM	F	x	x	x	x
	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	BM	F	-	-	-	x
	<i>Chloroleucon mangense</i>	VS y BM▪	F	-	x	x	x
	<i>Diphysa carthagenensis</i>	VS y BM	A,F	x	x	x	-
	<i>Haematoxylum campechianum,</i>	VS y BM	A,F	x	x	x	-
	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	VS y BM	A,F	-	-	x	-
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	VS+ y BM	A,F	x	x	x	x
	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	VS y BM	A,F	x	-	-	-
	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	VS y BM▪	A,F	x	x	x	x
	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	VS+ y BM	A,F	-	x	-	-
	<i>Mimosa bahamensis</i>	VS+ y BM	A,F	x	x	-	x
	<i>Piscidia piscipula</i>	VS+ y BM	A,F	x	x	x	-
	<i>Platymiscium yucatanum</i>	VS y BM▪	A,F	x	x	x	x
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	VS+ y BM	A,F	x	x	x	x
Lauraceae	<i>Licaria coriácea</i>	VS y BM	-	x	-	-	-
	<i>Nectandra salicifolia</i>	VS+ y BM	A,F	x	-	x	x
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	VS y BM	A,F*	-	-	-	x
	<i>Malpighia glabra</i>	BM	A,F*	x	x	x	x
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	VS+ y BM	A,F	x	x	x	x
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	VS y BM▪	A,F	-	x	-	-
	<i>Trichilia pallida</i>	BM	-	x	x	-	x
Menispermaceae	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	VS y BM	F*	-	-	-	x
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	VS y BM▪	A,F	x	x	x	x
	<i>Ficus obtusifolia</i>	BM▪	F*	-	-	-	x
	<i>Trophis racemosa</i>	VS y BM▪	A,F	-	-	x	-
Myrtaceae	<i>Eugenia capuli</i>	VS y BM	A	-	x	-	-
	<i>Eugenia ibarrae</i>	VS y BM	-	x	x	x	x
	<i>Eugenia winzerlingii</i>	VS y BM	A,F	-	x	x	x
	<i>Myrciaria floribunda</i>	BM	-	x	-	x	x
Nyctaginaceae	<i>Neea choriophylla</i>	VS y BM	F*	x	x	x	x
Opiliaceae	<i>Agonandra ovatifolia</i>	BM▪	-	x	x	x	x
Phyllanthaceae	<i>Astrocasia tremula</i>	BM	A	-	-	-	x
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	VS y BM	A,F	-	x	-	-
Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	VS y BM	A,F	x	x	x	x
	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	VS y BM	A,F	-	-	x	x
	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	VS y BM	A	x	-	x	x
	<i>Gymnopodium floribundum</i>	VS+ y BM	A,F	x	x	x	x
	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	VS+ y BM▪	A,F	x	x	x	x
Primulaceae	<i>Bonellia flammea</i>	BM	-	-	-	-	x
	<i>Bonellia macrocarpa</i>	BM	-	-	x	x	-
	<i>Parathesis cubana</i>	VS y BM	F	-	-	-	x
Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	VS y BM▪	F	x	x	x	x
Rhamnaceae	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	VS y BM	F*	x	-	-	x
	<i>Krugiodendron ferreum</i>	VS y BM▪	A,F	x	x	x	x

Rubiaceae	<i>Exostema caribaeum</i>	BM▪	A,F	-	-	-	x
	<i>Guettarda gaumeri</i>	VS+ y BM▪	-	x	-	x	-
	<i>Machaonia lindeniana</i>	VS+ y BM▪	A,F	x	x	-	x
	<i>Randia aculeata</i>	VS y BM	A,F	x	x	x	x
	<i>Randia longiloba</i>	VS+ y BM▪	F*	x	x	x	x
	<i>Simira salvadorensis</i>	VS y BM	F	-	-	x	-
Rutaceae	<i>Amyris elemifera</i>	VS+ y BM	A,F	-	x	x	x
	<i>Casimiroa tetrameria</i>	VS y BM▪	A,F*	-	-	x	-
	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	VS+ y BM▪	A,F	x	x	x	x
	<i>Pilocarpus racemosus</i>	VS y BM▪	F*	x	x	x	x
Salicaceae	<i>Casearia emarginata</i>	VS y BM	A	x	x	x	x
	<i>Laetia thamnia</i>	VS y BM	A,F	x	-	x	x
	<i>Samyda yucatanensis</i>	VS y BM	A, F*	-	x	-	-
	<i>Xylosma flexuosa</i>	VS y BM	A	x	x	-	x
Sapindaceae	<i>Exothea diphylla</i>	VS y BM▪	A,F	x	-	x	x
	<i>Melicoccus oliviformis</i>	VS+ y BM▪	A,F	-	-	x	x
	<i>Thouinia paucidentata</i>	VS▪ y BM▪	A,F	x	x	x	x
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	VS y BM▪	A,F	-	x	x	x
	<i>Pouteria amigdalina</i>	BM▪	F	-	x	-	-
	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	VS y BM▪	-	-	-	-	x
	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	VS y BM	A	x	x	-	-

+ Especies características de vegetación secundaria, VS, ▪ Especies características de bosque maduro, BM.

Fuentes= Souza-Novelo, Suárez-Molina, & Barrera-Vasquez, 1981; Escalante-Rebolledo, 2000; Martínez-Salas & Galindo-Leal, 2002; Arellano-Rodríguez et al., 2003; Porter-Bolland, 2003; Vester, 2005; Vester & Navarro-Martínez, 2007; Zamora-Crescencio, Flores-Guido, & Ruenes-Morales, 2009; Herbario CICY, 2010; Zamora-Crescencio et al., 2011; García-Licon et al., 2014.

Anexo 2

Especies con mayor valor de importancia relativo (VIR) en las cuatro condiciones de muestreo (VSMA, VSMF, VS y BTS). * 10 especies con mayor VIR/de total de todas las especies por cada condición (VSMA, VSMF, VS y BTS).

Appendix 2

Species with greater relative importance value (VIR) in the four sampling conditions (VSMA, VSMF, VS and BTS). * 10 species most VIR/total of all species for each condition (VSMA, VSMF, VS and BTS).

VSMA *(10/56)	Sps	Área basal relativa	Frecuencia relativa	Abundancia relativa	VIR
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	41.48	3.88	43.83	89.19
	<i>Bursera simaruba</i>	15.27	3.88	7.39	26.53
	<i>Nectandra salicifolia</i>	6.3	3.1	10.96	20.36
	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	5.74	3.88	6.9	16.51
	<i>Croton arboreus</i>	4.29	3.88	5.19	13.36
	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	2.66	3.88	3	9.54
	<i>Gymnopodium floribundum</i>	1.78	3.88	1.95	7.6
	<i>Thouinia paucidentata</i>	1.91	3.88	1.22	7
	<i>Croton icche</i>	1.73	3.1	1.46	6.29
	<i>Cascabela gaumeri</i>	1.76	3.1	0.65	5.51
VSMF *(10/65)	<i>Bursera simaruba</i>	17.39	3.82	8.22	29.43
	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	9.67	3.82	13.7	27.18
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	7.8	3.05	12.33	23.19
	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	6.89	3.05	7.22	17.17
	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	3.8	3.05	9.96	16.81
	<i>Thouinia paucidentata</i>	5.89	3.82	5.48	15.19
	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	11.66	0.76	1.37	13.79
	<i>Piscidia piscipula</i>	6.1	2.29	2.37	10.75
	<i>Diospyros salicifolia</i>	3.03	3.82	3.86	10.7
	<i>Cascabela gaumeri</i>	4.15	3.05	2.12	9.32
VS *(10/63)	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	14.47	3.73	15.11	33.31
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	8.92	3.73	13.43	26.08
	<i>Bursera simaruba</i>	11.74	3.73	4.11	19.58
	<i>Hampea trilobata</i>	7.13	2.99	7.14	17.25
	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	4.58	2.99	9.15	16.72
	<i>Gymnopodium floribundum</i>	6.65	2.99	3.53	13.17
	<i>Thouinia paucidentata</i>	5.24	3.73	2.94	11.91
	<i>Drypetes lateriflora</i>	3.23	1.49	6.88	11.61
	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	2.17	2.99	5.63	10.78

	<i>Manilkara zapota</i>	6.61	2.24	1.51	10.36
BTS *(10/73)	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	16.98	2.81	14.4	34.19
	<i>Pilocarpus racemosus</i>	4.4	1.69	15.66	21.75
	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	10.84	2.81	7.04	20.69
	<i>Manilkara zapota</i>	11.15	2.25	3.48	16.87
	<i>Thouinia paucidentata</i>	6.98	2.81	5.78	15.57
	<i>Drypetes lateriflora</i>	2.62	2.81	7.99	13.42
	<i>Krugiodendron ferreum</i>	3.72	2.81	4.03	10.56
	<i>Bursera simaruba</i>	5.93	2.81	1.66	10.41
	<i>Amyris elemifera</i>	3.15	2.25	3.56	8.96
	<i>Gymnopodium floribundum</i>	3.51	2.25	2.45	8.21

Capítulo III

El manejo que se realiza en la vegetación secundaria de las comunidades Puebla de Morelia y Kilómetro Ciento Veinte utiliza las áreas reconvertidas por el manejo tradicional de áreas agrícolas a forestal (vegetación secundaria), con fines de aprovechamiento apícola y forestal (carbón, palillos, postes, etc).

Al evaluar el efecto del manejo forestal en las áreas de vegetación secundaria manejada, se encontró que probablemente las decisiones del productor modifican la composición de especies entre unidades, incluso del mismo tipo, aunque no se encontró una diferencia estadísticamente sobre la composición florística con respecto a la vegetación secundaria no manejada como se esperaba. Esto probablemente se deba a que se comparten la mayor parte de las especies, al encontrarse en la misma fase sucesional, a que el manejo es incipiente y probablemente porque la mayoría de las especies que se encontraron en las áreas estudiadas tienen más de un uso potencial. Mientras que la composición florística de la vegetación secundaria manejada con respecto a los BTS si fue diferente, lo que puede atribuirse a que hay especies características del tipo de vegetación correspondiente a la etapa sucesional en que se encuentren, o que el manejo puede estar modificando la presencia o abundancia de algunas especies.

Por otro lado, la diversidad de especies fue menor en una de las condiciones manejadas (VSMA) con respecto al resto de las condiciones (VSMF, VS y BTS), esto se atribuye a que hubo una extracción selectiva de rebrotes y árboles torcidos de las especies que los propietarios no consideren de utilidad para la actividad apícola, es decir, buscaban especies que ofrecieran un mayor número de flores por más de un período para incrementar su producción. Por lo que favorecen la abundancia de aquellas especies útiles. Fue el caso particular de *Lonchocarpus guatemalensis* que presentó una abundancia mayor al resto de las especies en VSMA y del resto de las condiciones, lo cual podría estar causando estas diferencias. Para el caso de la VSMF que no presentó una diversidad menor que la VS como se esperaba, se debe probablemente a que aunque se haya realizado una extracción selectiva de individuos por la condición de árboles torcidos y enfermos, las especies no se vieron afectadas.

Con respecto a la densidad de individuos, esta no fue menor en las áreas manejadas con respecto a las no manejadas, esto se debe a que la extracción de individuos durante el aclareo fue baja en ambas condiciones, al compararlas con la vegetación secundaria sin manejo. Sin embargo, la densidad entre vegetación manejada fue menor en VSMF que en VSMA. Esta diferencia se debe a que en la VSMF se extrajeron más individuos en el aclareo que en la VSMA, para favorecer el aumento en el crecimiento de los individuos remanentes. Lo anterior, se reflejó al observar que en las parcelas VSMF se presentaron más individuos en la clase diamétrica mayor a 30 cm.

En cuanto al valor del área basal, en la vegetación secundaria manejada no presentó valores menores respecto a la vegetación secundaria como se esperaba. Este resultado se atribuye a que el manejo es incipiente, es decir, de reciente aplicación y no ha transcurrido el tiempo suficiente para verse reflejado en el incremento de los diámetros de los individuos. En cambio, el BTS presentó valores de área basal mayor que el resto de las condiciones, lo cual es de esperarse por ser vegetación madura.

Por lo anterior, se concluye que es importante mantener el monitoreo de las áreas manejadas y en su caso promover estrategias que permitan seguir manejando y conservando los recursos forestales de éstas a largo plazo.

Literatura citada

- Abizaid Ch, Coomes OT. 2004. Land use and forest fallowing dynamics in seasonally dry tropical forests of the southern Yucatan Peninsula, Mexico. *Land Use Policy* 21:71–84
- Acopa, D., Boege, E. 1999. Las selvas mayas en el sur de Campeche, México: Experiencias en la construcción de la forestería social en Calakmul. En: Primack R, Bray D, Galletti H, Ponciano I. eds. *La Selva Maya: Conservación y desarrollo*. México: Siglo XXI, p. 120-135.
- Barrera A, Gómez-Pompa A, Vázquez-Yanes C.1977. El manejo de las selvas por los Mayas: sus implicaciones silvícolas y agrícolas. *Biotica* 2(2):47-61
- Barton-Bray, D. 2004. Manejo adaptativo, organizaciones y manejo de la propiedad común: perspectivas de los bosques comunales de Quintana Roo, México. En: Armijo-Canto N, Llorens-Cruset C. coords. *Uso, conservación y cambio en los bosques de Quintana Roo*. México: Universidad de Quintana Roo, p. 56-87.
- Challenger, A., Soberón, J. 2008. Los ecosistemas terrestres. En: Sarukhán J. coord. gral. *Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, p. 87-108.
- De la Maza, R. 2010. Lepidópteros diurnos. En: Ceballos G, Martínez L, García A, Espinoza E, Bezaury-Creel J, Dirzo R. eds. *Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. México: Fondo de Cultura Económica y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, p. 179-194.
- Esparza-Olguín LG, Martínez-Romero E, Alayón-Gamboa JA, Escalona-Segura G, Morón- Ríos A. Informe final 2014. Análisis del impacto del cambio de uso de suelo y la deforestación en la biodiversidad de comunidades vegetales en el estado de Campeche. México: Consejo Estatal de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico de Campeche.

- Flachsenberg H, Galletti HA. 1999. El manejo forestal de la selva en Quintana Roo, México. En: Primack RB, Bray D, Galletti HA, Ponciano I. eds. *La Selva Maya, conservación y desarrollo*. México: Siglo XXI, p. 74-97.
- Gallardo-Cruz JA, Meave JA, Pérez-García EA. 2005. Estructura, composición y diversidad de la selva baja caducifolia del Cerro Verde, Nizanda (Oaxaca), México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 76:19-35
- Gómez-Pompa A. 1987. On Maya Silviculture. *Mexican Studies*, 3(1):1-17
- González-Iturbe JA, Olmsted I, Tun-Dzul F. 2002. Tropical dry forest recovery after long term Henequen (sisal, *Agave fourcroydes* Lem.) plantation in northern, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 167:67-82
- Kantún-Balam JM. 2005. Diagnóstico de la vegetación secundaria de Tixcacaltuyub, Yucatán y opciones de manejo basadas en la estructura y composición de especies. [Tesis de Maestría] Universidad Autónoma de Yucatán, p 122.
- Keyes-Hennin MR. 1998. Cultura forestal en Quintana Roo, México; observaciones y perspectivas. *Madera y Bosques*, 4(1):3-13
- León de la Luz JL, Domínguez-Cadena R, Medel-Narváez A. 2012. Florística de la selva baja caducifolia de la Península de Baja California, México. *Botanical Sciences*, 90(2):143-162
- Miles L, Newton AC, Defries RS, Ravilious C, May I, Blyth S, Kapos V, Gordon, JE. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, 33:491–505
- Miranda F, Hernández-X E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28:29-179
- Murphy PG, Lugo AE. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17:67–88
- Noriega-Trejo R, Arteaga-Aguilar MA. 2010. Ecosistemas continentales: Síntesis de los tipos de vegetación terrestre. En: Villalobos-Zapata GJ, Mendoza-Vega J. coords. *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

- (CONABIO), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur, p. 148-155.
- Pineda-García F, Arredondo-Amezcuca L, Ibarra-Manríquez G. 2007. Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio El Tarimo, Cuencas del Balsas, Guerrero. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78:129-139
- Portillo-Quintero CA, Sánchez-Azofeifa GA. 2010. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation*, 143:144–155.
- Ramayo–Lanz T. 1996. Los mayas pacíficos de Campeche. Campeche: Universidad Autónoma de Campeche.
- Rendón-Carmona H, Martínez-Yrizar A, Balvanera P, Pérez-Salicrup D. 2009. Selective cutting of woody species in a Mexican tropical dry forest: Incompatibility between use and conservation. *Forest Ecology and Management*, 257:567–579
- Rocha–Loredo AG, Ramírez–Marcial N, González–Espinosa M. 2010. Riqueza y diversidad de árboles del bosque tropical caducifolio en la depresión central de Chiapas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 87:89- 103
- Schmook B. 2010. Shifting maize cultivation and secondary vegetation in the Southern Yucatán: successional forest impacts of temporal intensification. *Regional Environmental Change*, 10: 233–246
- Trejo I, Dirzo R. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation*, 11:2063–2048
- Turner II BL, Cortina-Villar S, Foster D, Geoghegan J, Keys E, Kepleis P, Lawrence D, Mendoza PM, Manson S, Ogneva-Himmelberger Y, et al. 2001. Deforestation in the southern Yucatán peninsular region: an integrative approach. *Forest Ecology and Management*, 154:353-370
- Turner II BL, Klepeis P, Schneider LC. 2003. Three Millennia in the Southern Yucatán Peninsula: Implications for Occupancy, Use, and Carrying Capacity. En: Gómez-Pompa A, Allen MF, Fedick SL, Jiménez- Osornio JJ. eds. *The lowland Maya área: Three millenia at the human-wildland interface*. The Haworth Press Inc, p. 361-387.

- Urquiza-Haas T, Dolman PM, Peres CA. 2007. Regional scale variation in forest and biomass in the Yucatan Peninsula, Mexico: effects of forest disturbance. *Forest Ecology and Management*, 247:80-90
- Vargas-Ramos R. 2007. Restoration of seasonally dry tropical forest using a designer ecosystem approach. En: Vargas-Ramos R. a. *Carbon Dynamics in a Seasonally Dry Tropical Forest*. [Disertación] University of California Riverside, p.181.