



El Colegio de la Frontera Sur

Influencia de la perturbación antropogénica, en la vegetación y suelo de petenes de selva de la Reserva de La Biosfera Los Petenes

TESIS

presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

por

Luz Gabriela Koyoc Ramírez

2011

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de la Ciencia y la Tecnología (CONACYT), por el apoyo con la beca otorgada para poder realizar los estudios de maestría.

Agradezco al Dr. Jorge Mendoza Vega, por dirigir este trabajo así como por los consejos, enseñanzas, las pláticas tan amenas para resolver mis dudas y esos cafés. Doctor Gracias por todo el apoyo brindado para efectuar el trabajo de campo y sobre todo por su paciencia, dedicación, esfuerzo, compromiso e ideas durante la formulación de este gran proyecto de vida.

A mi asesora la Dra. Nuria Torrescano Valle, agradezco sus invaluable sus consejos, ideas, revisiones, aportaciones, citas bibliográficas para mejorar el documento y por dejarme sentir su acompañamiento en cada momento y paso dado para realizar este trabajo. Así como al Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez por sus atinadas sugerencias, dedicación, apoyo, disponibilidad y observaciones para mejorar cada análisis efectuado, así como las mejoras al manuscrito, gracias.

A El Colegio de la Frontera Sur y A mis maestros, por darme una perspectiva más amplia y compartir su conocimiento sin reservas, mil gracias a todos.

A Ricardo Góngora Chín y Rodolfo Trejo Noriega, del CEDESU de la Universidad Autónoma de Campeche, por el apoyo, dedicación y sobre todo paciencia en la identificación de cada uno de los ejemplares botánicos, gracias. Al Laboratorio de

Suelos (Unidad San Cristóbal) de El Colegio de la Frontera Sur, en especial a Miguel Ángel López Anaya por el apoyo en todas las determinaciones.

A mi amigueta del alma Ruth Partida Lara y compañeros de las diferentes unidades (Chetumal, San Cristóbal, Tapachula y Villermosa) Vianey, Laura, Ana, Saúl (coronit), Rodrigo (roy), Rony, Lisie, a las mamis Marsh Chiu y Ariana San Román a todos, gracias por su amistad, por soportarme chicos en las buenas y en las malas, pues su compañía hizo aun mejor mi estadía en El ECOSUR.

A la comunidad Dzodzil, Hecelchakán Campeche, a todos y cada uno de los acompañantes durante el trabajo de campo, agradezco su valiosa ayuda en especial a don Eduardo Escamilla y su Familia (Esposa, Hijos y Nietos) por abrirme las puertas de su casa, por compartir conmigo su conocimiento y acompañarme incondicionalmente a esos sitios recónditos y tan maravillosos que hay en la RBLP, brindarme su amistad, porque sin su apoyo no hubiera sido posible realizar este valioso trabajo.

A César Uriel Romero Herrera, Director de la Reserva de la Biosfera de Los Petenes (2009-2010) por las facilidades y por apoyarme con el vehículo durante las actividades de campo.

DEDICATORIA

*Dedicado con todo el amor, a todos y
cada uno de los miembros de mi familia, por animarme cada día.*

*En especial a mi angel, mi estrilla,.. sofí, porque
Tu sonrisa es mi luz, en los momentos
más felices y difíciles de mi vida.*

*A mi papá Wilberth R. Koyoc Pérez, que aunque no estás físicamente, sé que estarías
feliz de ver este logro.*

*A mi mamá Mariana Ramírez Gómez, má gracias por ser una fuente de inspiración y
lucha constante.*

Los quiero.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN GENERAL.....	6
JUSTIFICACION.....	11
OBJETIVOS.....	12
HIPOTESIS.....	12
Artículo. Efectos de la perturbación antropogénica en la Reserva de la Biosfera Los Petenes Campeche México	13
Resumen.....	13
Introducción.....	14
Materiales y métodos	18
Resultados	23
Discusión.....	34
Conclusiones.....	41
Agradecimientos.....	42
Literatura citada.....	43
Anexo I	53
Anexo II.....	54
Anexo III	55
CONCLUSIONES GENERALES	56
ASPECTOS ÉTICOS EN LA INVESTIGACIÓN	57

RECOMENDACIONES 58

LITERATURA GENERAL 59

INTRODUCCIÓN GENERAL

La fragmentación, pérdida de ecosistemas, introducción de especies exóticas, contaminación, sobreexplotación de los recursos naturales y el cambio climático son procesos que aceleran el cambio global (Vitousek, 1992; Foster *et al.*, 2007; Dale, 1997) y la pérdida de la biodiversidad (Tilman, 2000), que se atribuyen a influencias de perturbaciones antropogénicas.

Sin embargo, la dependencia del hombre por los recursos naturales en diferentes regiones del mundo, ha evidenciado como las actividades humanas degradan la calidad ambiental de los bosques y la productividad del suelo (Steffen *et al.*, 2005; Zaimche, 2004).

Los bosques tropicales del sureste de México no han sido la excepción, pues en la actualidad y desde los tiempos de la colonia han sido aprovechados para obtener productos (Cairns *et al.*, 2000; Estrada y Coates-Estrada, 1995; Barrera, 1982), lo cual los ha impactado, a pesar que la región alberga una gran diversidad y endemismos (Myers *et al.*, 2000).

En diversos estudios, se ha documentado qué perturbaciones antropogénicas modifican regeneración del bosque (Miller, 1999), cómo se ve favorecido el establecimiento de especies sucesionalmente tempranas (Finegan, 1996; Gómez-Pompa y Vázquez Yanez, 1975) y la afectación a la fertilidad del suelo (Rau *et al.*, 2008; Certini, 2005).

Ross, et al. (2001) indican, que fenómenos naturales como los huracanes en bosques tropicales en Florida, incidieron principalmente en la muerte de los elementos de la sucesión temprana del bosque y reducción en la sobrevivencia de los árboles más jóvenes. Además durante estos fenómenos en la selva mediana, se han registrado daños por defoliaciones (100%), muerte de individuos arbóreos por desenraizamiento (40%) y reducciones al área basal en clases diamétricas medias (20 a 30 cm), pequeñas (3.3-10 cm), así como una mayor sobrevivencia en árboles más grandes (>10 cm) (Islebe *et al.*, 2009; Sánchez-Sánchez e Islebe, 1999).

En otros fenómenos poco frecuentes como las erupciones volcánicas, se crean nuevos sustratos o condiciones físicas particulares, las cuales pueden ser colonizadas por ensambles de especies únicas dependiendo del tamaño, frecuencia e intensidad de la perturbación (Turner *et al.*, 1998).

En contraste tras perturbaciones antropogénicas como la tala, quema, tumba-roza-quema de bosques, ocurre una modificación en la composición de especies por el establecimiento de vegetación secundaria en diferentes estados sucesionales, la cual presenta una acumulación de especies relativamente rápida en los primeros años (Brown y Lugo, 1990; Gómez-Pompa y Vásquez-Yanez 1985).

La regeneración vegetal de áreas perturbadas con ese tipo de actividades humanas, dependerá de su composición florística original, proximidad a áreas de bosque maduro, así como de la frecuencia, magnitud e intensidad y tipo de aprovechamiento humano al que fue sometido (Gómez-Pompa y Vásquez-Yanez 1985; Rico-Gray y García-Franco, 1992), por ejemplo en bancos de semilla de bosques secos

afectados por corta y quema, los elementos de la vegetación original fueron calificados como raros o ausentes, siendo las herbáceas las formas de vida más importante del banco de semillas, con un número elevado de tallos en los primeros años de la sucesión (desde 1 a 10 años).

Otros parámetros que también se afectan son la riqueza, diversidad y composición de especies vegetales, los cuales se recuperan a medida que incrementa el tiempo de abandono o descanso del sitio (Vester *et al.*, 2007; Peña-Claros, 2003; Uhl, 1984), alcanzando valores similares a bosques maduros después de 50 años (Brown y Lugo, 1990). Entre las especies más abundantes después de la intervención de selvas medianas afectadas por roza, tumba y quema, destacan *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula*, *Metopium brownei*, *Bursera simaruba* (López y Tamarit, 2005; Sánchez *et al.*, 2007).

El área basal de los árboles y la altura del dosel, son parámetros estructurales que también son reducidos, e incrementan después del tiempo de abandono de sitios afectados, por ejemplo Uhl y Jordan (1984) registraron el restablecimiento de un bosque Amazónico después de cinco años, en esos parámetros tras sufrir perturbaciones por tala y quema.

En bosques afectados por explotación selectiva, la perturbación influyó en la reducción de las especies aprovechables (Hall *et al.*, 2003) y creación de microhábitats en los cuales hay una incorporación de una gran cantidad de nuevos individuos en áreas que fueron abiertas (claros) para el almacenamiento temporal de los árboles aprovechados, caminos de acceso y de arrastre (Macario *et al.*, 2005).

Los cambios en la cobertura (Ewel, 1991); los tipos, intensidades y frecuencia de uso (Buschbacher *et al.*, 1988); así como los incendios (Rau *et al.*, 2008; Certini, 2005); son perturbaciones humanas que modifican también la fertilidad natural del suelo al incidir directamente en concentraciones de nutrientes edáficos del suelo y que provocan procesos de degradación física, química y biológica (Zárate, 1994). Buschbacher *et al.* (1988), Uhl y Jordan (1984), encontraron restablecimiento en las condiciones edáficas de bosques afectados por el hombre comparando con bosques primarios, los nutrientes del suelo incrementaron después de períodos de descanso de más de cinco años.

Por otro lado los cambios en las concentraciones del suelo registrados durante la sucesión hacia bosques secundarios, pueden considerarse reversibles tipo positivos como el incremento en las bases de cationes, o incrementos de pH y otros negativos, como la menor disponibilidad de nutrientes y la baja porosidad, las cuales afectan la regeneración de especies y calidad del sitio (Martínez-Ramos y García-Orth, 2007; Reiners *et al.*, 1994)

En este trabajo se consideró estudiar el noroeste de la Península de Yucatán, porque el aprovechamiento de especies es una práctica que aún es realizada en conjunto con otras actividades de tipo agropecuarias (CONANP, 2006; Pat *et al.*, 2006). En una zona de ciénega de aproximadamente 1,300 km² al noroeste de la Península yucateca, se encuentra la Reserva de la Biosfera Los Petenes, en la cual el uso tradicional del bosque para obtener de ella productos ha sido mantenida por parte de las poblaciones aledañas a la Reserva, en sitios con un alto valor ecológico denominados petenes (CONANP, 2006; Pat *et al.*, 2006).

A pesar que existe un conocimiento de la vegetación en la Reserva, no han sido confrontadas variables del suelo y de la vegetación, considerando el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo para determinar si las perturbaciones antropogénicas están influyendo en cambios en la vegetación y degradando en las condiciones del suelo.

JUSTIFICACION

La región Los Petenes del Estado de Campeche, es un humedal reconocido a nivel mundial por su importancia ecológica como sitio de refugio, alimentación, anidación, en la cual se encuentran hábitats únicos en su tipo, llamados petenes restringidos al borde de la Península de Yucatán.

En los petenes los diversos estudios han sido enfocados a explicar su origen, productividad y analizar su estructura vegetal. Por lo que hay una necesidad de generar información que permita ayudar a entender la situación real que prevalece en la zona. Este trabajo constituye el primer intento de conocer la influencia de la perturbación antropogénica a través de la comparación de parámetros de la estructura de la vegetación y condiciones del suelo en petenes de la Reserva de la Biosfera de Los Petenes.

Los resultados obtenidos en este trabajo pretenden ayudar al diseño y generación de estrategias de manejo, aprovechamiento y en su caso, como sustento para justificar la restauración de los petenes de selva.

OBJETIVO GENERAL

Comparar parámetros de la vegetación y condiciones del suelo, en petenes de selva perturbados (por actividades antropogénicas), con conservados en la Reserva de la Biosfera de Los Petenes.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Determinar la estructura y composición de la vegetación en petenes de selva perturbados y conservados.
2. Determinar las características de la unidad del suelo (físicas, químicas y biológicas) en petenes perturbados y conservados
3. Describir y comparar las variaciones en la estructura vegetal de petenes perturbados y conservados.

HIPÓTESIS

La perturbación antropogénica en petenes de selva de la RBLP influye en cambios en la riqueza, composición, abundancia relativa de especies vegetales así como en parámetros estructurales de la vegetación y degrada las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

Efectos de la Perturbación Antropogénica en la Reserva de la Biosfera de Los Petenes, Campeche, México.

Artículo enviado a la revista Acta Botánica de México.

Luz Gabriela Koyoc Ramírez¹, Jorge Mendoza Vega¹, Nuria Torrescano Valle² y Juan Carlos Pérez Jiménez¹.

¹El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR); Unidad Campeche, Libramiento Carretero de Campeche km 1.5, Parque Industrial Lerma, Avenida Rancho s/n, polígono 2A, Teléfono: (981) 127 3720. Correo electrónico: lkoyoc@ecosur.mx

²El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR); Unidad Chetumal, Av. Centenario, Km 5.5, C.P 77014 Chetumal Quintana Roo, México, Teléfono:(983) 835 0440, Fax (983) 835 0454

Resumen

Los petenes son islas naturales de vegetación únicas en su tipo a nivel mundial, restringidos al borde de la Península de Yucatán (México), Everglades en Florida (EUA) y Ciénagas de Zapata (Cuba). La región Los Petenes en Campeche sufre una continua perturbación antropogénica por la extracción de madera, fragmentación por vías de acceso, aprovechamiento de especies y fuegos intermitentes que han contribuido a su degradación. Existe escasez de datos de los efectos de las perturbaciones así como de la calidad de petenes conservados. El presente estudio, constituye una aportación a la

comprensión de los efectos de la perturbación antropogénica en la vegetación y las características del suelo en petenes. Los resultados indicaron cambios en la composición y abundancia relativa de las especies entre petenes conservados y perturbados por la influencia antropogénica. En el análisis de la densidad, área basal y cobertura en los estratos analizados, se encontraron diferencias entre los petenes estudiados obtenidas principalmente por dos petenes. En todos los casos, la unidad edáfica presentó, altos valores en los contenidos de materia orgánica, fósforo, nitrógeno total, alta capacidad de intercambio catiónico y baja densidad aparente, lo que sugiere que aún no hay una degradación del suelo en los petenes perturbados.

PALABRAS CLAVE: CAMPECHE, PERTURBACIÓN ANTROPOGÉNICA, PETENES, SUELO, VEGETACIÓN.

Introducción

México, se ubica entre los doce países más diversos a nivel mundial (CONABIO, 2006). En contraparte actividades antropogénicas en el país incrementan degradación de sus bosques tropicales (Cairns *et al.*, 2000) lo cual contribuye al cambio global (Vitousek, 1992) y pérdida de la diversidad biológica (Chapin *et al.*, 2000). El territorio mexicano perdió el 0.8% de sus selvas por causa de las perturbaciones antropogénicas de 1993 al 2002 (SEMARNAT-CONAFOR-INE, 2007).

La Península de Yucatán, provincia florística tropical con asociaciones vegetales restringidas a condiciones ecológicas particulares (Rzedowski 1978; Miranda 1978), ha

sufrido altas tasas de deforestación y reducción de más un millón de hectáreas de sus selvas de 1985 a 1994 (Turner *et al.*, 2001; Sánchez y Rebollar, 1999).

La pérdida de diversidad biológica y servicios ambientales en la Península, se asocia principalmente a dos factores: el primero incluye fenómenos naturales como los huracanes (Boose *et al.*, 2003; Sánchez-Sánchez e Islebe, 1999); el segundo a perturbaciones antropogénicas como el cambio de uso de suelo (Vester *et al.*, 2007; Turner *et al.*, 2001; Sánchez y Rebollar, 1999).

Diversos autores coinciden en que las perturbaciones antropogénicas en la vegetación ocasionan pérdida de especies, disminución del número de individuos y dominancia de las especies, eliminación de árboles de gran talla, aumento del número de árboles con diámetros y alturas pequeñas (Hall *et al.*, 2003; Peña-Claros, 2003; Chapin *et al.*, 2000; Reiners *et al.*, 1994; Congdon y Herbohn, 1993; Brown y Lugo, 1990). De igual forma, éstas perturbaciones en los ecosistemas terrestres provocan procesos de degradación del suelo; físicos como la compactación, encostramiento y sellamiento del suelo, químicos: pérdida de nutrimentos por lixiviación, acidificación, salinización y biológicos: como el desbalance de la actividad biológica y materia orgánica (Grigal, 2000; Zárate, 1994).

Bautista *et. al* (2005) señalaron que en la Península de Yucatán, se encuentran zonas con suelos considerados de escasa importancia agrícola (e.g. Leptosoles, Solonchak, Gleysol, Regosol, Histosol y Solonetz), pero de alta importancia ecológica por sus selvas, manglares y petenes, que además son de gran relevancia para las poblaciones

que ahí habitan ya que de ella obtienen productos maderables, medicinales, entre otros (Turner *et al.*, 2001; Méndez, 2005).

Los *petenes* son islas naturales de vegetación arbórea que presentan asociaciones vegetales inmersas en una matriz de vegetación inundable, que albergan ciénegas someras y pantanosas en las inmediaciones de la Península (Barrera, 1982, Durán, 1987; Cervera, 1863; Landa, 1556). Estas comunidades, han sido encontradas únicamente en Everglades de Florida (EUA) y Ciénagas de Zapata, Cuba (Rodríguez, 1992; Olmsted *et al.*, 1980).

Los petenes en el Estado de Campeche, se ubican en la zona noroeste la cual por sus características ecológicas y relevancia social, fue decretada como Reserva de la Biosfera Los Petenes (RBLP) (CONANP, 2006). La Reserva se incluye en la lista de humedales RAMSAR (2003) y cerca de 800 petenes ocupan alrededor de 12% de su superficie (Mas y Correa, 1999).

Los estudios realizados en la región Los Petenes, hacen referencia principalmente al análisis de su estructura vegetal (Barrera, 1982; Durán, 1987). Rico-Gray (1982), menciona que a mayor distancia del mar, menor salinidad e inundación, mayor tamaño del petén, riqueza florística y complejidad en su estructura. Al interior de los petenes, el mayor desarrollo de alturas ocurre hacia el centro del petén y disminuye hacia la periferia. Estudios cuantitativos posteriores demostraron que los petenes son similares entre sí, por su riqueza de especies vegetales (Trejo, 1993; Durán, 1987). La caracterización partiendo de la costa hacia tierra, muestra petenes de manglar, mixtos y petenes con dominancia de elementos de selva (Durán, 1987; Rico-Gray, 1982).

La distribución de la vegetación, se presenta en círculos concéntricos que al exterior presentan especies de mangle (Flores y Espejel, 1994) y al interior elementos arbóreos dispersos de *Manilkara zapota*, *Sabal japa*, *Metopium brownei*, *Gymnantes lucida*, entre otros (Zamora, 2003; Flores y Espejel, 1994). En el estrato arbustivo y herbáceo, destacan *Bravaisia berlandieriana*, *Acrostichum aureum* y *Sabal japa* (Zamora, 2003; Flores y Espejel, 1994; Rico-Gray, 1982).

La historia de perturbación antropogénica de los petenes se remonta a la época colonial, e incluye extracción maderas preciosas (*Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata*) que eran exportadas a Alemania (siglo XVI), hoja de palma, así como la apertura de veredas (Barrera, 1982). En la historia reciente, a partir de los 80's del siglo pasado, se intensificó la extracción de madera, hojas de palma y resina del zapote (*Manilkara zapota*). Además se eliminaron especies poco apreciadas, conservaron especies aprovechables (e.g zapote) y se construyó el camino hacia la Isla de Jaina (Barrera, 1982; Rico-Gray, 1982).

La agricultura y ganadería que se realizan en la periferia de la RBLP, constituyen una fuerte presión a la Reserva. El aprovechamiento de diversas especies (e.g huano, zapote, caoba), es aún realizado en petenes (Moo, 2009; Pat *et al.*, 2006). Méndez (2005), estimó que en la región, 47% de las especies mencionadas arriba, se extraen de los petenes. Además, 16% de la superficie de la RBLP ha presentado problemas por incendios inducidos (CONANP, 2006; Mas y Correa, 1999).

Por ello, la perturbación antropogénica en los petenes de selva de la RBLP se considera como una gran amenaza a la diversidad, integridad y funcionalidad de

asociaciones vegetales de alta importancia ecológica y su dinámica espacio-temporal (Cairns *et al.*, 2000; Chapin *et al.*, 2000; Myers *et al.*, 2000). La baja cantidad de estudios que hacen referencia a efectos de la perturbación en los petenes es notable, aún con la historia de uso de la región. Por esta razón, el objetivo del presente estudio fue identificar los efectos de la perturbación antropogénica por medio de la comparación de la estructura, composición, riqueza, diversidad vegetal y características del suelo entre petenes de selva perturbados (por actividades antropogénicas) y conservados, en la RBLP.

Material y métodos

La RBLP, es una franja costera ubicada a 20°51'30" y 19°49'00" de latitud norte y 90°45'15" y 90°20'00" de longitud oeste, cuya extensión es de 282, 857 ha (CONANP, 2006). Limita al Norte con la Reserva de la Biosfera Ría Celestún y Golfo de México, al Oeste con el Golfo de México, al Este y al Sur con el municipio de Campeche. El clima es tal con una época de secas (diciembre-mayo) y otra de lluvias (junio-noviembre) con temperaturas medias anuales entre los 25.5 ° y 28 °C así como con precipitaciones anuales entre los 1, 000 mm y 1, 200 mm (CONANP, 2006; Rico-Gray, 1982).

En la Reserva, el agua subterránea que corre hacia el Golfo de México aflora por vertimientos muy localizados, como ojos de agua y canales que interconectan a los petenes, el flujo proviene de la planicie interior donde las inclinaciones del terreno son menores a 0.5% y las rocas son de origen calizo sedimentario (CaCO₃). Entre los suelos destacan los regosoles, histosoles, rendzinas y gleysoles, la vegetación incluye petenes, manglares, selva mediana y baja subcaducifolia (CONANP, 2006; Mas y Correa, 1999).

Por medio de la interpretación de ortofotos y recorridos preliminares de campo se seleccionaron los sitios de muestreo; petenes de selva (≥ 500 m de diámetro) conservados y perturbados, los cuales se ubicaron hacia el área “centro” del área núcleo de la RBLP (Figura 1).

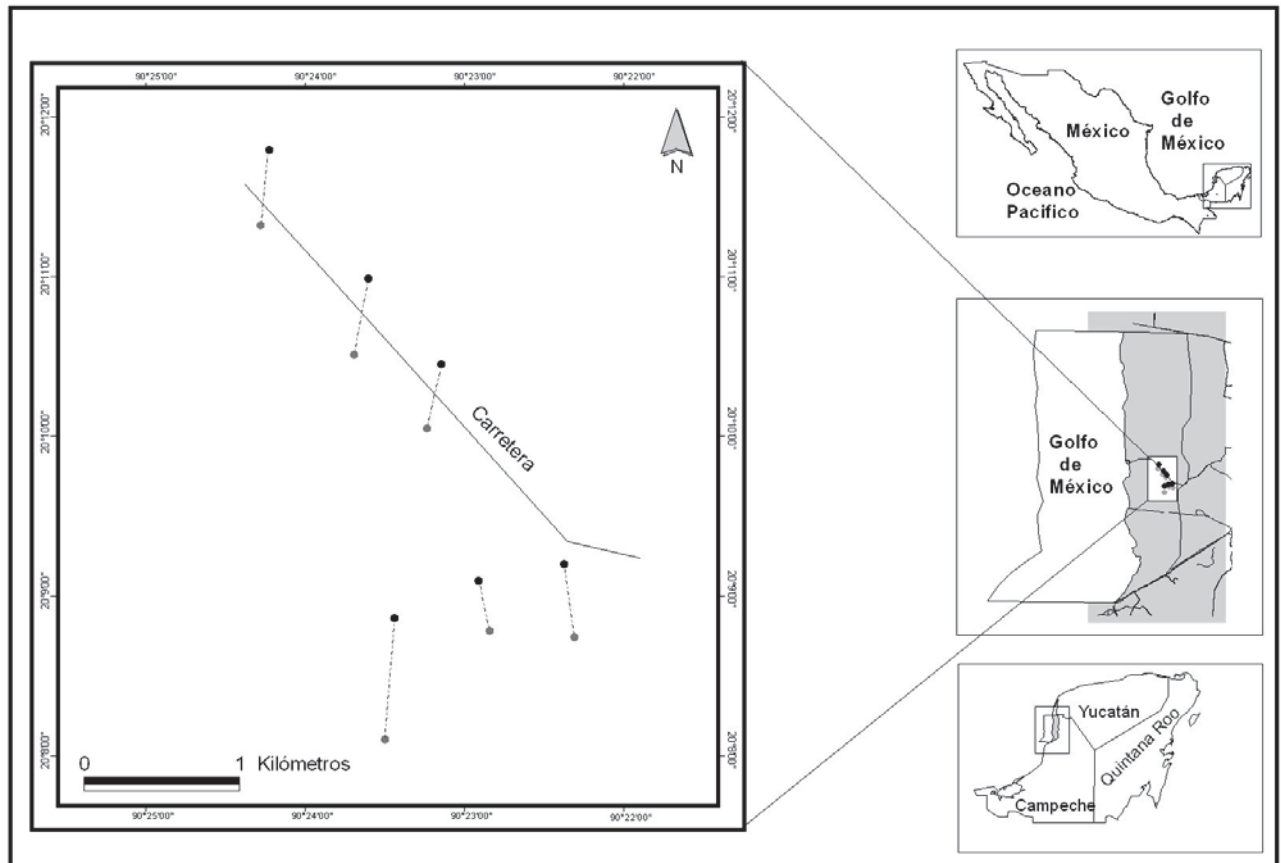


Figura 1. Ubicación de petenes conservados y petenes perturbados (atravesados por la carretera tramo hacia Isla Jaina) en la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Campeche, México. Detalle de los transectos (líneas punteadas), con su extremo norte (puntos negros) y sur (puntos grises) realizado en cada sitio de muestreo.

Los petenes conservados (C1, C2 y C3): 1) se ubicaron a una mayor distancia de caminos y comunidades 2) su acceso es más difícil en cualquier época del año, 3) no

presentaron caminos, veredas o rutas de acceso y 4) la perturbación es de carácter natural (árboles caídos y secos en pie).

Los petenes perturbados (P1, P2 y P3): 1) son de fácil acceso, 2) están cercanos a comunidades, 3) su historia de perturbación incluyó: fragmentación por la construcción de un camino (con terraplén encima del terreno natural), evidencia de incendios parciales, senderos y aprovechamiento de especies (flora y fauna).

Para el muestreo de vegetación se delimitó un transecto en banda (modificación al método de Trejo, 1993) para atravesar longitudinalmente de norte a sur cada petén. El ancho del transecto fue de 2 m, el área mínima de muestreo fue de 1000 m² (Gentry, 1998) y su longitud lo determinó el límite marcado naturalmente con el cambio fisonómico de vegetación de selva a manglar. El registro y muestreo se realizó en secciones de 10x2 m e incluyó:

censo de todos los individuos dentro del transecto, considerando el estrato arbóreo (≥ 3 m altura), arbustivo (< 3 m pero ≥ 1 m) y herbáceo (> 5 cm; < 1 m); b) nombre común, c) diámetro a la altura del pecho (D.A.P), d) altura total por individuo, e) cobertura, f) colecta de material (muestra con o sin estructura reproductiva), el cual fue nombrado de acuerdo a Cronquist (1988) y cotejado con ejemplares botánicos, con la ayuda de personal especializado del herbario del Museo de la Biodiversidad Maya (MBM) del Centro de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (CEDESU), de la Universidad Autónoma de Campeche. Con los datos registrados en petenes conservados y perturbados se obtuvo la composición de especies, valores de abundancia (número de individuos de cada especie), riqueza y diversidad de especies;

se calculó además la densidad, el área basal del estrato arbóreo y cobertura para el arbustivo y herbáceo.

En el transecto definido para muestreo de vegetación, se abrieron pozos pedológicos (1.5x2 m de ancho y 1.0 m de profundidad, cuando posible por profundidad efectiva del suelo), uno en el borde sur y uno más al centro de cada transecto.

El perfil se describió con la guía de campo para la descripción de suelos FAO (2009), para la caracterización fisicoquímica se colectó una muestra suelta (aproximadamente 1.0 kg) con cilindros de 5 cm de diámetro y 5 cm de largo, se tomaron muestras para determinar la densidad aparente del suelo. En total se tomaron 58 muestras, las cuales fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos de El Colegio de la Frontera Sur, se determinaron con suelo seco a temperatura ambiente: color (Munsell), densidad aparente (cilindros de 5 cm), pH (relación 1:2 en agua), porcentaje de carbonatos (método neutralización ácida), carbono orgánico (método Walkley y Black), nitrógeno total (método semi-microkjeldhal), fósforo (método Olsen para suelos neutros y alcalinos) y capacidad de intercambio catiónico (método acetato de amonio a 1 N y pH 7).

Para determinar si existían diferencias significativas ($P < 0.05$) entre petenes perturbados (P1, P2 y P3) y conservados (C1, C2 y C3) en valores medios de densidad y área basal arbórea, en la densidad y cobertura arbustiva y herbácea, se realizaron análisis de varianza (ANOVA) de una vía (Daniel, 1987). En las variables que el ANOVA (F) mostró diferencias entre las medias individuales de los petenes se realizó una prueba de Tukey (Daniel, 1987). Cuando no se cumplieron los supuestos de homogeneidad de varianzas

aún con la transformación de los datos se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (H), para probar si existen diferencias entre los seis petenes analizados, cuando hubo diferencias se realizó la prueba Newman-Keuls.

La riqueza y diversidad de especies fue evaluada a través del índice de Shannon-Weinner ($H' = - \sum_{i=1} p_i \ln p_i$) y para determinar si habían diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) se empleó la prueba de Hutcheson (Magurran, 2006).

Resultados

La mayor riqueza y diversidad de especies vegetales significativa se encontró en los petenes conservados (Figura 2, Anexo I). La familia Anacardiaceae representada por la especie *Metopium brownei* fue la más abundante del estrato arbóreo en petenes conservados y perturbados (Cuadro 1). En ese mismo estrato en petenes perturbados abundaron leguminosas de las familias Fabaceae y Mimosaceae, así como la familia Acanthaceae, mientras que en petenes conservados fueron Sapotaceae y Euphorbiaceae.

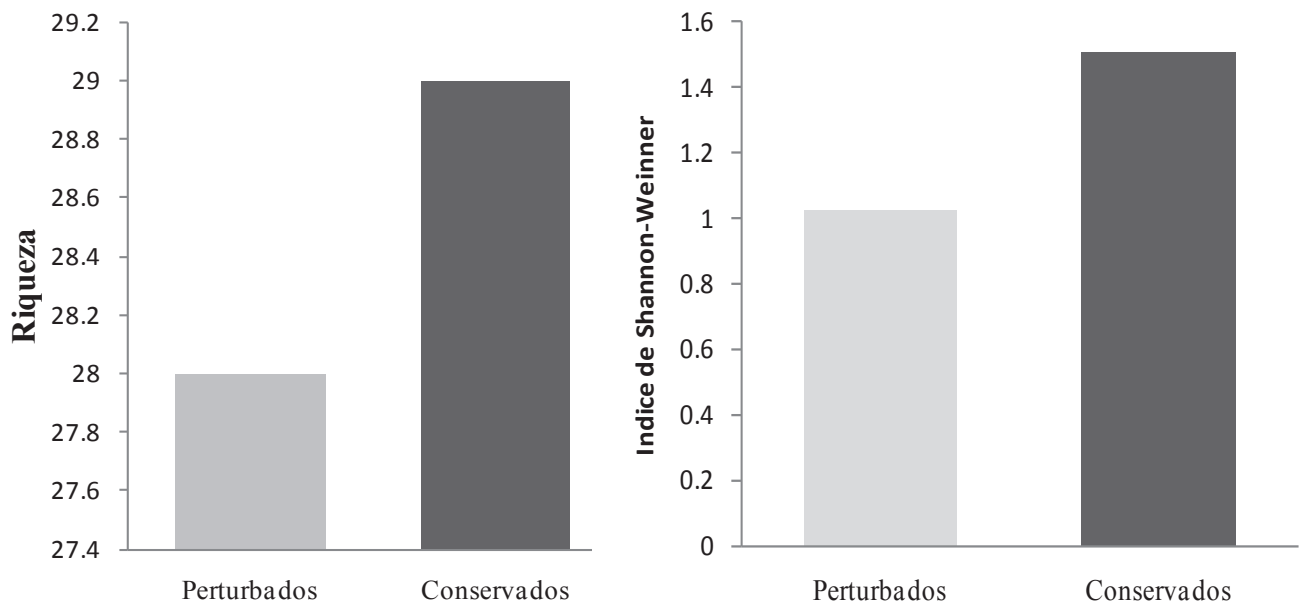


Figura 2. Valores de riqueza y diversidad (valor del índice de Shannon) obtenidos en los petenes de estudio.

Cuadro 1. Contribución por especie a la abundancia relativa (%) por estrato en los petenes de estudio.

Familia	Especie	Árboreo (%)		Arbustivo (%)		Herbáceo (%)	
		Conservados	Perturbados	Conservados	Perturbados	Conservados	Perturbados
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> Urb.	33.68	37.33	0.12	0.57	3.81	16.53
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P.Royen	13.38	6.51	0.52	0.38	5.27	2.15
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i> Sw.	10.53	8.64	0.07	0.35	35.49	7.50
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	6.64	5.03	0.04	0.17	0.03	1.31
Arecaceae	<i>Sabal japa</i> C. Wright ex Bartlett	6.64	1.81	1.60	0.53	28.82	3.27
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F.Daniel	5.98	11.99	92.52	92.19	5.95	58.80
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	3.80	4.51	0.09	0.08	1.09	0.32
Sapindaceae	<i>Talisia olivaeformis</i> (Kunth) Radlk.	2.94	1.16	0.01	-	0.54	0.17
Ebenaceae	<i>Diospyros verae-crucis</i> (Standl.) Standl	2.85	1.74	0.20	0.21	10.62	0.40
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum areolatum</i> L.	2.37	0.77	0.06	0.01	1.67	0.15
Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	1.99	0.32	-	-	0.34	-
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	1.71	1.61	0.03	0.06	0.41	0.30
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	1.61	1.81	-	-	-	-
Mimosaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	1.23	6.38	-	-	-	0.04
Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i> Urb.	1.04	0.97	-	-	0.24	0.08
Mimosaceae	<i>Lysiloma bahamensis</i> Benth.	0.28	5.16	-	-	-	1.37
Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	0.09	2.39	-	-	0.03	0.13
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	0.85	0.45	-	-	-	-
Verbenaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	0.66	0.71	-	-	-	-
Ebenaceae	<i>Diospyros yatesiana</i> Standl.	0.66	0.45	0.12	0.008	0.92	-
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King in Hook.	0.57	-	0.10	0.01	0.44	0.02
Fabaceae	<i>Erythrina standleyana</i> Krukoff	0.28	-	-	-	0.03	-
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> L.	0.19	0.13	-	-	-	-
Polygonaceae	<i>Coccoloba cozumelensis</i> Hemsl.	-	0.06	-	-	0.17	0.02
Flacourtiaceae	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	-	0.06	-	-	0.03	-
Cyperaceae	<i>Gladium jamaicense</i> Grantz	-	-	4.33	4.48	3.40	6.12
Mimosaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	-	-	0.01	-	0.03	-
Malvaceae	<i>Malva viscus arboreus</i> Cav.	-	-	0.07	0.04	0.34	0.04
Polypodiaceae	<i>Acrostichum daneaeifolium</i> Langsd. & Fisch.	-	-	-	0.78	-	1.27
Theophrastaceae	<i>Jacquinia aurantiaca</i> Ait.	-	-	0.10	0.078	0.31	0.00
Total de individuos		1,054.0	1,551.0	6,927.0	12,825.0	2,939.0	4,736.0

En el estrato arbustivo las familias Acanthaceae y Cyperaceae, representadas por *Bravaisia berlandieriana* y *Cladium jamaicense* fueron las más abundantes en ambos petenes. Sin embargo, la menor abundancia relativa de *B. berlandieriana* se registró en petenes conservados en comparación a los petenes perturbados (Cuadro 1). Además destacó con alta abundancia la familia Polypodiaceae con la especie *Acrostichum daneaefolium* en petenes perturbados y la familia Arecaceae con la especie *Sabal japa* en los conservados.

En petenes perturbados en el estrato herbáceo, destacaron las familias Acanthaceae, Anacardiaceae y Euphorbiaceae, mientras que en los conservados fueron Euphorbiaceae, Arecaceae y Ebenaceae. Las especies más abundantes en petenes conservados en este estrato fueron *Gymnanthes lucida* y *Sabal japa*, mientras que en petenes perturbados destacaron las especies *Bravaisia berlandieriana* y *Metopium brownei*.

Se registraron un total de 30, 032 individuos, petenes perturbados 124, 696.4 ind/ha; y en los petenes conservados 65, 978.6 ind/ha en los tres estratos analizados.

Hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) en el área basal del estrato arbóreo entre petenes conservados y perturbados, sin embargo, éstas se debieron únicamente al petén C2, el cual tuvo los valores promedios más altos entre todos los petenes. Igualmente, el petén C3, fue significativamente diferente en densidad arbórea y en densidad y cobertura en los estratos arbustivo y herbáceo al resto de los petenes (Cuadro 2). En el anexo II y III, se observan registros de evidencias de perturbación en cada sitio de muestreo.

Cuadro 2. Variables estructurales obtenidas a partir de transectos realizados al interior de cada sitio de muestreo y resultados del análisis de varianza por estrato entre petenes conservados y perturbados en la RBLP.

Área muestreo (ha) Longitud transecto (m)	PERTURBADOS			CONSERVADOS			ANOVA
	P1	P2	P3	C1	C2	C3	
	0.16 800	0.16 800	0.14 700	0.16 800	0.1 500	0.28 1400	
ARBÓREO							
No. Individuos	694	434	423	347	159	548	
Densidad (ind/ha)	542.19 ±366 _A	339.06± 242 _{AB}	431.63± 323 _A	271.09±124 _{AB}	318.00± 122 _{AB}	139.80±90.4 _{1B}	$F_{(5,44)} = 5.450$ $P < 0.0001$
Área basal (m ² /ha)	2.96 ± 1.72 _A	1.78± 0.78 _A	2.68± 1.71 _A	4.40± 2.78 _A	8.67± 3.39 _B	2.58± 1.3 _A	$F_{(5,44)} = 4.6274$ $P < 0.01$
ARBUSTIVO							
No. Individuos	4,210	4,679	3,936	4,465	1,065	1,397	
Densidad (ind/ha)	3,289.1±1849 _A	3,655.5±1898 _A	4,016.3±539 _A	3,488.3±2049 _A	2,130.0±1977 _A	356.38±2347 _B	$H_{(5,50)} = 25.63$ $P < 0.01$
Cobertura (m ² /ha)	792.2 ± 541 _A	941.06± 513 _A	1,016.2± 670 _A	1,040.6± 425 _A	585.6± 407 _A	116.17± 129.3 _B	$F_{(5,44)} = 14.139$ $P < 0.0001$
HERBÁCEO							
No. Individuos	1,186	2,033	1,517	724	666	1,549	
Densidad (ind/ha)	926.56±1234 _{AB}	1,588.28±872 _A	1,547.95±2031 _{AB}	565.62±660 _{AB}	1,332±490 _{AB}	395.15±261 _B	$F_{(5,44)} = 3.913$ $P < 0.01$
Cobertura (m ² /ha)	138.46±200 _{AB}	281.73±182 _A	274.18± 405 _{AB}	103.85± 101 _{AB}	43.781± 10.1 _B	19.78± 15.17 _C	$H_{(5,50)} = 27.4628$ $P < 0.001$

*Horizontalmente se puede observar que letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$), entre los valores medios (\pm Desviación Estándar) de las variables estructurales por estrato, entre los sitios de muestreo en petenes perturbados y conservados.

El estrato arbóreo de los petenes perturbados concentró la mayor abundancia de individuos en diámetros <10 cm con 80% del total de individuos (Figura 3), en orden de importancia aportaron (más de 30) a estas clases diamétricas *Metopium brownei*, *Bravaisia berlandieriana*, *Manilkara zapota* y *Lysiloma latisiliquum*. En petenes conservados aportaron a estas clases con 35% de los individuos, *Metopium brownei*, *Gymnanthes lucida* y *Manilkara zapota*.

Respecto a la distribución de alturas, los petenes perturbados concentraron 90.5% de los individuos contabilizados en las dos primeras clases y una baja abundancia en alturas ≥ 10 m. Los petenes conservados concentraron 52% de los individuos en alturas con 5.1 m hasta 10 m y una menor abundancia de individuos de 15 m (Figura 4).

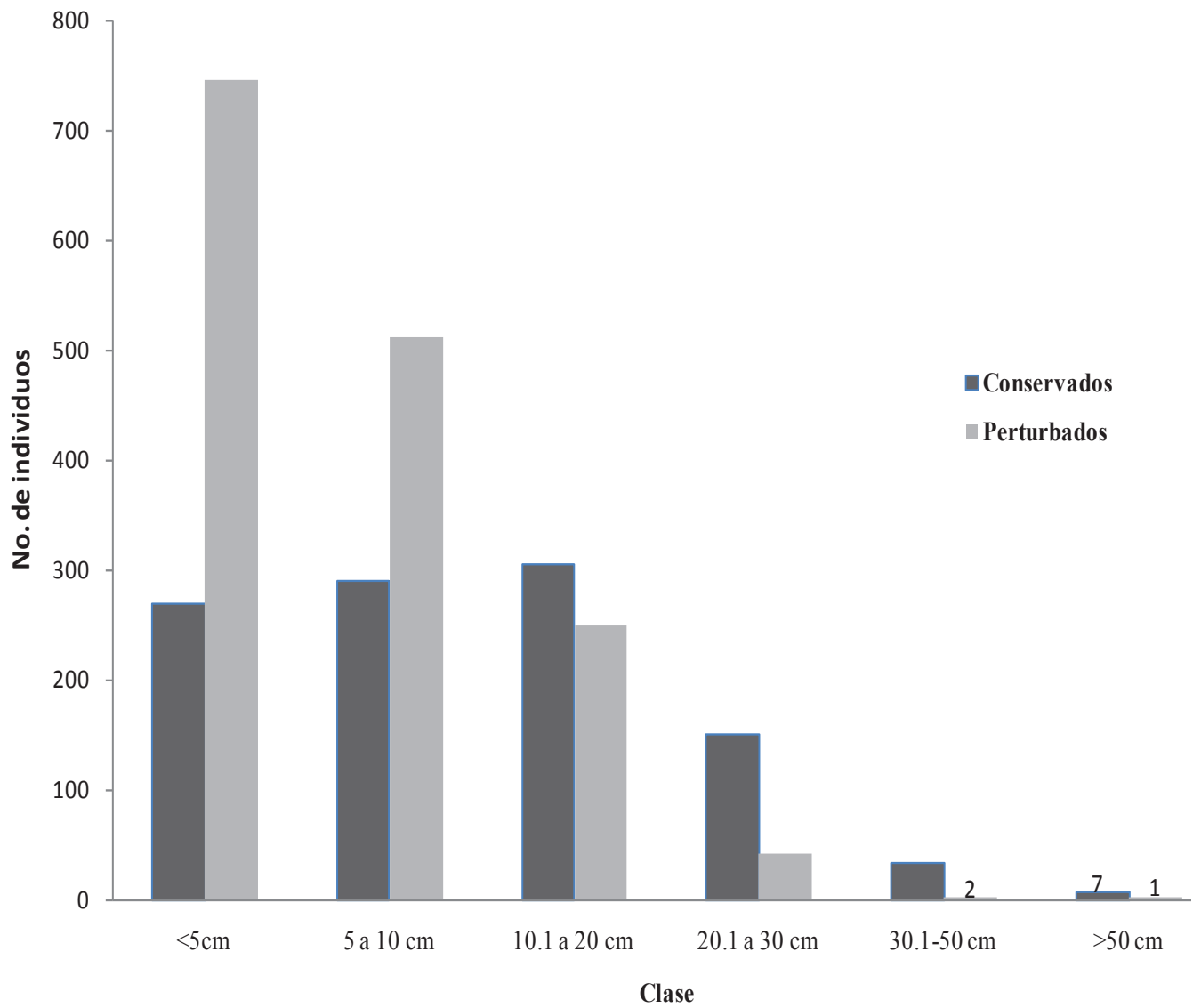


Figura 3. Comparación de las clases diamétricas en los petenes de estudio.

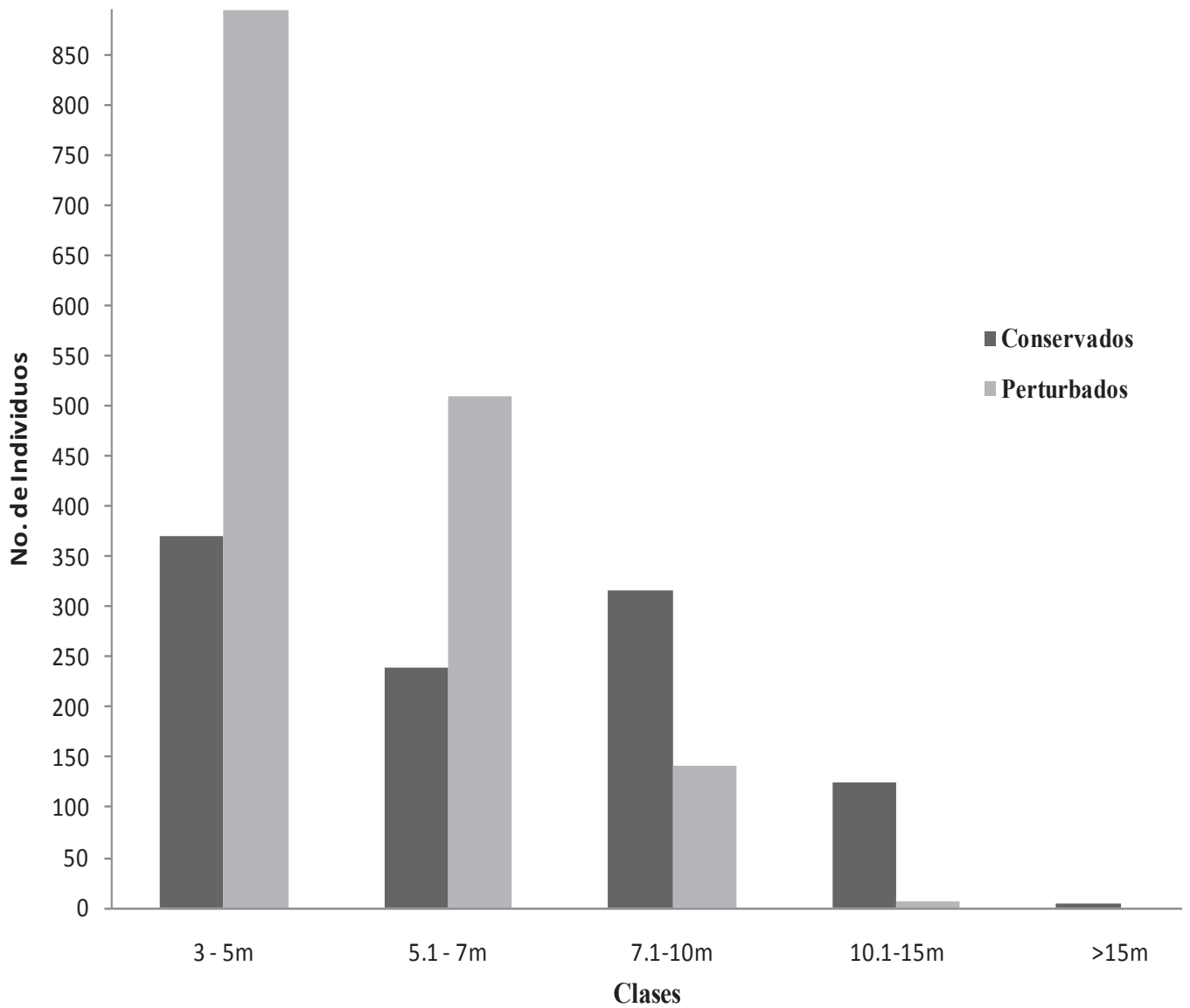


Figura 4. Comparativo de la altura del estrato arbóreo en los petenes de estudio.

Clasificación del suelo.

En el borde y centro de cada transecto, la unidad identificada fue clasificada como Leptosol mólico. Esta unidad se caracterizó por presentar suelos con alto contenido de materia orgánica y limitados en profundidad por material calcáreo.

En el cuadro 3, se muestran los horizontes identificados y sus propiedades fisicoquímicas. En todos los perfiles de suelo, se encontró un horizonte orgánico (O) formado a partir de la acumulación de restos vegetales en diferentes grados de descomposición (O_1 , O_2), el horizonte orgánico identificado se caracterizó por el predominio de coloraciones pardas a oscuras, pedregosidad nula, estructura débil tipo granular, alta porosidad, alta abundancia de raíces finas a gruesas (0.1 mm-2.5 cm) en un rango de 70 a 90% las cuales decrecieron con la profundidad. Presentó además baja densidad aparente (rango 0.23 a 0.73 Mg/mL), altas concentraciones de materia orgánica (hasta 38%), pH básico (hasta 7.8), alta capacidad de intercambio catiónico, fósforo y nitrógeno total.

En el perfil también se identificó un horizonte A, el cual se distinguió por una mezcla de material orgánico humificado con material mineral, con predominio de textura franca limosa, de estructura media, tipo granular hasta de 0.5 mm, con pocas raíces (5%) a comunes (hasta 40%) y porosidad baja a media (5-15%). También se registró un horizonte AC de transición, el cual se caracterizó tener una estructura moderada, con gránulos hasta 2.0 cm, sin presencia de raíces finas, sólo gruesas (5 a 30%) hasta de 1.0 cm. Finalmente se presentó un Horizonte C, formado por una capa de material tipo

calcáreo, de estructura media a fuerte, granular hasta 3 cm, con pocas raíces, gruesas (1 a 5%) y de porosidad muy baja (rango <2%;<5%).

Además, los valores obtenidos de densidad aparente en la distribución del perfil en los sitios se observa un incrementó a medida que lo hace la profundidad, en contraste a las concentraciones de parámetros como la materia orgánica, el nitrógeno total y la capacidad de intercambio catiónico. Todos los horizontes tuvieron material de origen calcáreo, el cual aumentó y disminuyó de forma irregular con la profundidad (Cuadro 3).

Cuadro 3. Caracterización Físicoquímica de perfiles de suelo en la RBLP

CENTRO	Ho	Prof. (cm)	Color (Hue/value/chroma)	CT	P	M.O	pH	D.A	C.E	CaCO ₃	N total	C.I.C.	
													mg/kg
C1	O ₁	0-2.5	10YR2/2		11.98	30.42	6.80	0.30	6.03	6.70	1.75	121.89	
	O ₂	2.5-5.7	10YR6/2	Café muy oscuro	2.28	24.33	7.62	0.44	9.57	11.60	11.00	62.69	
	A	5.7-15.5	2.5Y6/3	Café ligeramente amarillo	F	1.98	7.68	7.99	0.75	7.20	21.16	0.44	16.13
	AC	15.5-20	2.5Y8/2	Amarillo pálido	FL	1.68	5.12	7.99	0.73	5.45	19.85	0.29	13.93
	C	+20	10YR3/1	Gris muy oscuro	Fa	1.38	1.92	7.63	1.01	3.05	9.82	0.11	5.68
C2	O ₁	0-3	10YR2/2	Café muy oscuro	20.87	32.02	7.62	0.30	6.49	19.23	1.84	107.23	
	O ₂	3-9	2.5Y4/1	Gris oscuro	1.68	12.81	7.74	0.68	7.96	21.41	0.73	25.11	
	A	13-34	2.5Y8/2	Amarillo pálido	FL	1.38	6.40	7.88	0.76	5.76	21.28	0.37	15.21
	AC	34-48	2.5Y8/2	Amarillo pálido	FL	1.33	2.27	8.06	0.90	5.60	14.99	0.13	6.97
	C	+48	2.5Y8/	Amarillo pálido	FA	1.01	1.95	8.11	1.13	3.90	9.60	0.11	3.85
C3	O ₁	0-5	10YR2/2	Café muy oscuro	5.28	32.48	7.67	0.25	2.88	11.55	1.87	102.28	
	O ₂	5-17	2.5Y4/1	Gris oscuro	2.58	11.04	7.97	0.67	nd	21.23	0.63	26.21	
	A	17-24	5Y6/1	Gris	FL	3.48	3.57	8.20	0.85	7.34	21.32	0.20	11.00
	AC	24-41	10YR8/2	Café muy pálido	FL	2.28	1.62	8.09	1.00	3.05	9.82	0.09	3.85
	C	+41	10YR8/2	Café muy pálido	FaL	1.98	1.30	7.69	1.01	2.41	3.25	0.07	3.67
P1	O ₁	0-3	2.5Y3/2	Café grisáceo muy oscuro	14.57	28.91	7.53	0.30	2.77	13.08	1.66	111.26	
	O ₂	3-6	10YR3/2	Café grisáceo muy oscuro	4.08	17.22	7.71	0.54	7.28	14.28	0.98	56.46	
	A	6-18.5	10YR5/4	Café amarillento	FL	1.98	6.17	7.96	0.69	7.03	13.49	0.35	14.66
	AC	18.5-21	10YR8/2	Café muy pálido	FL	0.06	2.27	7.94	0.94	4.68	18.50	0.13	5.68
	C	+21	2.5Y8/	Amarillo pálido	FL	0.06	1.95	7.99	1.06	2.23	5.09	0.11	3.30
P2	O ₁	0-7	2.5Y3/3	Café olivo oscuro	14.90	34.75	7.33	0.27	7.46	9.48	2.00	122.81	
	O ₂	7-11	5YR2.5/2	Negro	3.22	15.27	7.83	0.65	6.07	19.61	0.88	31.53	
	A	11-18	2.5Y3/1	Gris muy oscuro	Fa	1.64	8.77	7.57	0.74	4.81	21.29	0.50	19.98
	AC	18-23	2.5Y8/2	Amarillo pálido	FL	1.01	2.27	7.96	0.96	3.20	3.70	0.13	4.03
	C	+23	2.5Y8/3	Amarillo pálido	FA	0.69	1.95	8.04	0.91	2.41	3.25	0.11	3.12
P3	O ₁	0-5	10YR3/2	Café grisáceo muy oscuro	22.47	27.15	7.59	0.37	5.97	13.20	1.56	104.11	
	O ₂	5-11	10YR6/3	Café pálido	18.05	21.98	7.68	0.59	10.46	21.38	1.26	46.37	
	A	11-18	10YR6/3	Café pálido	FL	2.90	3.56	8.06	0.66	7.95	21.28	0.20	20.90
	AC	18-28	2.5Y7/2	Ligeramente gris	FL	2.59	3.23	7.96	0.87	5.66	18.90	0.19	9.90
	C	+28	2.5Y8/2	Amarillo pálido	FA	1.33	1.29	8.02	1.04	2.64	6.91	0.07	3.67

HO=horizonte C=clase textural F=franco A=arcilloso L=limoso FA=franco-arcilloso Fa= franco arenoso FAL=franco-arcilloso-limoso P=fósforo M.O=densidad aparente D.A=densidad orgánica D.A=conductividad eléctrica CaCO₃= carbonato de calcio Ntotal= Nitrógeno total C.I.C=capacidad de intercambio catiónico. nd=no disponible

Continuación Cuadro 3.

BORDE	Ho	Prof. (cm)	Color (Hue/value/croma)	CT	P	mg/kg	M.O	pH	D.A	C.E.	CaCO ₃	N _{total}	C.I.C.
C1	O ₁	0-5	10YR3/4	Café amarillento oscuro		14.28	23.37	7.85	0.76	5.25	7.08	1.34	78.27
	O ₂	05-10	5YR5/1	Gris		8.58	24.33	7.83	0.37	9.13	14.55	1.4	76.99
	A	10-21.5	2.5Y7/2	Ligeramente gris	FA	4.98	10.25	7.94	0.64	8.53	21.15	0.59	23.28
	AC	21.5-30	2.5Y8/2	Amarillo pálido	FA	2.58	11.53	8.03	0.75	5.76	21.17	0.66	13.01
	C	+30	7.5YR5/1	Gris	FL	1.68	3.2	7.97	1.01	2.53	7.98	0.18	8.25
C2	O ₁	0-12	2.5Y8/3	Amarillo pálido		24.47	38.42	7.61	0.23	1.33	13.49	2.2	162.22
	O ₂	12-29	2.5Y3/2	Café grisáceo muy oscuro		13.08	17.29	7.77	0.56	3.88	21.36	0.99	43.44
	A	29-43	5Y8/1	Blanco	FA	3.78	5.44	7.92	0.9	8.6	21.34	0.32	14.85
	AC	43-50	5Y8/2	Amarillo pálido	FL	2.58	4.48	8.1	0.92	5.24	21.32	0.26	7.33
	C	+50	5Y8/3	Amarillo pálido	FA	1.98	3.2	7.56	1.1	2.96	7.31	0.18	15.4
C3	O ₁	0-8	10YR3/1	Gris muy oscuro		13.08	35.08	7.8	0.29	1.15	9.63	2.01	229.49
	O ₂	8-19	2.5Y5/1	Gris		6.48	20.79	7.8	0.5	7.82	9.42	1.19	47.11
	A	19-36	2.5Y8/1	Blanco	FL	1.98	4.22	8.17	0.79	6.16	21.28	0.24	12.46
	AC	36-47	2.5Y8/2	Amarillo pálido	FA	1.38	2.27	8.19	0.97	4	17.63	0.13	5.5
	C	+47	2.5Y8/2	Amarillo pálido	FAL	1.08	2.27	8.08	1.1	3.06	7.83	0.13	4.22
P1	O ₁	0-3	10YR3/2	Café grisáceo muy oscuro		32.87	37.35	6.87	0.24	6.8	11.56	2.15	156.54
	O ₂	3-11	10Y4/1	Gris oscuro		27.47	36.05	7.16	0.29	9.79	12.64	2.07	95.13
	A	11-22	2.5Y4/1	Gris oscuro	FA	21.17	21.76	7.08	0.58	11.2	13.05	1.25	47.47
	C	+22	2.5Y6/1	Gris	FL	7.98	8.12	6.86	0.7	10.49	21.07	0.47	24.75
	P2	O ₁	0-10	10YR3/2	Café grisáceo muy oscuro		22.47	25.01	7.53	0.33	6.6	13.89	1.44
P3	O ₁	0-4	5Y3/1	Gris muy oscuro		32.89	30.21	7.61	0.6	2.53	14.37	1.73	92.2
	O ₂	4-12	5Y2.5/1	Negro		12.06	16.57	7.71	0.67	5.95	21.23	0.95	30.98
	A	12-27	2.5Y5/3	Café ligeramente olivo	FL	1.33	2.27	7.88	0.26	7.05	21.35	0.13	16.5
	AC	27-32	2.5Y7/2	Ligeramente gris	FL	1.01	4.22	7.89	0.81	5.97	19.07	0.24	10.63
	C	+32	2.5Y8/2	Amarillo pálido	FA	0.38	1.29	8.05	0.99	2.6	7.25	0.08	3.3

Discusión

La riqueza y diversidad de especies registrada en petenes conservados y perturbados, siguieron tendencias reportadas en petenes de Campeche (Mas *et al.*, 2000; Duran, 1987) y en la Reserva Estatal Dzilam en Yucatán (Trejo, 1993), con variaciones de 11 a 28 especies en total encontradas por petén. Sin embargo se obtuvieron valores más altos en los petenes de estudio denominados conservados, este incremento es similar al observado en bosques primarios con respecto a bosques que han sido impactados por incendios (Sánchez *et al.*, 2007), extracción (Condong y Herbohn, 1993), así como en secuencias de sucesiones de diferentes edades en bosques manejados en Brasil (Reiners *et al.*, 1994).

En bosques afectados por extracción en el corto (2.5 años) y largo plazo (50 años) estudiados por Seng *et al.* (2004), no se observaron cambios en la composición de las especies, sin embargo como señalan Álvarez-Yépiz *et al.* (2008), Peña-Claros (2003), Finegan (1996), entre otros, la composición y abundancia varían e incrementan conforme lo hace la edad de bosques manejados.

En petenes perturbados, en cuanto la composición y abundancia relativa de las especies del estrato arbóreo destacaron las familias Fabaceae, Mimosaceae (leguminosas) y Acanthaceae (Cuadro 1), siendo precisamente las que marcan cambios en los resultados obtenidos entre los petenes de estudio, las cuales se podrían tomar como indicadoras de perturbación.

La continua perturbación antropogénica, ha contribuido a una alta abundancia de especies como las leguminosas, algo que ha sido registrado en selvas perturbadas antropogénicamente en diferentes estados sucesionales debido a incendios, tumba-roza-quema, así como extracción selectiva de especies (Sánchez *et al.*, 2007; Read y Lawrence, 2003; Váldez-Hernández, 2001). Se ha observado que la apertura de claros favorece la regeneración de éstas especies secundarias por sus amplios rangos de tolerancia a la luz. Para evaluar las diferencias en la composición de las especies observadas entre los petenes estudiados, debe considerarse el tipo, magnitud, frecuencia e intensidad de las perturbaciones, pues éstas influyen en la disponibilidad de las especies que estarán recolonizando las nuevas áreas como lo indica Turner *et al.* (1998).

En petenes perturbados destacaron por su alta abundancia; especies de rápido crecimiento (*Metopium brownei*, *Bravaisia berlandieriana* y *Lysiloma latisiliquum*) que caracterizan los bosques y selvas perturbadas estudiadas por Sánchez *et al.* (2007), López y Tamarit (2005), Ross *et al.* (2001), Brown y Lugo (1990), Macario *et al.* (1995), Congdon y Herbohn (1993), Rico y Gómez-Pompa (1975); indicando que algunas de estas especies abundan en las etapas iniciales de la perturbación y permanecen hasta estadios de selva conservada. Sin embargo, de detenerse la perturbación antropogénica en los sitios perturbados podría esperarse una reducción en la abundancia de estas especies, con restablecimiento de la composición, dominancia y diversidad de especies como lo encontrado en sitios sometidos a diferentes perturbaciones humanas y adyacentes a bosques conservados (Valdéz-Hernández, 2001; Reiners *et al.*, 1994).

La composición así como la abundancia del estrato arbustivo y herbáceo, mostró que la perturbación ha ocasionado reducciones en la abundancia de algunas familias como Aracaceae representadas por *Sabal japa* y *Sabal mexicana*, la cuales son demandadas y aprovechadas por habitantes de comunidades en la región (Méndez, 2005; Pat *et al.*, 2006). Por otra parte, familias como Acanthaceae representada por *Bravaisia berlandieriana*, se caracterizaron por mantener altas abundancias en los tres estratos estudiados en los petenes perturbados (Cuadro1). En este sentido es importante considerar que la perturbación influyó, en la reducción de especies aprovechables similar a lo observado por Hall *et al.* (2003), así como en la proliferación de especies agresivas que colonizan rápidamente las áreas alteradas como las aquí estudiadas en los sitios denominados perturbados, lo cual coincide con las observaciones por Zamora (2003) para *B. berlandieriana*.

Los resultados obtenidos en la densidad y área basal en general, siguieron las tendencias que caracterizan la estructura de petenes con dominancia de selva (Mas *et al.*, 2000; Durán, 1987). Sin embargo, la disminución de individuos con D.A.P mayores a 10 cm obtenida en sitios perturbados, puede ser influenciada por la continua extracción de especies arbóreas con diámetros y alturas de interés aprovechable. Diversos autores indican que el aprovechamiento selectivo reduce el número de árboles de gran talla (Vester *et al.*, 2007; Hall *et al.*, 2003; Reiners *et al.*, 1994; Condong y Herbohn, 1993). Concordando también con lo reportado por Peña-Claros (2003) para bosques manejados (2 a 40 años) de la Amazonia Boliviana, en los cuales registró alturas del dosel mayores conforme incrementó la edad del bosque. Álvarez-Yépiz

(2008) en bosques secundarios después de 20 años observó, una acumulación mayor al 40% del área basal de un bosque maduro.

Los impactos a la vegetación por fenómenos naturales (huracán) registrados por Sánchez-Sánchez e Islebe (1999) en un sitio de selva mediana subperennifolia, no ayudan a explicar los resultados obtenidos en petenes perturbados, pues según estos autores después del paso del huracán se observó un mayor derribo de árboles con diámetros pequeños (3.3-10 cm) y mayor sobrevivencia de los árboles de las clases diamétricas más grandes (>10 cm). Además la mortalidad durante este tipo de eventos se concentra en mayor proporción entre los elementos de la sucesión temprana y las porciones donde ocurre, crea claros que rápidamente son colonizados por diferentes conjuntos de especies (Ross, *et al.*, 2001).

También el incremento en el número de individuos en clases diamétricas y altura reducida registrado en sitios perturbados evidenció que la extracción de especies influye en una alta regeneración de individuos, lo que sugiere un estado de sucesión en esos sitios, pues durante las primeras etapas o años dominan especies herbáceas con un alto número de individuos y baja diversidad. Posteriormente destacan en abundancia los arbustos y hacia un estado de sucesión más avanzado, hay una clara dominancia de individuos arbóreos jóvenes (Rico-Gray y García-Franco, 1992; Rico y Gómez-Pompa, 1975; Gomez-Pompa y Vázquez-Yañez, 1975).

Derivado de los resultados obtenidos en la composición, abundancia relativa, riqueza y diversidad de especies, se recomienda un muestreo en el cual se consideren también variables como el tipo, frecuencia, intensidad y magnitud de las perturbaciones

antropogénicas, para comenzar a construir un análisis completo de cómo es su influencia en el tiempo (sucesión) y condiciones ambientales.

Excluyendo las diferencias significativas en los parámetros estructurales entre petenes conservados vs perturbados, debido a dos petenes, se percibe una tendencia a la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos. Sin embargo, probablemente debido a la alta desviación estándar en los datos, las diferencias no se manifiestan significativamente. Dado lo anterior, se recomienda en el muestreo considerar un nivel más fino de medición, para disminuir la variabilidad en los datos, así como incluir otros factores naturales y antropogénicos, que ayuden a detallar el análisis estadístico para poder establecer diferencias claras entre las variables de medición.

Resultados similares a los aquí encontrados en parámetros de la estructura, fueron también obtenidos al comparar sitios con extracción selectiva con seis meses y 18 años de abandono estudiados por Hall et al. (2003), al no encontrar diferencias significativas en términos de área basal y densidad, atribuyendo sus resultados a factores estresantes del medio, daño residual así como al incremento del reclutamiento de individuos de clases más pequeñas. En futuros estudios, se recomienda en la medida de lo posible considerar la medición de otras variables, como la densidad de árboles muertos por incendios y extracción de resina, por caída, muerte por defoliación de la copa durante fenómenos como los huracanes, así como la frecuencia de claros por causa natural y antropogénica, e historia de uso del sitio.

La unidad edáfica determinada fue Leptosol mólico (FAO, 1998) en petenes conservados y perturbados, esta unidad parece ser común en microrrelieves recientes en el karst de la Península de Yucatán, sin embargo los encontrados en los petenes

estudiados, presentan altas concentraciones de materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y capacidad de intercambio catiónico en comparación a los determinados por Bautista y Estrada-Medina (2005).

Los suelos en los petenes estudiados no reunieron las cantidades necesarias de carbonatos de calcio (>40%) para ser clasificados como Leptosoles rendzicos, así como tampoco se encontraron rocas afloradas para ser clasificados como Leptosoles líticos. La influencia de la vegetación es clara en el desarrollo y fertilidad del suelo en petenes conservados y perturbados, al ser fuente importante de materia orgánica y nutrimentos para el ecosistema. Los suelos estudiados proveen las condiciones óptimas para la recolonización de los organismos por su alta fertilidad, sin embargo pueden ser más susceptibles a su degradación fisicoquímica, por oxidación de la materia orgánica durante su combustión en incendios (Certini, 2005).

Durante incendios de baja intensidad la ceniza provee una disponibilidad de nutrientes y en fuegos de media a alta intensidad (>300°C), la fijación se incrementa en la superficie del suelo inducida por el calor en la superficie del suelo (Ketterings *et al.*, 2002) por lo que las altas concentraciones de materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y capacidad de intercambio catiónico obtenidas en petenes perturbados, pueden ser explicadas por diferencias en las intensidades del fuego a las que continuamente se someten los sitios por la actividad antropogénica. Los autores Uribe y Petit (2007), en un estudio al evaluar el comportamiento químico del suelo bajo diferentes coberturas y dos períodos de barbecho (corta y quema) a 2 y 4 años, encontraron que los efectos de la quema resultaron en incrementos de materia orgánica, fósforo, potasio y pH, por lo que reportan contribuciones al restablecimiento de la fertilidad del suelo.

Es claro que la extracción de especies, fuegos intermitentes no es una adecuada alternativa de manejo en áreas destinadas a la conservación como es el caso de la RBLP, sin embargo los resultados obtenidos en las características de la unidad edáfica en los sitios, sugieren que el uso en petenes denominados perturbados no ha degradado las condiciones del suelo.

Conclusiones

Las diferencias significativas, observados en la riqueza, diversidad composición y abundancia relativa de las especies vegetales entre petenes perturbados y conservados, se atribuyen a la influencia de la perturbación antropogénica

Las clases diamétricas y de alturas en petenes perturbados concentraron una alta abundancia de individuos arbóreos en las clases más pequeñas, por lo que pueden considerarse como indicadoras de la influencia antropogénica en petenes de selva.

Las diferencias estadísticamente significativas fueron obtenidas en petenes perturbados y conservados, en las variables de densidad, área basal y cobertura en cada uno de los diferentes estratos analizados. Sin embargo, es importante mencionar que dos de los petenes “C2” y “C3” son los que marcaron las diferencias.

En petenes conservados y perturbados, la unidad edáfica fue clasificada como Leptosol mólico y se caracterizó por presentar horizontes superficiales con altos contenidos de materia orgánica, fósforo, nitrógeno, capacidad de intercambio catiónico y baja densidad aparente.

Agradecimientos

El primer autor agradece ampliamente a El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), al Consejo Nacional de la Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca asignada para la realización de los estudios de maestría así como al Posgrado por el Apoyo al Trabajo de Tesis de Maestría proporcionado. A Ricardo Góngora Chín y Rodolfo Trejo Noriega, del Herbario del Centro de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (CEDESU) de la Universidad Autónoma de Campeche, por el apoyo y dedicación en la identificación de los ejemplares botánicos. A todos y cada uno, de los acompañantes durante el trabajo de campo por su valiosa ayuda, porque sin su apoyo no hubiera sido posible realizar este trabajo. A César Uriel Romero Herrera, Director de la Reserva de la Biosfera de Los Petenes (2009-2010) por las facilidades y apoyo para realizar las actividades de campo.

Literatura citada

- Álvarez-Yépiz J.C., Martínez-Yrizar A., Búrquez A. y Lindquist C. 2008. Variation in vegetation structure and soil properties related to land use history of old-growth and secondary tropical dry forests in northwestern Mexico. *Forest ecology and management* 256: 355-366.
- Barrera A. 1982. Los Petenes al noroeste de Yucatán: Su exploración ecológica en perspectiva. México. *Biótica* 7: 163-169.
- Bautista F., Batillori S.G., Palacio M., Ortíz P.M., Castillo G.M. 2005. Integración del conocimiento actual sobre paisajes geomorfológicos de la Península de Yucatán. En: Bautista Z F. y Palacio A. Eds. *Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales*, pp. 33-58, Universidad Autónoma de Campeche y Universidad Autónoma de Yucatán.
- Bautista F. y Estrada-Medina H. 2005. Relación entre relieve y suelos en la zona ex henequenera de Yucatán. En: Bautista Z F. y Palacio A. Eds. *Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales*, p. 133 – 144, Universidad Autónoma de Campeche y Universidad Autónoma de Yucatán.
- Brown S. y Lugo A.E. 1990. Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology* 6: 1-32.

- Boose E.R., Foster D.R.A., Barker Plotkin, Hall B. 2003. Geographical and historical variation in hurricanes across the Yucatan Peninsula. En Gomez- Pompa A., Allen M.F., Fedick S. and Jimenez-Osornio J.J. Eds. *Lowland Maya area: three millennia at the human-wildland interface*, pp 193-213, Haworth Press, New York, New York, USA.
- Cairns A.M., Haggerty K.P., Alvarez R., De Jong H.B., Olmsted I. 2000. Tropical Mexico's Recent Land-Use Change: A Region's Contribution to the Global Carbon Cycle. *Ecological Applications* 10(5): 1426-1441.
- Certini G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: A Review. *Oecología* 1(143): 1-10.
- Cervera T. 1863. *Tratados sobre la clasificación de tierras de Yucatán*. Repertorio Pintoresco. Mérida Yucatán, México: 219-224.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2006. Programa de conservación y manejo de la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP-SEMARNAT) México, D. F.
- Condong R. y Herbohn J. 1993. Ecosystem dynamics of disturbed and undisturbed sites in north Queensland wet tropical rain forest. I. Floristic composition, climatic and soil chemistry. *Journal Tropical Ecology* 9: 349-363.

Convención sobre los Humedales (RAMSAR). 2003. Ficha Informativa de los Humedales Ramsar. From < ramsar.conanp.gob.mx/documentos/fichas/41.pdf.> (Consultado 27 septiembre 2009).

Chapin S. F., Zavaleta S., Eviners V., Naylor R., Vitousek P., Reynolds H., Hooper D., Lavorel S., Sala O., Hobbie S., Mack M. y Díaz S. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.

Cronquist A. 1988. The Evolution and Classification of flowering plants. Second edition. The New York Botanical Garden Bronx, New york 10458, USA.

Daniel W. 1987. Bioestadística. 3a. edición. Editorial Limusa. México, D.F. 667 pp.

Durán G.R. 1987. Descripción y análisis de la estructura y composición de la vegetación de los petenes del noroeste de Campeche, México. *Biótica* 12(3): 181-198.

FAO (Organización de las Naciones Unidad para la agricultura y la Alimentación). 2009. Guía para la descripción de suelos. Cuarta edición. Traducción de Ronald Vargas Rojas (proyecto FAO-SWALIM, Nairobi, Kenya-Universidad Mayor de San Simón, Bolivia). Roma.

FAO-UNESCO-ISRIC (Food and Agriculture Organization-United Nations Educational Scientific and Cultural Organization-International Soil Reference and Information Centre). 1998. Soil Map of the World. Revised Legend. Technical paper 20. Roma, Italia.

Finegan B. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forest: the first 100 years of succession. *Ecol. Evol* 11(3): 119-124.

- Flores J.S. y Espejel I. 1994. Los tipos de vegetación de la Península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense* 3. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida Yucatán México: 135 p.
- Gentry A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of Missouri Botanical Garden* 75: 1-34.
- Gómez-Pompa A. y Vázquez-Yañez C. 1975. Estudios sobre sucesión secundaria en los trópicos cálido húmedos: El ciclo de vida de las especies secundarias. En Gómez-Pompa A., Vázquez-Yanes C., del Amo R S, Butanda C.A (Eds). Págs: 579-593. *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz México*, Centro de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos. Xalapa Ver.
- Grigal F.D. 2000. Effects of extensive forest management on soil productivity. *Forest ecology and management* 138: 167-185.
- Hall S.J., Harris J.D., Medjibe V. y Ashton P.M.S. 2003. The effects of selective logging on forest structure and tree species composition in a Central African Forest: implications for managements of conservation areas. *Forest ecology and management* 183: 249-264.
- Hernández-Trejo H. 2009. Efectos de las perturbaciones naturales y antropógenas en la estructura del manglar de la mancha Veracruz. Instituto Nacional de Ecología. Tesis de doctorado. Xalapa, Veracruz México: 115 p.

- Islebe G.A., Torrescano-Valle N., Váldez-Hernández M., Tuz-Novelo M., Weissenberger H. 2009. Efectos del impacto del huracán Dean en la vegetación del sureste de Quintana roo, México. *Foresta Veracruzana* 11(1): 1-6 p.
- Ketterings Q.M., van Noordwijk M., Bigham J.M. 2002. Soil phosphorus availability after slash-and-burn fires of different intensities in rubber agroforests in Sumatra, Indonesia. *Forest ecology and management* 92: 37-48.
- Landa D.F. 1556. Etimología del nombre de esta provincia, situación de ella. En Dante Ed. Págs 251 pp: *Relación de las cosas de Yucatán*. Mérida Yucatán México
- López T.J.L y Tamarit U.J.C. 2005. Crecimiento e incremento en diámetro de *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth en bosques secundarios en Escárcega Campeche, México. *Revista Chapingo*, Serie ciencias forestales y del ambiente 2(11): 117-123.
- Macario M.P.A., García M.E., Aguirre R.J.R., Hernández X.E. 1995. Regeneración natural de especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por extracción forestal. *Acta Botánica Mexicana* 32: 11-23.
- Magurran A. E. 2006. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing: 256 pp.
- Mas J.F. y Correa S.J. 1999. Análisis de la fragmentación del paisaje en el área protegida "Los Petenes", Campeche, México. Investigaciones Geográficas. *Boletín del Instituto de Geografía UNAM*. 43:42-59.

- Mas J.F., Correa S.J., Bocanegra De A., Zamora C.P., Pérez V.A., Sosa L.A., Villalobos Z.G. y Zetina T.R. 2000. Fragmentación de Hábitats y evaluación de la biodiversidad en la región “Los Petenes” Campeche. Reporte Final. CONABIO.
- Méndez C.F. 2005. Estudio preliminar del aprovechamiento de la flora y fauna silvestres en dos comunidades del norte de Campeche. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Facultad de Biología. Xalapa, México. 1-61 p.
- Miranda F. 1978. *Vegetación de la península yucateca*. 2ª. Imp. Colegio de Postgraduados-SARH. Chapingo, México.
- Moo C.F. 2009. Producción y comercialización de carbón vegetal en la comunidad Xkakoch, aledaña a la Reserva de la Biosfera de Los Petenes. Tesis Licenciatura. Instituto Tecnológico de Chiná Campeche, México. 1-88 pp.
- Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., da Fonseca G.A.B., Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Olmsted I., Loope L.L. y Hilsenbeck C.E. 1980. Tropical hardwood hammocks of the interior of Everglades National Park and Big Cypress National Preserve. National Park Service. South Florida Research Center. Report T 604. Everglades National Park. Florida
- Pat F.J., Hernández B.P., Sánchez P.L., y Villalobos Z.G. 2006. El contexto demográfico, económico y social en comunidades aledañas a la Reserva de la Biosfera Los Petenes. Memoria de Taller Participativo. El Colegio de la Frontera Sur.

- Peña-Claros M. 2003. Changes in forest structure and species composition during secondary forest succession in the Bolivian Amazon. *Biotropica* 35(4): 450-461.
- Read L. y Lawrence D. 2003. Recovery of biomass following shifting cultivation in dry tropical forests of the Yucatan. *Ecological Applications* 13(1): 85-97.
- Reiners A.W., Bouwman F.A., Parsons J.W.F. y Keller M. 1994. Tropical rain forest conversion to pasture: changes in vegetation and soil properties. *Ecological applications* 4(2): 363-377.
- Rico-Gray V. y García-Franco J.G. 1992. Vegetation and soil seed bank of successional stages in tropical lowland deciduous forest. *Journal of Vegetation Science* 3: 617-624.
- Rico B.M. y Gómez-Pompa A. 1975. Estudio de las primeras etapas sucesionales de una selva alta perennifolia en Veracruz, México. En Gómez-Pompa A., Vázquez-Yanes C., del Amo R S, Butanda C.A (Eds). Págs: 579-593. *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz México*, Centro de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos. Xalapa Ver.
- Rico-Gray V. 1982. Estudio de la vegetación de la zona costera inundable del noroeste del estado de Campeche, México: Los Petenes. *Biótica* 7(2):171-203.
- Rodríguez R.J. 1992. Reporte de la existencia de petenes en la Península de Zapata, provincia de Matanzas Cuba. Instituto de Geografía. Academia de ciencias de Cuba. La Habana Cuba.

- Ross M.S., Carrington M., Flynn L.J. y Ruíz P.L. 2001. Forest succession in tropical hardwood hammocks of the Florida Keys: effects of direct. *Biotrópica* 1(33): 23-33
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México D.F.
- Sánchez A.R. y Rebollar S.D. 1999. Deforestación en la Península de Yucatán. *Madera y Bosques* 5(2):3-17.
- Sánchez S.O., Islebe A.G., y Valdéz H.M. 2007. Flora arbórea y caracterización de gremios ecológicos en distintos estados sucesionales de la selva mediana de Quintana Roo. *Foresta Veracruzana* 9(2):17-26.
- Sánchez S.O. and Islebe G. 1999. Hurricane Gilbert and Structural Changes in a Tropical Forest in South-Eastern Mexico. *Global Ecology and Biogeography* 8:29-38.
- SEMARNAT-CONAFOR-INE (Secretaría de Medio Ambiente-Comisión Nacional Forestal-Instituto Nacional de Ecología). 2007. *Reporte sobre las variaciones climáticas y las actividades humanas en la degradación de tierras en México*. México, D.F: 35 pp.
- Seng H.W., Ratnam W., Noor S.M. and Clyde M.M. 2003. The effects of the timing and method of logging on forest structure in Peninsula Malaysia. *Forest Ecology and Management* 203: 209-228.
- Trejo T.F. 1993. Vegetación, suelos e hidrodinámica en dos petenes de la Reserva Estatal en Dzilam Yucatán. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida Yucatán: 169 pp.

- Turner, M.G., Baker W.L, Peterson C.H.J., Peet R.K. 1998. Factors influencing succession: lessons from large, infrequent natural disturbances. *Ecosystems* 1: 511-523
- Turner B.L., Cortina V.S., Foster D., Geoghegan J., Keys E., Kepleis P., Lawrence D., Mendoza P., Manson S., Ogneva-Himmelberger Y., Plotkin A., Pérez S.D., Chowdhury R., Savitsky B., Schneider L., Schmook B., Vance C. 2001. Deforestation in the southern Yucatán peninsular region: an integrative approach. *Forest Ecology and Management* 154: 353-370.
- Uribe V.G y Petit A.J. 2007. Contribución de los barbechos cortos en la recuperación de la fertilidad del suelo en milpas del estado de Yucatán, México. *Revista Chapingo*. Serie ciencias forestales y del ambiente. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México 2(13):137-142.
- Valdéz-Hernández M. 2001. Desarrollo de la vegetación en una selva tropical después de tres tipos de disturbio. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. Chetumal, Quintana Roo. 13 p.
- Vester F.M.H., Lawrence D., Eastman R. J., Turner II B. L., Calmé S., Dickson R., Pozo C., Sangermano F. 2007. Land Change in the Southern Yucatán and Calakmul Biosphere Reserve: Effects on Habitat and Biodiversity. *Ecological Applications* 4(17): 989-1003.
- Vitousek M.P. 1992. Global environmental change: An introduction. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23: 1-14.

Zamora C.P. 2003. Contribución al estudio florístico y descripción de la vegetación del municipio de Tenabo, Campeche México. *Polibotánica* 15:1-40.

Zárate Z.R. 1994. *Estado de degradación de la tierra inducida por el hombre: un manual para su cartografía*. Instituto de Recursos Naturales. Programa de Edafología. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillos Estado de México: 1-79 pp

Anexo I. Índice de Diversidad de Shannon evaluado a través del método de Hutcheson (Magurran, 2006).

Especies	Petenes Perturbados			Petenes Conservados		
	$p_i \ln p_i$	$\ln p_i$	$p_i (\ln p_i)^2$	$p_i \ln p_i$	$\ln p_i$	$p_i (\ln p_i)^2$
<i>Ficus cotinifolia</i>	-0.00290	-7.91216	0.02293	-0.00585	-7.10113	0.04156
<i>Conocarpus erecta</i>	-0.00956	-6.52587	0.06239	-0.01006	-6.46514	0.06507
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	-0.00096	-9.16492	0.00879	-0.00352	-7.68891	0.02707
<i>Diospyros veraecrucis</i>	-0.02127	-5.56761	0.11840	-0.11161	-3.42342	0.38207
<i>Swietenia macrophylla</i>	-0.00137	-8.75946	0.01204	-0.01438	-6.04025	0.08687
<i>Erythrina standleyana</i>	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00290	-7.91206	0.02293
<i>Bursera simaruba</i>	-0.04044	-4.77048	0.19290	-0.03384	-4.99429	0.16903
<i>Metopium brownei</i>	-0.19449	-2.58845	0.50342	-0.13637	-3.13504	0.42752
<i>Krugiodendron ferreum</i>	-0.00687	-6.91363	0.04752	-0.01056	-6.40798	0.06768
<i>Erythroxylon areolatum</i>	-0.00749	-6.81355	0.05101	-0.03530	-4.94164	0.17443
<i>Clusia flava</i>	-0.01372	-6.09687	0.08363	-0.00158	-8.60520	0.01356
<i>Talisia olivaeformis</i>	-0.00898	-6.59998	0.05926	-0.02386	-5.42715	0.12947
<i>Acrostichum daneaeefolium</i>	-0.04004	-4.78290	0.19151	0.00000	0.00000	0.00000
<i>Sabal yapa</i>	-0.05708	-4.32864	0.24706	-0.22245	-2.36298	0.52564
<i>Piscidia piscipula</i>	-0.02659	-5.29372	0.14076	-0.03530	-4.94164	0.17443
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	-0.19820	-0.25603	0.05074	-0.30218	-0.49643	0.15001
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00158	-8.60520	0.01356
<i>Lysiloma bahamensis</i>	-0.03703	-4.88134	0.18078	-0.00225	-8.19974	0.01847
<i>Hampea trilobata</i>	-0.01477	-6.00792	0.08876	-0.01709	-5.83262	0.09969
<i>Avicennia germinans</i>	-0.00429	-7.46018	0.03203	-0.00471	-7.35244	0.03465
<i>Rhizophora mangle</i>	-0.00096	-9.16492	0.00879	-0.00158	-8.60520	0.01356
<i>Cladium jamaicense</i>	-0.14009	-3.09534	0.43364	-0.12113	-3.30689	0.40057
<i>Diospyros yatesiana</i>	-0.00326	-7.77863	0.02533	-0.02139	-5.56068	0.11893
<i>Zeulania guidonia</i>	-0.00052	-9.85807	0.00508	-0.00085	-9.29835	0.00792
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	-0.02771	-5.24295	0.14527	-0.00802	-6.73340	0.05397
<i>Malvaviscus arboreus</i>	-0.00326	-7.77863	0.02533	-0.00905	-6.59030	0.05966
<i>Gymnanthes lucida</i>	-0.09996	-3.57768	0.35763	-0.23807	-2.24304	0.53399
<i>Sabal mexicana</i>	-0.00216	-8.24863	0.01780	-0.01665	-5.86436	0.09763
<i>Manilkara zapota</i>	-0.05708	-4.32864	0.24706	-0.10620	-3.49322	0.37099
<i>Jacquinia aurantiaca</i>	-0.00395	-7.55549	0.02987	-0.00956	-6.52576	0.06240
Diversidad	1.024			1.507		
Varianza (var H')	0.000123			0.000259		
t calculada	0.006, (P<0.05)					
g.I	21073.44					

Anexo II. Distancias de los sitios de muestreo con respecto al camino de acceso.

	Perturbados			Conservados		
	P1	P2	P3	C1	C2	C3
Longitud fragmentada por el camino (m) en dirección al noroeste	1, 018.0	999.7	695.9	NA	NA	NA
Distancia al camino de acceso (m)	NA	NA	NA	462.1**	1, 817.3**	3, 649.20**

NA: No aplica. ** Medido con orientación al norte, a partir del extremo norte del transecto de muestreo en petenes conservados.

Anexo III. Evidencias de perturbación, considerando muerte por (Hernández-Trejo, 2009; Islebe *et al.*, 2009) perturbación natural: árboles desenraizados y muertos en pie, ambos sin copa; perturbación antropogénica: tocones, registrados en los transectos de muestreo.

	Perturbados				Conservados		
	P1	P2	P3	C1	C2	C3	
Área muestreo (ha)	0.16	0.16	0.14	0.16	0.1	0.28	
Longitud transecto (m)	800	800	700	800	500	1400	
Árbol caído (desenraizado)							
Diámetro promedio (≥ 3 cm, < 10 cm)	5.8 \pm 2.2	NR	3.8	7.0 \pm 1.8	4.7	5.95 \pm 1.7	
Diámetro promedio (≥ 10 cm)	25.9 \pm 7.3	19.3 \pm 5.3	20.6 \pm 8.9	22.7 \pm 9.2	28.8 \pm 11	23.8 \pm 9.9	
% Árboles desenraizados	21.7%	10.1%	33.3%	58.7%	33.3%	43.6%	
AB _(m²)	0.474	0.218	1.03	2.30	0.742	0.952	
Árbol muerto en pie							
Diámetro promedio (≥ 3 cm, < 10 cm)	6.31 \pm 1.8	6.96 \pm 2.0	8.6 \pm 0.9	6.8 \pm 1.2	9.0 \pm 0.5	6.7 \pm 1.8	
Diámetro promedio (≥ 10 cm)	12.7 \pm 1.9	17.12 \pm 4.9	20.8 \pm 6.4	17.9 \pm 6.2	20.4 \pm 5.9	20.3 \pm 8.2	
AB _(m²)	0.22	0.463	0.68	0.894	0.684	0.801	
% Árboles muertos en pie	27.5%	26.1%	25.9%	33.7%	63.3%	56.4%	
Tocón							
Diámetro promedio (≥ 3 cm, < 10 cm)	4.4 \pm 1.7	6.5 \pm 1.9	9.0 \pm 0.61	NR	NR	NR	
Diámetro promedio (≥ 10 cm)	15.9 \pm 2.8	15.2 \pm 2.7	14.2 \pm 3.2	17.3 \pm 1.6	NR	NR	
Diámetro promedio (≥ 20 cm)	36.5 \pm 12.9	30.1 \pm 10.4	27.9 \pm 7.5	65.1 \pm 52.7	38.6 (1)	NR	
AB _(m²)	1.98	1.66	1.04	2.58	0.117	NR	
%Tocones	50.7%	63.8%	40.7%	7.6%	3%	0%	

NR: No registrado en el transecto.

CONCLUSIONES GENERALES

En este estudio los cambios atribuidos a la influencia de la perturbación antropogénica entre petenes perturbados y conservados, se encontraron en la riqueza, diversidad, composición y abundancia relativa de las especies.

En petenes perturbados los diámetros y alturas, concentraron una alta abundancia de individuos arbóreos en las clases más pequeñas en comparación con los petenes conservados.

En parámetros estructurales entre los petenes perturbados en el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas.

Dos petenes conservados (C2 y C3), mostraron diferencias estadísticas significativas en la densidad, área basal y cobertura, para cada uno de los estratos analizados entre los petenes estudiados.

La unidad edáfica de los petenes perturbados y conservados, fue clasificada como Leptosol mólico con altos contenidos de materia orgánica, fósforo, nitrógeno, capacidad de intercambio catiónico y baja densidad aparente, lo que indicó que no hay una degradación del suelo por influencia de las perturbaciones antropogénicas.

Por lo anterior se sustenta la hipótesis que la perturbación antropogénica, en petenes de selva de la RBLP influye en cambios en la riqueza, composición, abundancia relativa de especies vegetales así como en parámetros estructurales de la vegetación. Sin embargo la evaluación edáfica, no sustenta la hipótesis de degradación de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

ASPECTOS ÉTICOS EN LA INVESTIGACIÓN

San Francisco de Campeche, Campeche a 06 de Diciembre de 2011.

Comité de Ética en Investigación
PRESENTE

Presentación de protocolo de Investigación

En mi calidad de tutor/a de el/la estudiante Luz Gabriela Koyoc Ramírez, que presenta el protocolo de tesis "Influencia de la perturbación antropogénica, en la vegetación y suelo de petenes de selva de la Reserva de La Biosfera Los Petenes" hago constar que se ha leído la "Guía para la incorporación de aspectos éticos en los protocolos de investigación" que se comprenden todos sus términos, y (seleccionar uno de los siguientes dos enunciados)

a) no se identifican consideraciones éticas que requieran revisión por parte del Comité de Ética en la investigación.

b) se identifican aspectos de investigación que requieren ser revisados por el Comité de Ética en la Investigación (señale cuál [es])

Permisos (X)


Consentimiento informado (X)

Protección de las personas ()

Manejo de animales de laboratorio ()

Me comprometo a que la investigación sea realizada dando cumplimiento a las normas institucionales y leyes vigentes. Así como a informar oportunamente al Comité de Ética, cualquier problema no previsto o de la ocurrencia de eventos adversos serios que impliquen cualquier principio ético, señalado en la guía.


Nombre y Firma del Tutor/a
Jorge Mendoza Vega


Nombre y Firma de el/la estudiante
Luz Gabriela Koyoc Ramírez

RECOMENDACIONES

En la zona de estudio existe un periodo de estiaje, que coincide con la época seca del año donde las especies vegetales cambian sus hojas y hay la floración. Durante este periodo se acumulan combustibles (hojarasca) y otros materiales que pierden humedad, por lo que se recomienda emitir una alerta constante de incendio en la RBLP y sus áreas colindantes.

Además es importante que se considere incluir en el programa de manejo de la RBLP, un plan para el combate de incendios con el fin de optimizar actividades y recursos para su prevención, manejo y respuesta en el cual cooperen los tres niveles de gobierno y se promueva la participación local, de comunidades asentadas en la zona colindante.

También a través de la participación local, puede mantenerse un mayor control en puntos de acceso de las actividades que se realizan al interior de los petenes. Es importante crear conciencia de la importancia de no provocar incendios, de minimizar la extracción local al interior de los petenes de selva, para favorecer la regeneración de sitios que actualmente se encuentran bajo aprovechamiento. Así como de difundir entre la población y comunidades aledañas que viven en la RBLP, la importancia de conservar los petenes (social, ecológica, económica), mediante talleres a fin de conocer su fragilidad y la problemática que enfrentan los recursos disponibles, en esos sitios por causa de la actividad antropogénica.

Finalmente en la ejecución de actividades como construcción de nuevas carreteras o modernización, con base en estudios debe considerarse la hidrología, flora y fauna para minimizar los impactos por la apertura, e intervención humana.

LITERATURA GENERAL

- Barrera A. 1982. Los Petenes al noroeste de Yucatán: Su exploración ecológica en perspectiva. México. *Biótica* 7: 163-169.
- Brown S. y Lugo A.E. 1990. Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology* 6: 1-32.
- Buschbacher R., Uhl C. y Serrao E.A.S. 1988. Abandoned pastures in eastern Amazonia. II. Nutrient stock in the soil and vegetation. *Journal of Ecology* 76: 682-699.
- Cairns A.M., Haggerty K.P., Alvarez R., De Jong H.B., Olmsted I. 2000. Tropical Mexico's Recent Land-Use Change: A Region's Contribution to the Global Carbon Cycle. *Ecological Applications* 10(5): 1426-1441.
- Certini G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: A Review. *Oecología* 1(143): 1-10.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2006. Programa de conservación y manejo de la Reserva de la Biósfera Los Petenes, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP-SEMARNAT) México, D. F.
- Dale H.V. 1997. The relationship between land-use change and climatic change. *Ecological applications* 7(3): 753-769.
- Estrada E. y Coates-Estrada R. 1995. Las selvas Tropicales de México: recurso poderoso pero vulnerable. Fondo de cultura económica. México: 193 p.

- Ewel J.J., Mazzarino M.J. Berish C.W. 1991. Tropical soil fertility changes under monocultures and successional communities of different structure. *Ecological applications* 3(1): 289-302.
- Finegan B. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forest: the first 100 years of succession. *Tree* 11(3): 119-124.
- Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland, 2007: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge University. Press Cambridge. United Kingdom and New York, NY, USA: 129-234 p.
- Gómez-Pompa A. y Vázquez-Yañez C. 1975. Estudios sobre sucesión secundaria en los trópicos cálido húmedos: El ciclo de vida de las especies secundarias. En Gómez-Pompa A., Vázquez-Yanes C., del Amo R S, Butanda C.A (Eds). Págs: 579-593. *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz México*, Centro de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos. Xalapa Ver.
- Hall S.J., Harris J.D., Medjibe V. y Ashton P.M.S. 2003. The effects of selective logging on forest structure and tree species composition in a Central African Forest: implications for managements of conservation areas. *Forest ecology and management* 183: 249-264.

- Islebe G.A., Torrescano-Valle N., Váldez-Hernández M., Tuz-Novelo M., Weissenberger H. 2009. Efectos del impacto del huracán Dean en la vegetación del sureste de Quintana roo, México. *Foresta Veracruzana* 11(1): 1-6.
- López T.J.L y Tamarit U.J.C. 2005. Crecimiento e incremento en diámetro de *Lysiloma Latisiliquum* (L.) Benth en bosques secundarios en Escárcega Campeche, México. *Revista Chapingo*, Serie ciencias forestales y del ambiente 2(11): 117-123.
- Macario M.P.A., García M.E., Aguirre R.J.R., Hernández X.E. 1995. Regeneración natural de especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por extracción forestal. *Acta Botánica Mexicana* 32: 11-23.
- Martínez-Ramos M. y García-Orth X. 2007. Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 80: 69-84.
- Miller P.M., 1999. Effects of deforestation on seed banks in tropical deciduous forest of western Mexico. *Journal of tropical ecology* 15: 179-188.
- Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., da Fonseca G.A.B., Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Pat F.J., Hernández B.P., Sánchez P.L., y Villalobos Z.G. 2006. El contexto demográfico, económico y social en comunidades aledañas a la Reserva de la Biosfera Los Petenes. Memoria de Taller Participativo. El Colegio de la Frontera Sur.

- Peña-Claros M. 2003. Changes in forest structure and species composition during secondary forest succession in the Bolivian Amazon. *Biotropica* 35(4): 450-461.
- Rau, B.M., Chambers J.C., Blank R.R., Jhonson D.W. 2008. Prescribed fire, soil and plants: burn effects and interactions in the central great basin. *Rangeland ecology & management* 61(2): 169-181.
- Rico-Gray V. y García-Franco J.G. 1992. Vegetation and soil seed bank of successional stages in tropical low land deciduous forest. *Journal of tropical ecology* 3: 617-624.
- Reiners A.W., Bouwman F.A., Parsons J.W.F. y Keller M. 1994. Tropical rain forest conversion to pasture: changes in vegetation and soil properties. *Ecological applications* 4(2): 363-377.
- Ross M.S., Carrington M., Flynn L.J. y Ruíz P.L. 2001. Forest succession in tropical hardwood hammocks of the florida keys: effects of direct. *Biotrópica* 1(33): 23-33.
- Sánchez S.O. and Islebe G. 1999. Hurricane Gilbert and Structural Changes in a Tropical Forest in South-Eastern Mexico. *Global Ecology and Biogeography* 8:29-38.
- Sánchez S.O., Islebe A.G., y Valdéz H.M. 2007. Flora arbórea y caracterización de gremios ecológicos en distintos estados sucesionales de la selva mediana de Quintana Roo. *Foresta Veracruzana* 9(2):17-26.

- Steffen W., Sanderson A., Tyson P.D., Jaguer J., Matson P.A, Moore III B., Oldfield F., Richardson K., Schellnhuber H.J., Turner II B.L. y Watson R.J. 2005. Global Change and earth system: A planet under pressure. *Springer*: 81-135.
- Tilman D. 2000. Causes, consequences and ethics of biodiversity. *Nature* 405: 208-211.
- Turner M.G., Baker W.L., Peterson C.J., Peet R.K. 1998. Factors influencing succession: Lessons from large, infrequent natural disturbances. *Ecosystem* 1: 511-523.
- Uhl C y Jordan C. F. 1984. Succession and nutrient dynamics following forest cutting and burning in Amazonia. *Ecology* 65(5): 1476-1490.
- Vester F.M.H., Lawrence D., Eastman R. J., Turner II B. L., Calmé S., Dickson R., Pozo C., Sangermano F. 2007. Land Change in the Southern Yucatán and Calakmul Biosphere Reserve: Effects on Habitat and Biodiversity. *Ecological Applications* 4(17): 989-1003.
- Vitousek M.P. 1992. Global enviromental change: An introduction. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23: 1-14 p.
- Zárate Z.R. 1994. *Estado de degradación de la tierra inducida por el hombre: un manual para su cartografía*. Instituto de Recursos Naturales. Programa de Edafología. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillos Estado de México: 1-79 pp
- Zaimeche S.E. 2004. The consequences of rapid deforestation: A north African Example. *Royal Swedish Academy of Sciences* 2: 136-140 p.