



DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i60.701>

Artículo

Aprovechamiento forestal y diversidad arbórea en seis ejidos de Quintana Roo

Timber forestry and tree diversity at six *ejidos* in Quintana Roo

Efraín Aguirre Cortés^{1*}, Griselda Escalona Segura¹, Pedro Antonio Macario Mendoza², Jorge Leonel León Cortés³, Luis Candelario Sánchez Pérez², y Birgit Schmook²

Abstract

Timber forestry in southern Mexico is a common practice since Mayan civilization, through traditional uses, forest concessions and up to communal land tenure. Currently, half of *Quintana Roo* 's *ejidos* are focused on timber forestry use, mainly on middle evergreen subtropical forests, the greatest kind of vegetation cover. This aim of this study was to determine forestry diversity in 14 forests in the south of *Yucatán* Peninsula with different age, management and conservation practices: six forestry sites in *Quintana Roo* and eight in other places. 10 plots of 500 m² per site were analyzed, in which the tree species were taxonomically identified and the diameter at height was measured in specimens from 7.5 cm to 1.30 m above the ground. A richness of 156 tree species with relative abundance, dominance and importance was determined, contrasting between sites. A similarity analysis was carried out for the 14 sites by the Bray Curtis method, which was made up of three groups: the first by site of the *Calakmul* Biosphere Reserve without use, the second by six sites without use, from 7 to 50 years old and the third by six forest *ejidos*. The richness, abundance and similarity between them are probably associated with the geographical location and the age of recovery from anthropogenic and natural disturbances. It is suggested to incorporate these ecological characteristics as indicators in the forest use plans, limited environmentally and socioeconomically.

Key words: Abundance, composition, disturbance, dominance, forestry, similarity.

Resumen

El aprovechamiento forestal en el sureste de México se realiza desde la civilización Maya mediante usos tradicionales, concesiones forestales hasta la propiedad comunal. Actualmente, la mitad de los ejidos de Quintana Roo están enfocados en el aprovechamiento forestal maderable, principalmente en selvas medianas subperennifolias, el tipo de vegetación con mayor cobertura. El objetivo de este trabajo consistió en determinar la diversidad arbórea en 14 selvas del sur de la Península de Yucatán, con edades, prácticas de manejo y conservación distintas: seis en ejidos forestales del estado de Quintana Roo y ocho en otros sitios. Se analizaron 10 parcelas de 500 m² por sitio, en las que las especies arbóreas fueron identificadas taxonómicamente y se midió el diámetro a la altura del pecho en ejemplares desde los 7.5 cm hasta 1.30 m sobre el suelo. Se determinó una riqueza de 156 especies de árboles con abundancia, dominancia e importancia relativas contrastante entre sitios. Se realizó, para los 14 sitios, un análisis de similitud de *Bray Curtis*, que se conformó por tres grupos: el primero por un sitio en la Reserva de la Biósfera de Calakmul sin uso, el segundo por seis sin uso, desde 7 hasta 50 años y el tercero por seis ejidos forestales. La riqueza, abundancia y similitud entre ellos probablemente se asocian a la ubicación geográfica y a la edad de recuperación tanto de disturbios antrópicos como naturales. Se sugiere incorporar dichas características ecológicas como indicadores en los planes de aprovechamiento forestal, acotados ambiental y socioeconómicamente.

Palabras clave: Abundancia, composición, disturbio, dominancia, silvicultura, similitud.

Fecha de recepción/Reception date: 23 de enero de 2020

Fecha de aceptación/Acceptance date: 25 de mayo de 2020

¹El Colegio de la Frontera Sur, Campeche, México.

²El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, México.

³El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal, México.

*Autor por correspondencia; correo-e: efaguirre@ecosur.edu.mx

Introducción

El aprovechamiento forestal en la Península de Yucatán, se efectúa desde la civilización Maya, con un decremento en los años 800 a 1 000 D.C. o Periodo Clásico (Turner y Sabloff; 2012; Sánchez-Sánchez *et al.*, 2015). A partir de la época Colonial, la extracción se enfocó en especies como el palo de tinte (*Haematoxylon campechianum* L.), chicle (*Manilkara zapota* (L.) P.Royen), cedro (*Cedrela odorata* L.) y caoba (*Swietenia macrophylla* King), bajo distintos esquemas. Estos se resumen en tres fases: usos tradicionales, concesiones y empresas comunitarias (Noble y Dirzo, 1997; Galleti, 1999; Simonian, 1999; Negreros *et al.*, 2014).

La última fase de concesiones forestales en Quintana Roo se realizó por la empresa paraestatal Maderas Industrializadas de Quintana Roo (Miqro) de 1954 a 1983, que se concentró en el aprovechamiento de cedro y caoba, principalmente (Negreros *et al.*, 2014; Torres-Rojo *et al.*, 2016). La experiencia de Miqro sentó las bases para establecer infraestructura y personal técnico, así como una cultura silvícola. En la década de los años 80, se implementó el Plan Piloto Forestal (PPF), por conducto de la Agencia de Cooperación Alemana y el gobierno mexicano (Armijo *et al.*, 2010; Negreros *et al.*, 2014); del cual resultaron inventarios forestales comunitarios, empresas forestales comunitarias y el establecimiento de áreas forestales permanentes, lo que consolidó, posteriormente, a organizaciones regionales comunitarias, como la Sociedad de Productores Ejidales de Quintana Roo y la Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya (Galleti, 1999; Armijo *et al.*, 2010).

La tenencia colectiva por medio de comunidades agrarias o ejidos es reconocida desde la Revolución Mexicana ante la Ley Agraria (Bray *et al.*, 2007). La propiedad comunal en México es cercana a 80 % de bosques y selvas (Galleti, 1999; Bray *et al.*, 2007) y es particularmente relevante en el centro y sur de Quintana Roo; ahí se organizó el primer centro de aprovechamiento forestal comunitario del Neotrópico (Torres-Rojo *et al.*, 2016) y donde se realiza la mayor actividad de proyectos comunitarios (Bray *et al.*, 2007). Se manejan, sobre todo, selvas medianas subperennifolias, que son el

principal tipo de vegetación en la entidad (Islebe *et al.*, 2015); en ellas se registran de 100 (Synnott, 2009) hasta 200 especies en total (Negreros *et al.*, 2014).

En la actualidad, el aprovechamiento forestal en Quintana Roo se practica en 106 de sus 283 ejidos, los cuales en conjunto suman 1.58 millones de hectáreas, equivalentes a 54.05 % del total ejidal del estado y a 35.41 % de la superficie territorial estatal (Inegi, 2017; Registro Agrario Nacional, 2018). El método utilizado es el de selección, con turnos de 25 años (Snook, 1998), basado en el Método Mexicano de Ordenación de Montes (Torres-Rojo *et al.*, 2016). La extracción se enfoca en 25 especies (Negreros *et al.*, 2014), denominadas comunes tropicales y preciosas, las cuales son explotadas en áreas designadas por los ejidatarios, con base en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y de la Comisión Nacional Forestal (Conafor) (Semarnat-Conafor, 2014). El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la diversidad arbórea de seis ejidos bajo aprovechamiento forestal de Quintana Roo con otras ocho selvas del sur de la Península de Yucatán bajo distintos estados de conservación.

Materiales y Métodos

Localización

Los seis ejidos forestales se ubican en los municipios Othón P. Blanco y Bacalar, en el estado de Quintana Roo (Figura 1). La información del estudio procede de las bases de datos asociadas a los programas de manejo forestal maderable y no-maderable, denominados Trámites Unificados de Aprovechamiento Forestal, que fueron presentados, sometidos y validados en 2016 por seis ejidos ante el Consejo Estatal Forestal de Quintana Roo, para su autorización ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

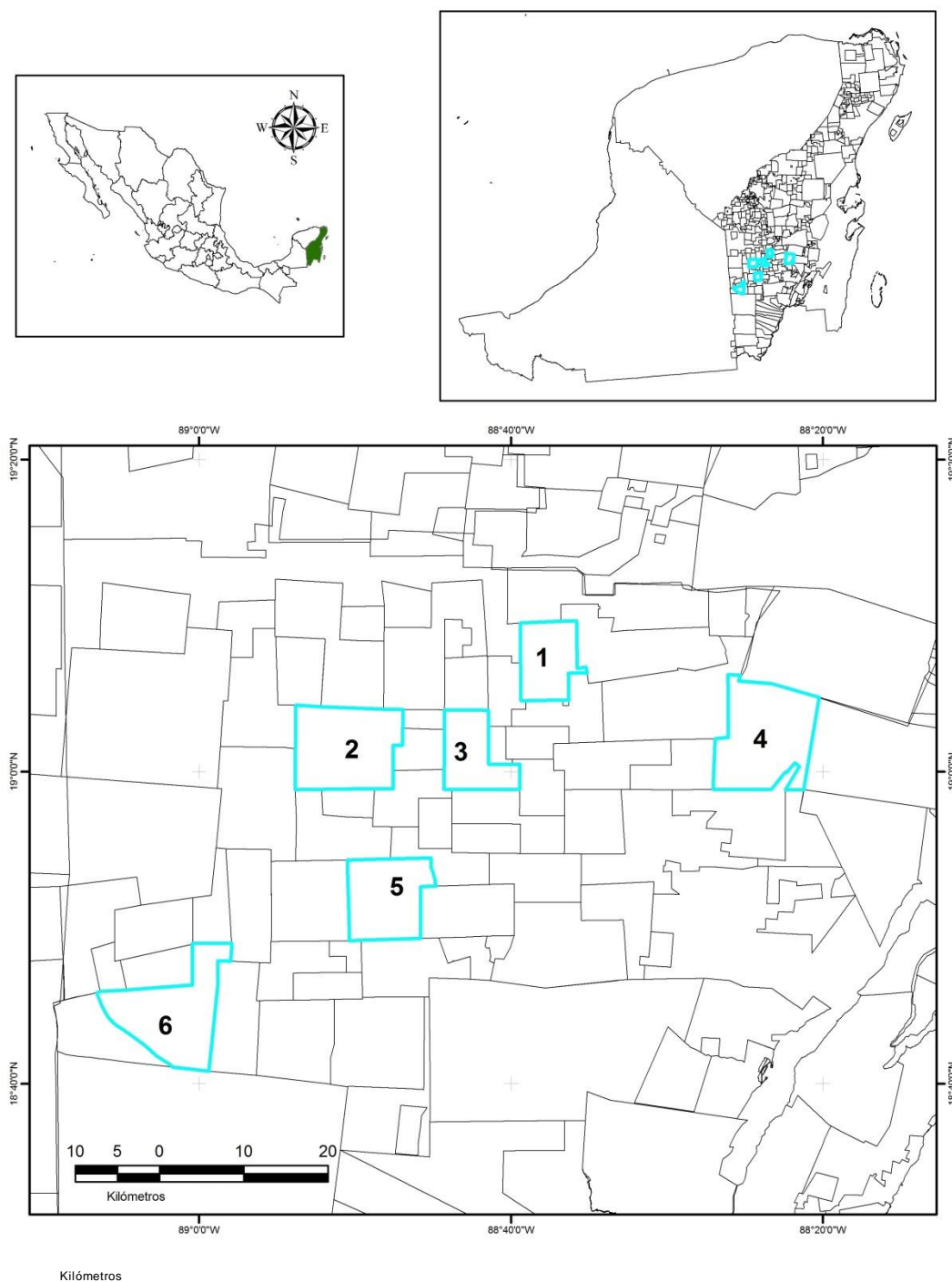


Figura1. Localización de seis ejidos forestales: 1) Guadalupe Victoria, Bacalar; 2) Otilio Montañón, Bacalar; 3) Francisco J. Mújica, Bacalar; 4) Manuel Ávila Camacho, Bacalar; 5) Río Escondido, Bacalar; 6) Othón P. Blanco, Veracruz.

Se eligieron 10 parcelas circulares de 500 m² cada una por ejido, en las que se hicieron muestreos de vegetación con datos dasométricos de los ejemplares arbóreos a partir de 7.5 cm de diámetro a la altura de 1.30 m, para el aprovechamiento de recursos forestales maderables y no maderables, con una cinta métrica *Forestry Suppliers* 283D/5m. La información fue validada por el Consejo Estatal Forestal del Estado de Quintana Roo, a través del Comité Técnico de Manejo Forestal, con el objeto de emitir la opinión técnica al proceso de autorización del aprovechamiento forestal maderable que realizan la Semarnat y la Conafor.

Adicionalmente, se revisaron los documentos en extenso de los Trámites Unificados de Aprovechamiento Forestal, y su posterior verificación con el Padrón e Historial de Núcleos Agrarios y el Diario Oficial de la Federación (<https://phina.ran.gob.mx>). Además, se realizó una depuración y actualización de las identidades taxonómicas de las especies arbóreas mediante las bases de datos *The Plant List* (www.theplantlist.org), *The Global Biodiversity Information Facility* (www.gbif.org) y el Herbario del Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. (https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice_busqueda.php).

Composición florística, diversidad y valor de importancia relativa (VIR)

Con los datos de identidad taxonómica se estimó la riqueza de especies, mientras que con el diámetro se determinó el área basal por especie; los valores de importancia relativa (VIR) se obtuvieron por la sumatoria de la abundancia, la frecuencia y el área basal (AB) relativas, para cada uno de los 14 sitios analizados, con base en fórmulas estandarizadas (Magurran, 2004) en hojas de cálculo.



Análisis estadísticos

La edad de los bosques de los seis ejidos se consideró de 8 años, desde el tiempo transcurrido por el huracán *Dean* en 2007, el disturbio más cercano, dado que no existen registros previos de extracciones o disturbios antrópicos. Se contrastaron los datos de las parcelas analizadas de los seis ejidos forestales, con otros bosques del sur de la Península de Yucatán: Laguna *Om* y *Xhazil* con 20 y mayor a 50 años respectivamente, sin uso, (Macario, 2003), Calakmul de 7 a 10 años y mayor a 20 años sin uso (Aguirre *et al.*, 2018) y de la Reserva de la Biosfera de Calakmul: km 20 y Ramonal, de 10 años sin uso. Se aplicó la prueba de normalidad (*Shapiro–Wilks*) a los valores de abundancia para los 14 sitios. Se llevó a cabo una prueba no paramétrica, mediante la prueba de *Kruskal–Wallis* por intervalos, al no cumplirse con los supuestos de normalidad. Se compararon las combinaciones para los 14 sitios mediante las pruebas pareadas de *Tukey*. Además, se hizo un análisis de similitud de *Bray–Curtis* y los resultados fueron presentados en un dendograma para los 14 sitios, mediante el programa *PAST* ver 3.1 (Hammer, 2001). Las pruebas estadísticas se realizaron con el programa *SigmaStat* 4.0. (Systat Software, 2016).

Resultados y Discusión

Composición florística, riqueza y diversidad de especies

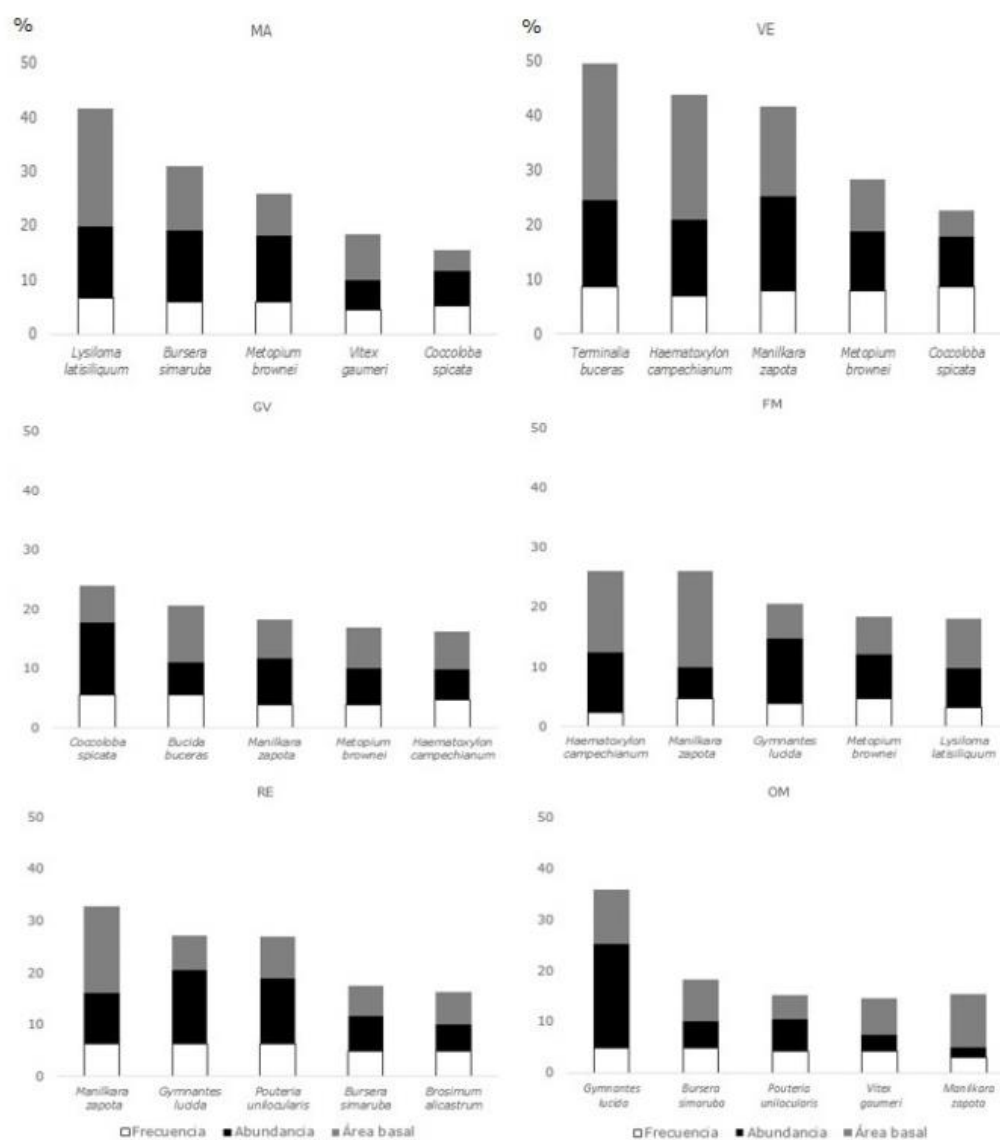
Para las 60 parcelas de los seis ejidos forestales analizados, se registraron un total de 2 119 individuos, pertenecientes a 93 especies, 72 géneros y 29 familias (Cuadro 1). Las familias con mayor riqueza fueron Fabaceae, Sapotaceae y Euphorbiaceae con 23, 9 y 6 % de los taxones, respectivamente. Las más abundantes fueron *Gymnanthes lucida* Sw., *Manilkara zapota* (L.) P. Royen y *Bursera simaruba* (L.) Sarg., equivalentes a 7.7, 6.8 y 4.9 % del total de individuos.

Cuadro 1. Datos ejidales, parámetros de estructura y composición de las especies arbóreas en cada uno de los seis ejidos.

Ejido	MA	FM	OM	RE	VE	GV
Superficie total (ha)	10 750	5 682	11 002	8 144	11 070	5 588
Edad de dotación del ejido	49	39	43	46	35	44
Familias	22	23	23	20	15	20
Géneros	43	50	52	37	21	42
Especies	46	60	63	40	27	51
Individuos	348	360	393	314	409	295
AB (m ²)	19.86	18.06	19.27	18.64	17.11	15.16

MA = Manuel Ávila Camacho; FM = Francisco Mújica; OM = Otilio Montaña; RE = Río Escondido; VE = Veracruz; GV = Guadalupe Victoria; AB = Área Basal.

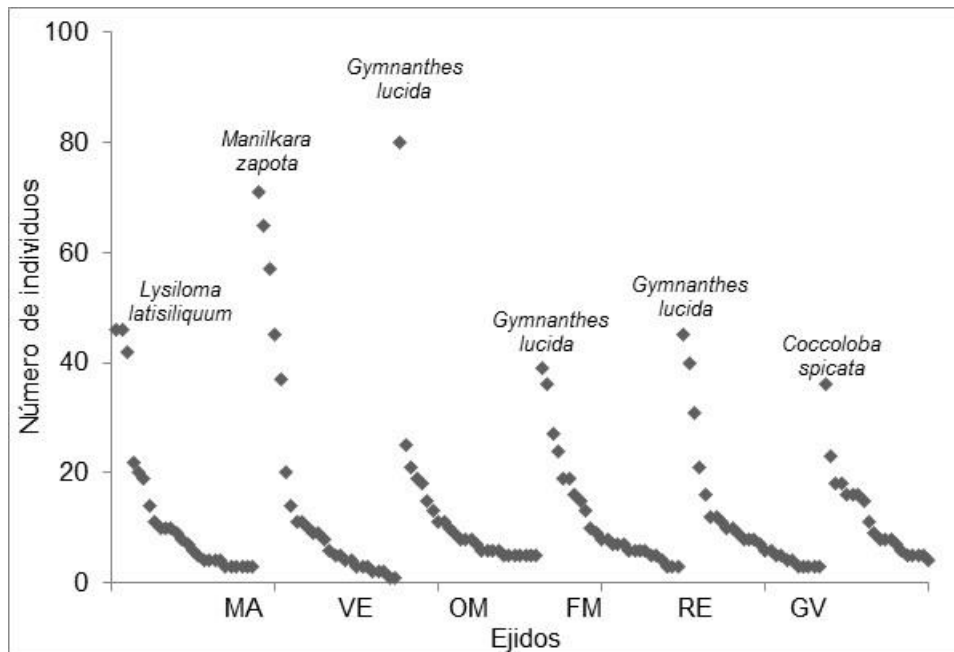
De las 93 especies identificadas en el total de las parcelas analizadas de los seis ejidos, solo seis de 11 son denominadas comunes tropicales (en negritas), es decir con un potencial de aprovechamiento; se les incluyó entre las que tuvieron una representación mayor con base en el Valor de Importancia Relativa (VIR): ***Lysiloma latisiliquum*** (L.) Benth, *Haematoxylon campechianum* L., *Gymnanthes lucida*, ***Manilkara zapota***, *Terminalia buceras* (L.) C. Wright, *Coccoloba spicata* Lundell, ***Bursera simaruba***, ***Metopium brownei*** (Jacq.) Urb., *Pouteria reticulata* (Engl.) Eyma, ***Vitex gaumeri*** Greenm. y ***Brosimum alicastrum*** Sw. (Figura 2). Al considerar 50 % del total de individuos, se añaden cuatro especies a las 11 mencionadas anteriormente, a fin de destacar la importancia de un número reducido de las dominantes en los seis ejidos forestales: *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *Caesalpinia gaumeri* Greenm., *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw y *Thouinia paucidentata* Radlk. De estas 15 especies, siete dominaron en Francisco Mújica, Otilio Montaña, Guadalupe Victoria; cinco en Manuel Ávila Camacho, Río Escondido; y tres en Veracruz.



MA = Manuel Ávila Camacho; FM = Francisco Mújica; OM = Otilio Montañó; RE = Río Escondido; VE = Veracruz; GV = Guadalupe Victoria.

Figura 2. Valor de Importancia Relativa (VIR), para las cinco especies arbóreas con mayor representación en los seis ejidos forestales estudiados.

Las especies con mayor VIR acumulado para los seis ejidos fueron *Manilkara zapota*, *Metopium brownei* y *Bursera simaruba*. Sin embargo, al hacerr las curvas de rango-abundancia para cada ejido, (Ramírez-Marcial et al., 2017), y con un número reducido de individuos, el taxón con mayor importancia relativa fue *Gymnanthes lucida*, que contribuyó con 11, 20 y 14 % de la proporción de individuos en tres sitios (Figura 3), con porcentajes similares a *Lysiloma latisiliquum*, (13 %), *Coccoloba spicata* (12%) y *Manilkara zapota* (17%). En contraste, de los especies preciosas como *Cedrela odorata*, únicamente se registró un individuo, mientras que *Swetenia macrophylla* tuvo 18 en total. Al analizar y comparar el número de ejemplares, el único que difirió estadísticamente fue el de Veracruz (p < 0.05) en Otilio Montañó; mientras que, con base en los VIR también fue significativa la diferencia estadística entre Veracruz, con Otilio Montañó (p < 0.05) y Guadalupe Victoria, en la misma magnitud (p < 0.05).



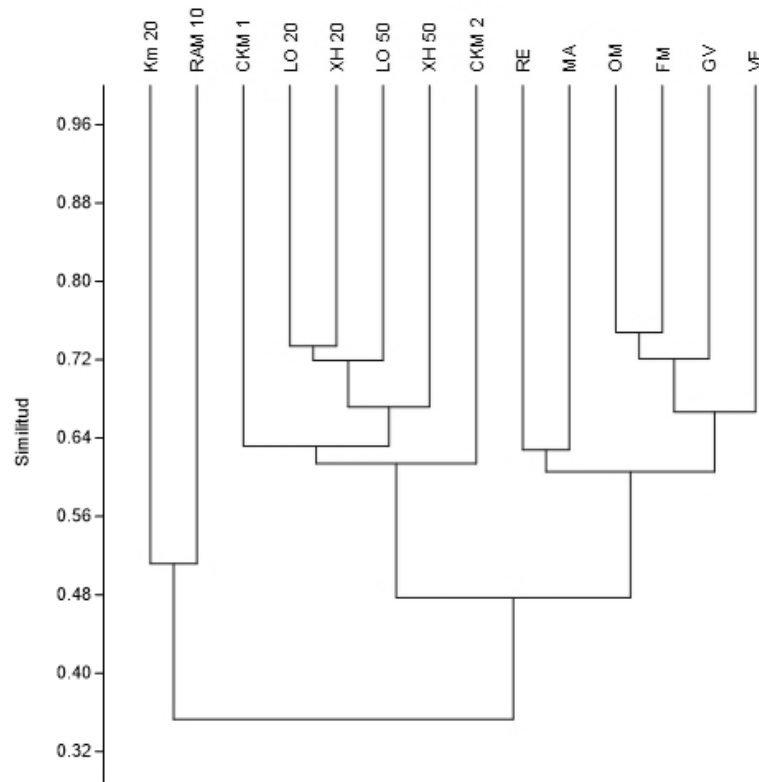
MA = Manuel Ávila Camacho; FM = Francisco Mújica; OM = Otilio Montañó;
RE = Río Escondido; VE = Veracruz; GV = Guadalupe Victoria.

Figura 3. Curvas de rango - abundancia de los seis ejidos, indicando la especie con mayor abundancia, para cada ejido.

El número de especies en el presente estudio y de ocho sitios analizados, fue de 156, desde 21 (Ramonal) hasta 70 (*Xhazil* 20 años). Estos resultados están dentro de los parámetros de riqueza y dominancia para otros lugares de ejidos forestales en Quintana Roo, en donde se han registrado 168 especies, en un intervalo de 93 a 117 por sitio, con dominancia de *Pouteria reticulata*, *Manilkara zapota*, *Bursera simarouba* (Negreros *et al.*, 2014). Los sitios con mayores diferencias estadísticas fueron Laguna Om y *Xhazil* de 20 años, respecto a otros seis y siete, respectivamente ($p < 0.05$). Por otro lado, el porcentaje de similitud entre los 14 sitios varió entre 13 % (Veracruz y Ramonal) y 75 % (Otilio Montaña y Francisco Mújica), con un promedio general entre sitios de 41 %. Los sitios con menor similitud fueron el Ramonal (26 %) y el km 20, y los de mayor similitud correspondieron a Otilio Montaña y Francisco Mújica (48 %) con respecto a los otros sitios.

En el árbol de similitud (Figura 4) se muestra la formación de dos grupos en el valor 0.35 (es decir, 35 % de similitud), los cuales se asocian con su ubicación geográfica, al oeste de la Península de Yucatán (km 20 y Ramonal), en relación con las demás. A la mitad del árbol de similitud se forman dos grupos, congruentes con el aprovechamiento e incidencia de huracanes: el primero, integrado por los sitios cercanos a la Reserva de la Biósfera de Calakmul y el otro por los seis ejidos forestales del estado de Quintana Roo.





km 20 = Kilómetro 20; RAM = Ramonal; CKM1 = Calakmul 7-10 años; LO 20 = Laguna Om 20 años; Xh 20 = *Xhazil* 20 años; LO 50 = Laguna Om 50 años; Xh 50 = *Xhazil* 50 años; CKM2 = Calakmul 20 años; MA = Manuel Ávila Camacho; FM = Francisco Mújica; OM = Otilio Montaña; RE = Río Escondido; VE = Veracruz; GV = Guadalupe Victoria.

Figura 4. Dendrograma de similitud de *Bray-Curtis* para las 14 selvas analizadas.

Los valores de abundancia e importancia relativa entre los seis ejidos, a partir del tiempo transcurrido desde la presencia de huracanes de gran intensidad como *Dean* (2007), sugieren que, además de que fueron afectados por estos disturbios naturales, han estado sujetos a disturbios antrópicos; se observó la dominancia de especies pioneras, típicas de fases sucesionales tempranas (*Lysiloma latisiliquum*), intermedias como *Coccoloba spicata* y *Gymnanthes lucida* (Mize y Negreros, 2007),

hasta especies tardías (*Manilkara zapota*), probablemente asociadas a la apertura de claros naturales o derivados de la extracción selectiva (Dickinson *et al.*, 2000); y que coexisten con taxones persistentes dominantes (*Bursera simarouba*) y persistentes no dominantes (*Coccoloba spicata*), capaces de sobrevivir a disturbios de distinta índole (Román-Dañobeytia *et al.*, 2014).

La mayor parte de los taxa utilizados en el aprovechamiento forestal son diferencialmente tolerantes a la luz (Vester y Calmé 2003); por lo que, la dinámica de claros derivada de eventos a gran escala (huracanes e incendios), y no la extracción selectiva tienen efecto sobre otras especies en sitios bajo aprovechamiento forestal en Quintana Roo (Whigham *et al.*, 1999). La abundancia diferencial de las especies, como un indicador de disturbio antrópico por extracción forestal, ha favorecido comunidades vegetales dominadas por especies como *Metopium brownei* (Jacq.) Urb o *Brosimum alicastrum* Sw., debido a la mayor disponibilidad de luz y un establecimiento desigual de los taxones, como se ha verificado en *Xhazil*, Quintana Roo (Macario *et al.*, 1995). Lo anterior se ha demostrado mediante la proporción del daño, su asociación con la densidad de madera (Vandekar *et al.*, 2011) y la historia de uso de los sitios sobre distintas especies arbóreas, en diferentes ejidos del centro de Quintana Roo, afectados por el huracán *Dean* en 2007 (McGroddy *et al.*, 2013).

De acuerdo a los resultados del presente estudio, en el ejido Manuel Ávila Camacho, localizado a 90 km de la costa de Quintana Roo, *Lysiloma latisiliquum* fue la especie más abundante y con menor densidad de madera. En contraste, *Gymnanthes lucida*, con una mayor densidad de madera, resultó dominante en tres de los seis ejidos, pero se ubica a 130 km tierra adentro, respecto al sitio de entrada del huracán *Dean*, el cual afectó a los seis ejidos en los que se trabajó. Por lo tanto, es probable que, la distancia entre sitios asociada al gradiente de distribución de las asociaciones vegetales en la Península de Yucatán (Islebe *et al.*, 2015), la historia de aprovechamiento de los ejidos (McGroddy *et al.*, 2013), el embate de disturbios antrópicos o naturales (de Jong, 2013; Sánchez-Sánchez *et al.*, 2015), así como las características intrínsecas de las especies arbóreas operan de manera simultánea

(Pat-Aké *et al.*, 2018) sobre la composición y estructura de estas selvas. Las abundancias y dominancias de especies, no consideradas como redituables para su aprovechamiento comercial, son utilizadas para leña, aplicaciones medicinales y material de construcción; tal como lo han indicado Negreros y Mize (1993), Negreros y Hall (2000) en otras selvas del centro del estado de Quintana Roo.

Conclusiones

Con base en las abundancias entre los 14 sitios analizados se propone que este parámetro se utilice como un indicador del desempeño diferencial de especies forestales en asociaciones vegetales similares, pero con historiales de uso distintos, así como bajo disturbios naturales o antrópicos disímiles. Se sugiere incorporar tanto la riqueza, como la abundancia y el valor de importancia relativa como variables indicativas en los planes de aprovechamiento forestal maderable, en distintos contextos ambientales y socioeconómicos.

La similitud y agrupación entre las selvas analizadas permite sugerir que, la posición geográfica y la recuperación después de disturbios antrópicos y naturales, configuran la composición actual de estas asociaciones vegetales.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Al personal de El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Unidades Campeche y Chetumal, por las facilidades prestadas para la realización del presente trabajo. Al M. en C. Víctor Manuel Kú – Quej por la elaboración del mapa de ubicación del sitio.



Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución por autor

Efraín Aguirre Cortés, Griselda Escalona Segura, Pedro Antonio Macario Mendoza, Jorge Leonel León Cortés, Birgit Schmook: análisis de datos, elaboración del manuscrito y diseño de figuras y cuadros; Luis Candelario Sánchez Pérez: análisis y procesamiento de bases de datos y generación de polígonos ejidales.

Referencias

Aguirre C., E., J. O. López M., B. Vargas L., J. M. Pat F. y P. A. Macario M. 2018. Preferencias de uso de leña en un paisaje cultural en el sur de México. Revista Chapingo, Serie: Ciencias Forestales y del Ambiente 24(2): 147-160. Doi: 10.5154/r.rchscfa.2017.08.053.

Armijo, N., M. A. Bocanegra y F. Quintana. 2010. La cooperación internacional para la actividad forestal en Quintana Roo: origen, actores, desarrollo y prospectivas. *In*: Romero, R. y J. Benítez López (Eds.). La agenda de cooperación internacional en la frontera sur de México. Universidad de Quintana Roo-Bonilla Artigas Editores. México, D. F., México. pp. 167– 188.

Bray, D. B., L. Merino y D. Barry. 2007. El manejo comunitario en sentido estricto: las empresas forestales comunitarias de México. *In*: Bray D., B. y L. Merino. (Coords.). Los bosques comunitarios de México: manejo sustentable de paisajes forestales. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F., México. pp. 21–50.

de Jong, B. H. J. 2013. Spatial distribution of biomass and links to reported disturbances in tropical lowland forests of southern Mexico. Carbon Management 4(6): 601–615. Doi: 10.4155/cmt.13.60.

- Dickinson, M. B., D. F. Whigham and S. M. Hermann. 2000. Tree regeneration in felling and natural treefall disturbances in a semideciduous tropical forest in Mexico. *Forest Ecology and Management* 134(1-3):137-151. Doi: 10.1016/S0378-1127(99)00252-2.
- Galleti, H. A. 1999. La selva maya en Quintana Roo (1983-1996) trece años de conservación y desarrollo comunal. *In*: Primack, R. B., D. B. Bray, H. A. Galleti e I. Ponciano (Eds.). *La Selva Maya: Conservación y Desarrollo*. Siglo XXI Editores. México, D.F., México. pp. 53-73.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper and P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):1-9.
- Herbario del Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. 2019. Flora de la Península de Yucatán
https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice_busqueda.php
(1 de octubre de 2019).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) 2017. Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Ags., México. 348 p.
- Islebe, G. A., O. Sánchez S., M. Váldez H. and H. Weissenberger. 2015. Distribution of vegetation types. *In*: Islebe, G. A., S. Calmé, J. L. León-Cortés J. and B. Schmook. (Eds.). *Biodiversity and conservation of the Yucatán Peninsula*. Springer International Publishing. Basel, Switzerland. pp. 39–53.
- Macario M., P. A., E. García M. y E. Hernández X. 1995. Regeneración natural de especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por extracción forestal. *Acta Botánica Mexicana* 32: 11-23. Doi: 10.21829/abm32.1995.742.

- Macario M., P. A. 2003. Efecto del cambio en el uso del suelo sobre la selva y estrategias para el manejo sustentable de la vegetación secundaria en Quintana Roo. Tesis Doctoral. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yuc, México. 183 p.
- Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing. Oxford, UK. 264 p.
- McGroddy, M., D. Lawrence, L. Schneider, J. Rogan, I. Zager and B. Schmook. 2013. Damage patterns after Hurricane Dean in the southern Yucatán: Has human activity resulted in more resilient forests? *Forest Ecology and Management* 310: 812-820. Doi: 10.1016/j.foreco.2013.09.027.
- Mize, C. and P. Negreros C. 2007. Stand and species growth of a tropical forest in Quintana Roo, Mexico. *Journal of Sustainable Forestry* 23(3):83-95. Doi: 10.1300/J091v23n03_04.
- Negreros C., P. and C. Mize. 1993. Effects of partial overstory removal on the natural regeneration of a tropical forest in Quintana Roo, Mexico. *Forest Ecology and Management* 58: 259-272. Doi: 10.1016/0378-1127(93)90149-H.
- Negreros C., P. and R. B. Hall. 2000. Sprouting capability of 17 tropical tree species after overstory removal in Quintana Roo, Mexico. *Forest Ecology and Management* 126(3): 399-403. Doi: 10.1016/S0378-1127(99)00109-7.
- Negreros C., P., L. Cámara C., M. S. Devall, M. A. Fajvan, M. A. Mendoza B., C. W. Mize y A. Navarro M. 2014. Silvicultura de las selvas de caoba en Quintana Roo, México: Criterios y recomendaciones. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jal., México. 186 p.
- Noble, I. R. y R. Dirzo. 1997. Forests as human-dominated ecosystems. *Science* 277(5325): 522-525. Doi: 10.1126/science.277.5325.522.

Pat-Aké, I., L. C. Cámara-Cabrales, S. Ward, P. Martínez-Zrimendi, J. L. Martínez-Sánchez, P. Negreros-Castillo y N. Sorensen. 2018. Efecto del huracán Dean en la dinámica estructural de selvas bajo manejo forestal en Quintana Roo, México.

Madera y Bosques 24(2): e2421585. Doi: 10.21829/myb.2018.2421585.

Registro Agrario Nacional. 2018. Herramienta de visualización y análisis de amenazas al territorio en la Península de Yucatán

<http://geocomunes.org/Visualizadores/PeninsulaYucatan/>. (10 de octubre 2019).

Ramírez-Marcial, N., M. Martínez-Icó, A. Luna-Gómez, C. Buet y N. E. Taylor-Aquino. 2017. Diversidad local y regional de árboles en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas. Vulnerabilidad social y biológica ante el cambio climático en la Reserva de la Biosfera El Ocote, Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chis., México. pp. 255-308.

Registro Agrario Nacional (RAN). 2019._Padrón e Historial de Núcleos Agrarios, <https://phina.ran.gob.mx/buscarNucleoAgrario.php#> (10 de octubre de 2019).

Román-Dañobeytia, F. J., S. I. Levy-Tacher, P. Macario-Mendoza and J. Zúñiga-Morales. 2014. Redefining secondary forests in the Mexican Forest Code: Implications for management, restoration, and conservation. *Forests* 5(5): 978-991. Doi: 10.3390/f5050978.

Sánchez-Sánchez, O., G. A. Islebe, P. J. Ramírez-Barajas and N. Torrescano-Valle. 2015. Natural and human induced disturbance in vegetation. *In*: Islebe, G. A., S. Calmé, J. L. León C. and B. Schmook (Eds.). Biodiversity and conservation of the Yucatán Peninsula. Springer International Publishing. Basel, Switzerland. pp. 153-167.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Comisión Nacional Forestal (Semarnat-Conafor). 2014. Inventario Forestal y de Suelos del Estado de Quintana Roo 2013. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jal., México. 128 p.

Simonian, L. 1999. La defensa de la tierra del jaguar. Una historia de conservación en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. 345 p.

Snook, L. K. 1998. Sustaining harvests of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) from Mexico's Yucatan forests: Past, present, and future. *In*: Primack, R. B., D. Bray, H. A. Galletti and I. Ponciano (Eds.). Timber, tourists, and temples: Conservation and development in the Maya forest of Belize, Guatemala and Mexico. Island Press, Washington, DC, USA. pp.61-80.

Synnott, T. J. 2009. La caoba en la península de Yucatán: ecología y regeneración. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad–Corredor Biológico Mesoamericano México. Serie Conocimientos Número 7. México, D.F., México, D.F. 154 p.

Systat Software. 2016. *SigmaStat* version 4.0. Systat Software Inc. San Jose, CA, USA. n/p.

The Plant List. 2019. The Plant List. <http://www.theplantlist.org/>. (17 de octubre de 2019).

The Global Biodiversity Information Facility (GBIF). 2019. <https://www.gbif.org/> (24 de octubre de 2019).

Torres-Rojo, J. M., R. Moreno-Sánchez and M. A. Mendoza-Briseño. 2016. Sustainable forest management in Mexico. *Current Forestry Reports* 2 (2): 93-105. Doi: 10.1007/s40725-016-0033-0.

Turner, B. L. and J. A. Sabloff. 2012. Classic Period collapse of the Central Maya Lowlands: Insights about human–environment relationships for sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(35): 13908-13914. Doi: 10.1073/pnas.1210106109.

Vandekar, K. L., D. Lawrence, D. Richards, L. Schneider, J. Rogan, B. Schmook and H. Willbur. 2011. High mortality for rare species following hurricane disturbance in the Southern Yucatan. *Biotropica* 43(6): 676-684. Doi: 10.1111/j.1744-7429.2011.00756.x.

Vester, H. F. y S. Calmé. 2003. Los ecosistemas terrestres de la Península de Yucatán. Estado actual de paisajes, vegetación flora y fauna. *In*: Colunga-García Marín, P. y A. Larqué S. (Eds.). *Naturaleza y sociedad en el área maya: pasado, presente y futuro*. Academia Mexicana de Ciencias, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. México, D. F., México. pp 159-174.

Whigham, D. F., J. Lynch, F. y M. B. Dickinson. 1999. Dinámica y ecología de los bosques naturales y manejados en Quintana Roo, México. *In*: Primack, R. B., D. B. Bray, H. A. Galleti e I. Ponciano (Eds.). *La Selva Maya: Conservación y Desarrollo*. Siglo XXI Editores. México, D.F., México. pp. 312-328.



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional)*, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.