



Diversidad arbórea en un relicto de selva mediana inundable en Tabasco, México

Tree diversity of a sub-humid flooded forest fragment in Tabasco, México

José Luis Martínez-Sánchez^{1*}, Luisa Cámara Cabrales¹, Candelaria Garcías Morales², Ofelia Castillo Acosta¹ e Hilda María Díaz López¹

¹ Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas. Villahermosa, Tabasco, México.

² Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. Posdoctorante. Universidad Veracruzana. Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada. Xalapa, Veracruz, México.

* Autor de correspondencia. jose.martinez@ujat.mx

RESUMEN

La diversidad arbórea de un relicto de selva constituye un atributo de importancia debido al mantenimiento de la diversidad de la vegetación original. La selva inundable de *Bravaisia integerrima* ha estado sujeta a procesos de cambio de uso de suelo que la colocan al borde de la extinción. El objetivo del presente estudio fue conocer el grado de diversidad arbórea de un relicto de 22 ha de *Bravaisia integerrima*, bajo la hipótesis de que sería alto. Se muestreó una superficie de 0,8 ha distribuida en cuatro unidades de muestreo (UM), en las que se midió la riqueza (S), índice de Shannon-Wiener (H'), diversidad máxima (H' máx.), equidad (E), índice de valor de importancia (IVI) e índice de similitud (So) para individuos > 2.5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). La heterogeneidad de estos parámetros entre las cuatro UM se midió como el valor máximo - valor mínimo, expresado en porcentaje del valor máximo, donde un valor mayor a 0 significa existencia de heterogeneidad. El relicto presentó 58 especies arbóreas, 33 m de altura máxima de especímenes e individuos con DAP máximo mayor a 47,5 cm. Las UM sí presentaron heterogeneidad en su riqueza (26.5%), H' máx. (10%), E (17%) e IVI máximo (64.4%). El valor máximo de heterogeneidad fue 93,7% (*Tabernaemontana alba*). El So entre las UM varió de 0,67 a 0,76. Considerando que se presentaron valores de heterogeneidad mayores a 0 para cuatro atributos de diversidad (hasta 93,7%), se concluye que, a pesar de su tamaño reducido, el fragmento de selva inundable presenta una diversidad arbórea de importancia para su conservación.

PALABRAS CLAVE: fragmento, homogeneidad estructural, índices estructurales, remanente, riqueza, selva subhúmeda.

ABSTRACT

Tree diversity in fragments of tropical forests constitutes an important characteristic owing to maintenance of the original forest tree diversity. The *Bravaisia integerrima* floodplain forest has been subject to strong land use change processes over time that has placed it almost on the brink of extinction. The aim was to analyze the degree of tree-diversity heterogeneity of a 22 ha *Bravaisia integerrima* relict, with the main hypothesis that such heterogeneity is high. Species richness (S), Shannon-Wiener index (H'), maximum diversity (H' max.), evenness (E), importance value index (IVI) and similarity index (So) for trees > 2.5 cm of diameter at breast height (DBH) were measured in 0.8 ha distributed in four sampling units (UM). The heterogeneity of these parameters among the four UM was measured by maximum value - minimum value, expressed as a percentage of the maximum value, where a value > 0 means existence of heterogeneity. The relict had 58 tree species, maximum height of 33 m and maximum tree's DBH > 47,5 cm. An heterogeneity among the UM was present for richness (26,5%), H' max. (10%), E (17%) and a maximum IVI (64,4%). Maximum heterogeneity value was 93% (*Tabernaemontana alba*). The So value among UMs varied from 0,67 to 0,76. Considering that four diversity parameters had heterogeneity values > 0 (up to 93,7%) it is concluded that even with its small size, this floodplain forest presents a tree-diversity heterogeneity of relevance for its conservation.

KEYWORDS: fragment, structural homogeneity, structural index, remnant, species richness, sub-humid forest.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, cada vez es más común la vegetación relictual en lo que fueron grandes extensiones de áreas arboladas; esta se constituye por un paisaje con muchos fragmentos menores a 100 ha que funcionan, entre otras cosas, como reservorios de especies leñosas de una riqueza considerable (Taubert et al., 2018). En relación con lo anterior, Godínez-Ibarra y López-Mata (2002), previamente, han formulado la pregunta de ¿qué tanta riqueza arbórea se puede encontrar en muestras pequeñas de una selva mediana subperennifolia?

Las selvas tropicales inundables son comunidades arbóreas relictuales ubicadas en suelos inundables de agua dulce como histosoles y gleysosoles con alto contenido de arcilla (hasta 58%) y humedad, la mayor parte del año (Berlanga-Robles et al., 2008). En México, se distribuyen en las vertientes del Pacífico y del Golfo de México (Pennington y Sarukhán, 2005), en petenes del sur de Campeche y Quintana Roo y del norte de Guatemala (Marks et al., 2014; Chiquini-Heredia et al., 2017), y en la sierra y la parte centro de Tabasco (Sol Sánchez et al., 1999). Estas comunidades arbóreas se encuentran expuestas a un alto grado de perturbación antrópica por cambio de uso del suelo (García-Licona et al., 2014) y explotación selectiva de especies maderables, alterando su composición florística (Martínez y Galindo-Leal, 2002). En particular, debido a este proceso de degradación la especie *Bravaisia intergerrima* (Spreng.) Standl. se encuentra actualmente en estatus de especie amenazada (Diario Oficial de la Federación, 2001).

Son muchos los estudios de vegetación, realizados con diversos fines, que muestran una gran variabilidad de la riqueza arbórea, pero en áreas relativamente pequeñas, y sin haber realizado análisis más completos y con suficientes indicadores de diversidad vegetal. En México, Dzib-Castillo et al. (2014) y López-Jiménez et al. (2019) describieron parámetros de diversidad y estructura de selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, y selva mediana subperennifolia en Yucatán, en varias parcelas. En dos relictos de 185 ha y 171 ha, en una selva mediana perennifolia de *B. integerrima* en Tabasco, Maldonado-

Sánchez y Maldonado-Mares (2010) registraron variación en la riqueza de especies (S) de 12 a 24 y 7 a 17, respectivamente, e índice de Shannon-Wiener (H') de 1,16 a 2,32 y 1,45 a 2,57, para árboles de más de 5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) en 10 unidades de muestreo de 0,1 ha.

En el presente estudio, debido a la alta diversidad arbórea de la vegetación original *in situ* y a la alta tolerancia del estrato arbóreo al efecto de borde, se planteó como hipótesis nula que se presentaría una alta diversidad arbórea.

OBJETIVOS

Analizar la heterogeneidad de la estructura arbórea de un fragmento de selva inundable de *Bravaisia integerrima* en un relicto de selva mediana inundable en Tabasco, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este estudio se realizó en un relicto de 22 ha de selva inundable de *Bravaisia intergerrima* (Spreng.) Standl. (Acanthaceae) (Canacoite), rodeado por diversos cultivos agrícolas y de caña de azúcar, ubicado en el municipio de Cárdenas, Tabasco con coordenadas 18°03'06"N y 93°23'42"O (Fig. 1). El clima es cálido húmedo Af(m)w⁽ⁱ⁾g con una precipitación de 2463 mm y temperatura media anual de 26,6 °C. El área total de esta selva fragmentada es de 490 ha, con una riqueza total de 76 especies leñosas (seis catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010) y área basal promedio de 33,3 m² ha⁻¹ (Maldonado-Sánchez et al., 2016).

Dentro del relicto se ubicaron cuatro UM: una en la parte central y tres en las orillas; se procuró ubicar dos con mayor perturbación y tránsito de personas y dos con menor perturbación o mayor grado de conservación. El nivel de perturbación y tránsito de personas se estimó comparando visualmente la abundancia, altura y densidad del follaje de los árboles, abundancia de hierbas y arbustos, abundancia de árboles y ramas cortadas, y abundancia y ancho de los caminos peatonales. En cada UM se establecieron



sistemáticamente 20 parcelas de 100 m², cada una, a una distancia de 30 m entre sí, haciendo un total de 80 parcelas y 0,8 ha de muestreo efectivo. El tamaño de la parcela se definió con base en Krebs (2016), quien considera este tamaño como el mínimo para el muestreo de árboles, y tomando en cuenta que la distancia mínima entre arboles era aproximadamente de 1 m; esto último implica que ese tamaño de parcela podía registrar suficientes individuos. Para saber si el esfuerzo de muestreo era suficiente para conocer la composición florística de la comunidad arbórea, se obtuvieron curvas de acumulación de especies por

unidades de muestreo con el programa EstimateS (Colwell, 2006).

En cada parcela se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP; altura a 1,3 m de altura) y se estimó la altura de todos los tallos leñosos con DAP igual o mayor a 2,5 cm, usando un clinómetro óptico, distancia al árbol y ángulo a la copa para todos los árboles mayores de 5 m de altura. Todos los tallos leñosos se determinaron a nivel de especie, y solo siete a nivel de género. Los ejemplares se depositaron en el herbario de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

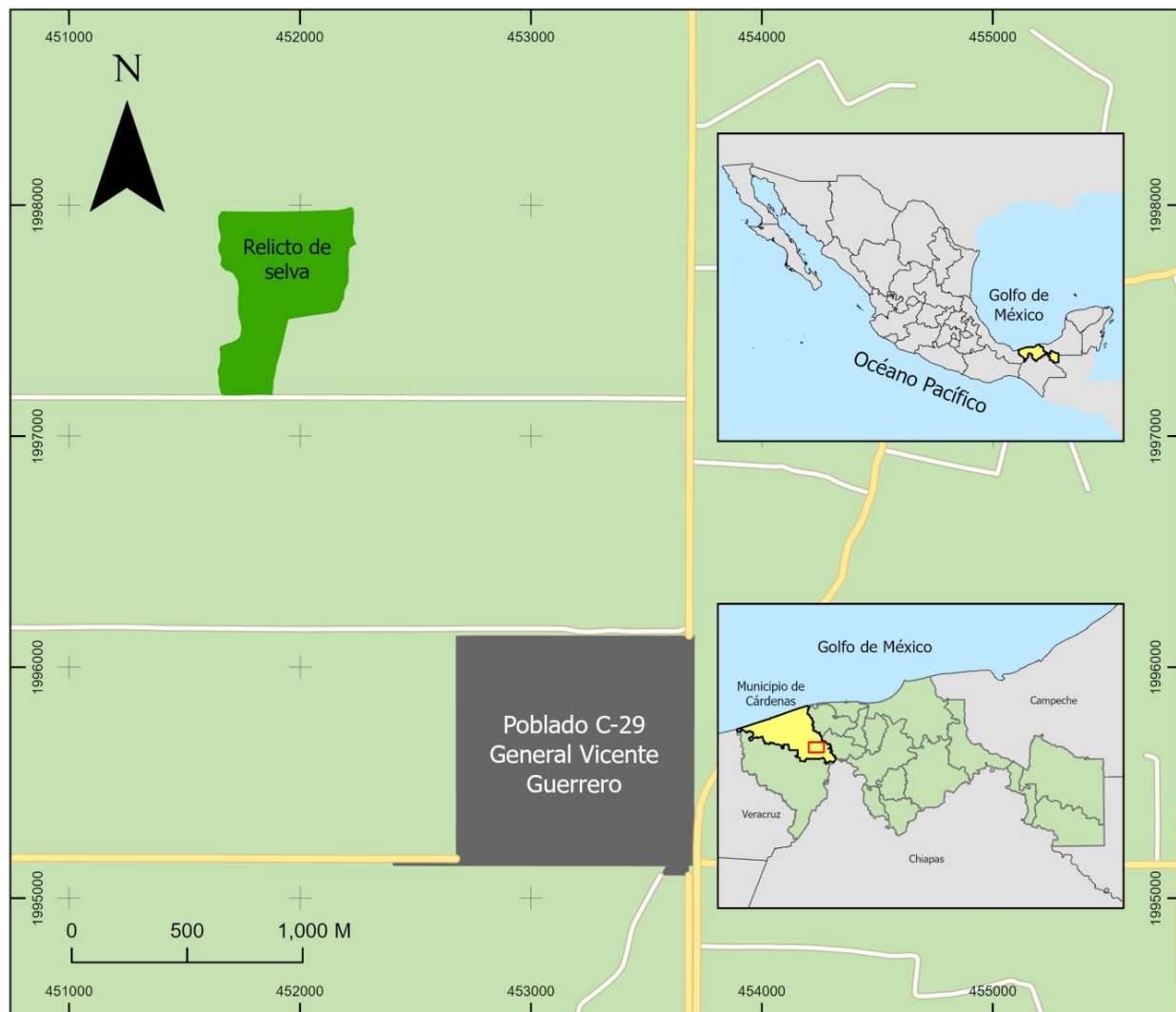


FIGURA 1. Ubicación del relicto de 22 ha de selva inundable de *Bravaisia intergerima* en el poblado C-29 del municipio de Cárdenas, Tabasco, México.

Mapa elaborado con ArcGis ver. 10.8

Análisis de la comunidad arbórea

El análisis de la estructura arbórea se realizó para cada UM. Para fines comparativos con otros trabajos, se obtuvieron los parámetros de diversidad de la vegetación arbórea (Krebs, 2016) tales como la riqueza o número de especies (S), la diversidad máxima (H' máx que es igual a $\ln S$), el índice de Shannon Wiener (H') y la equidad (E que es igual a $H' \text{ máx} / H'$). Para el procesamiento de los datos y obtención de esta información se utilizó MS Excel®.

Así también, se obtuvo el índice de valor de importancia de las especies (IVI) a partir de la ecuación de Krebs (2016):

$$IVI = \text{DensR}(i) + \text{FR}(i) + \text{DomR}(i)$$

donde:

$\text{DensR}(i)$ = número de individuos de la especie i / número total de individuos $\times 100$

$\text{FR}(i)$ = número de parcelas con presencia de la especie i / 20×100

$\text{DomR}(i)$ = área basal (m^2) de la especie i / dominancia absoluta $\times 100$

Finalmente, se obtuvo el índice de similitud florística de Sorensen (S_o) de las UM:

$$S_o = 2C / A + B$$

donde:

A y B = valor de S de las UM A y UM B

C = valor de S compartidas por la UM A y UM B

Heterogeneidad

Se estimó, a partir de los parámetros de S, H' , $H' \text{ máx.}$, S_o e IVI, asumiendo que valores iguales entre las cuatro UM indican una carencia de heterogeneidad, y valores diferentes indican presencia de cierto grado de heterogeneidad.

Como medición de la heterogeneidad (H) de las UM y comparación entre ellas, se propone el intervalo de cada parámetro (valor máximo [$V_{\text{máx}}$] - valor mínimo [$V_{\text{mín}}$]) expresado en porcentaje del valor máximo:

$$H = \frac{V_{\text{máx}} - V_{\text{mín}}}{V_{\text{máx}}} \cdot 100$$

De modo que dos valores de diversidad de la vegetación iguales darían como resultado heterogeneidad igual a 0, y dos valores diferentes se aproximarían al valor de heterogeneidad de 100%. La ausencia de heterogeneidad se evidencia por valores de diversidad iguales o con diferencias cercanas a cero entre las UM.

RESULTADOS

Estructura de la comunidad arbórea

El relicto de selva inundable presentó un total de 58 especies arbóreas, con una altura y DAP máximos de 33 m y más de 47,5 cm respectivamente, y una mayor proporción de individuos entre 3 m y 9 m de altura (Fig. 2). La clase diamétrica con la mayor cantidad de individuos de toda la comunidad fue de 2,5 cm a 7,5 cm de DAP (Fig. 3). Sin embargo, al distribuir a las especies más representativas en clases diamétricas, solo *B. integrerrima* presentó individuos en todas las clases y, en la clase > 47.5 cm de DAP sobresalió con la mayor abundancia (Fig. 4). El área basal total de los individuos fue mayor en la UM1 y UM4, y menor en las UM2 y UM3 (Fig. 5). El área basal por especie estuvo claramente dominada por *B. integrerrima* (Fig. 6).

Las diez especies más abundantes en el relicto fueron: *Farama occidentalis* (288 individuos), *Bravaisia integrerrima* (193), *Hasseltia mexicana* (192), *Swartzia guatemalensis* (58), *Tabernaemontana alba* (41), *Trophis racemosa* (39), *Guatteria sp.* (36), *Cupania glabra* (35), *Cordia stellifera* (33) y *Salacia elliptica* (13).

El esfuerzo de muestreo fue suficiente para conocer la composición florística arbórea del relicto, ya que la acumulación de especies por superficie indica que se logró registrar a la mayoría de las especies mediante los estimadores de biodiversidad Jackknife y Chaos 1, y muy cercanamente suficiente, mediante el estimador de rarefacción de Cole y la acumulación real de las especies observadas *in situ* (Fig. 7).

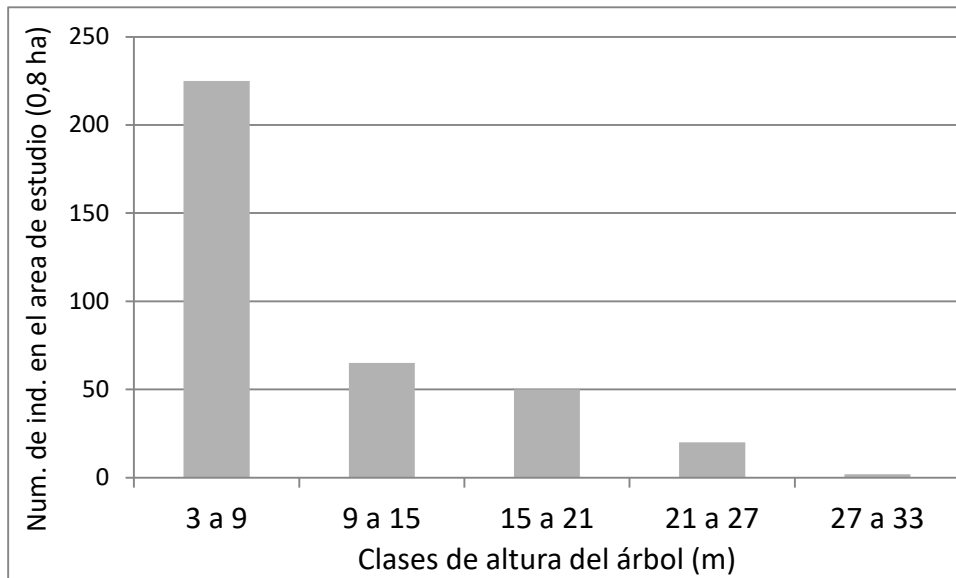


FIGURA 2. Distribución de frecuencias de los individuos por clases de altura en un relicto de selva inundable de *Bravaisia intergerrima* en el poblado C-29 del municipio de Cárdenas, Tabasco, México. El número de intervalos de clase = 5 se definió arbitrariamente, ya que los tres intervalos de clase correspondientes a brinzales (< 1.3 m de altura), latizales (altura > 1.3 m y DAP < 2.5 cm) y fustales (> 2.5 cm DAP) serían muy pocos, y la categoría de fustales sería demasiado amplia y abultada.

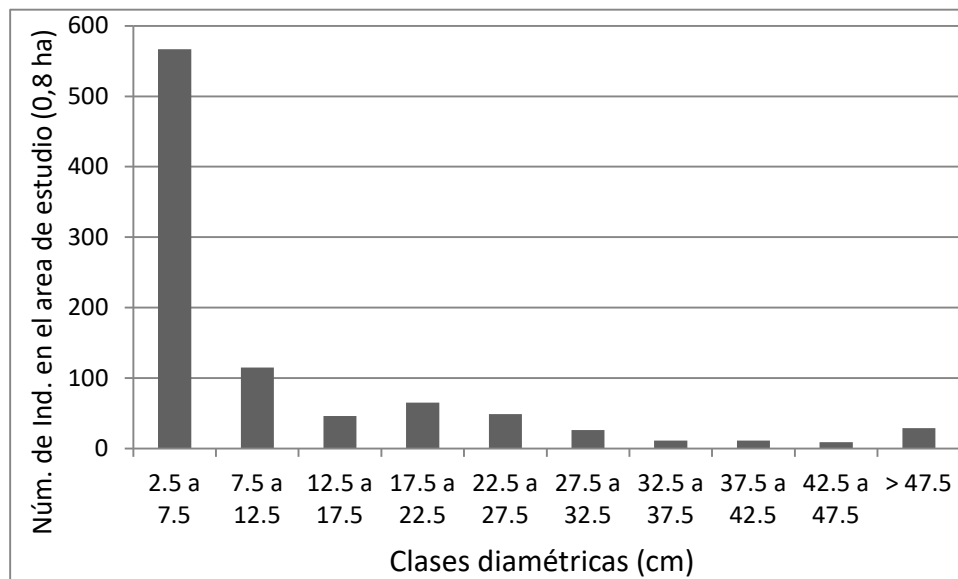


FIGURA 3. Distribución de individuos por clases diamétricas en un relicto de selva inundable de *Bravaisia intergerrima* en el poblado C-29 del municipio de Cárdenas, Tabasco, México.

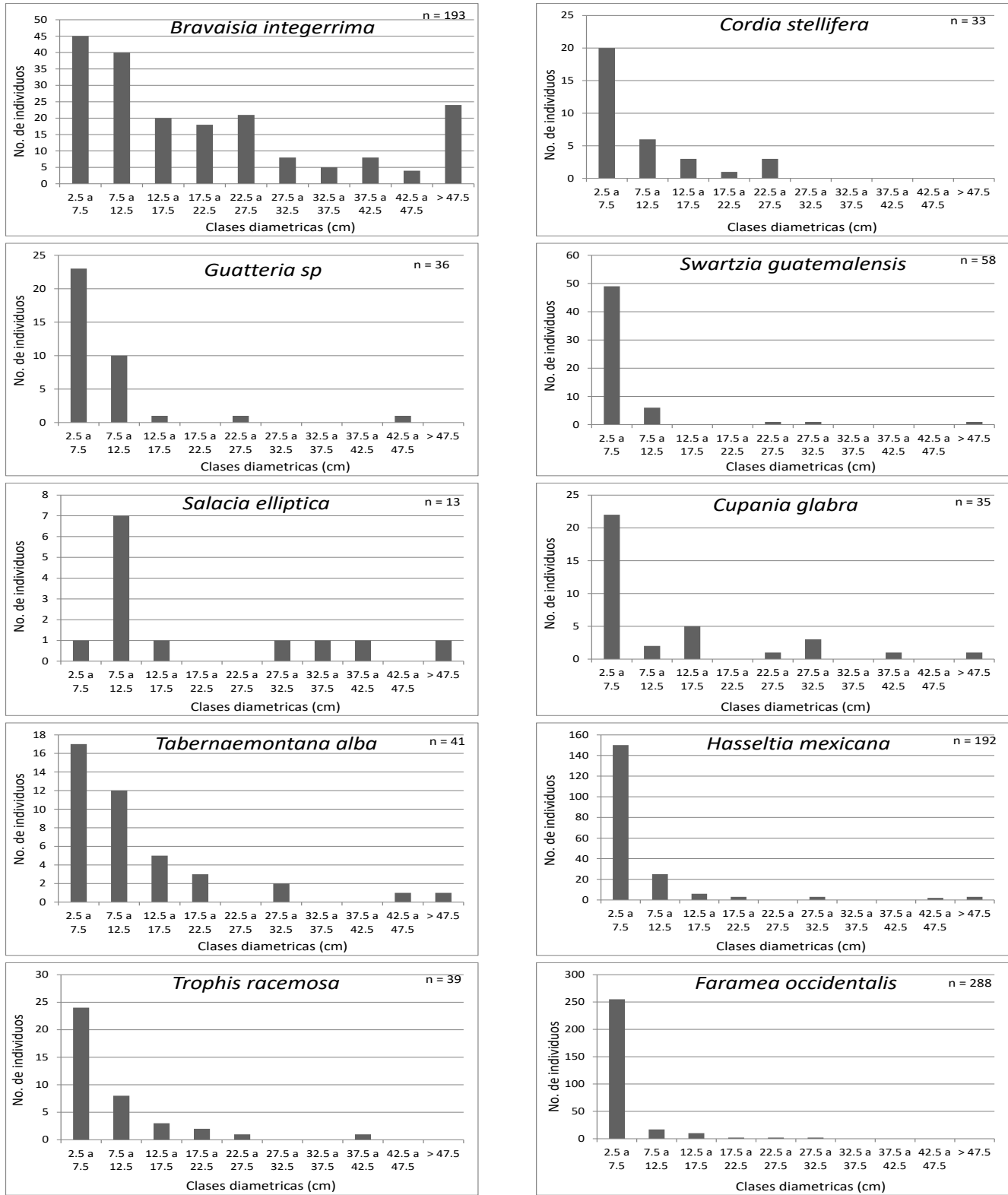


FIGURA 4. Distribución de los individuos por clases diamétricas de las 10 especies arbóreas más representativas en un relicto de selva inundable de *Bravaisia integerrima* en el poblado C-29 del municipio de Cárdenas, Tabasco, México.

n: número total de individuos

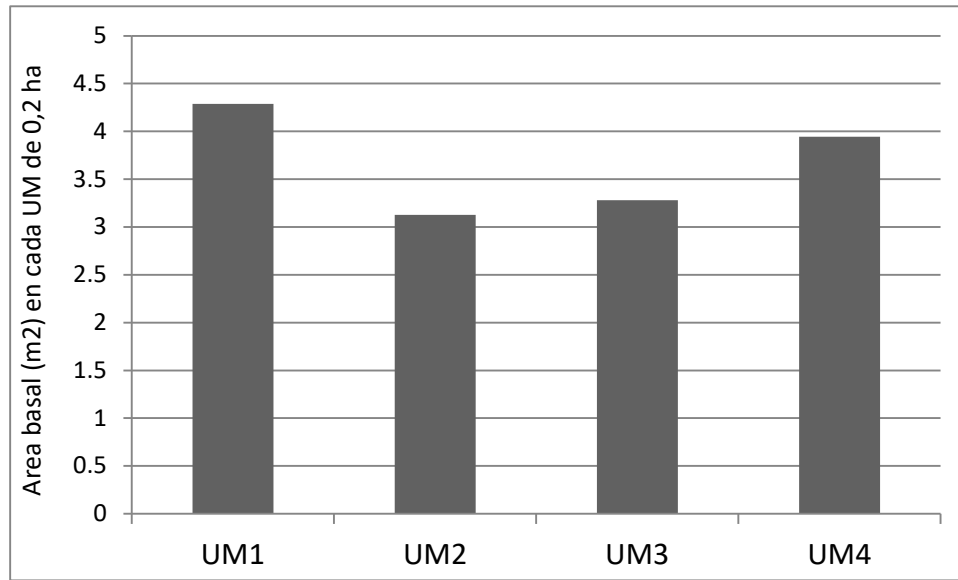


FIGURA 5. Área basal total para cada unidad de muestreo en un relicto de selva inundable de *Bravaisia intergerrima* en el poblado C-29 del municipio de Cárdenas, Tabasco, México.

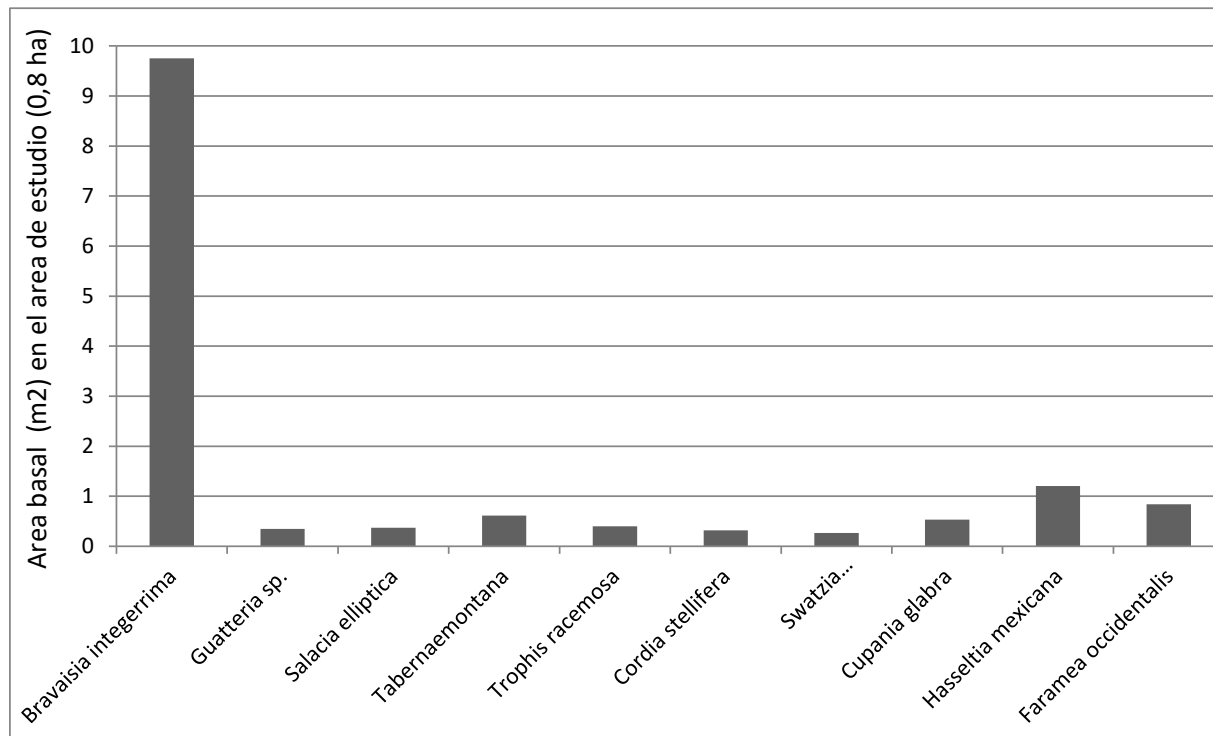


FIGURA 6. Área basal de las diez especies dominantes en un relicto de selva inundable de *Bravaisia intergerrima* en el poblado C-29 del municipio de Cárdenas, Tabasco, México.

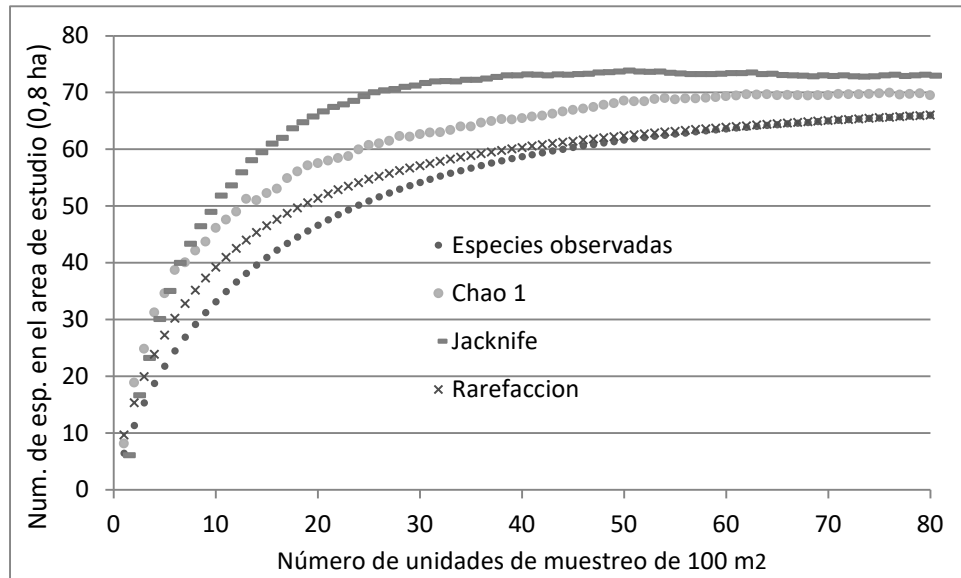


FIGURA 7. Curva de acumulación de especies arbóreas en un relicto de selva inundable de *Bravaisia integrerrima* en el poblado C-29 del municipio de Cárdenas, Tabasco, México.

Diversidad arbórea

La riqueza de especies (S) por unidad de muestreo varió de 25 a 34, y el número de especies por familia fue similar con un valor medio de tres, a excepción de la UM4 que tuvo un valor medio de dos especies (Tabla 1).

Las UM presentaron diferentes valores de diversidad, con variaciones de H' de 2,67 a 3,09, H' máx. de 5,5 a 6,11, E de 0,44 a 0,53, e IVI máximo de 37,0 en la UM2 a 104,0 en la UM1. La heterogeneidad varió de 10,0% para H' max a 64,4% para el IVI máximo (Tabla 2).

Las 10 especies con mayor IVI, incluyendo a las especies representativas de este tipo de vegetación, presentaron valores diferentes y altos de heterogeneidad, con valores de 41,4% a 93,7% y una media de 76,8% (Tabla 3, Fig. 8). Se puede apreciar que dichas variaciones estuvieron marcadas por los valores máximos contrastantes de IVI de la especie dominante *Bravaisia integrerrima* en las UM1, UM3 y UM4, y *Hasseltia mexicana* en la UM3. El valor total de las 10 especies no llega a 300 debido al resto de las especies no consideradas en la tabla 3. La especie dominante *Bravaisia*

integrerrima así como otras no dominantes (*Tabernaemontana alba*, *Trophis racemosa* y *Licania platypus*) presentaron valores de heterogeneidad superiores a 89%.

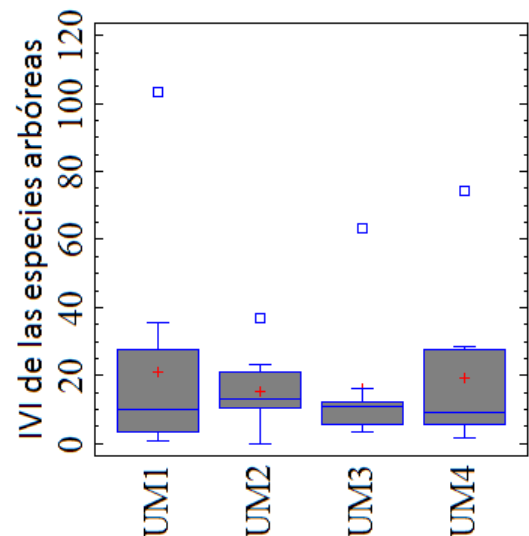


FIGURA 8. Diagrama para los índices del valor de importancia de las diez especies de mayor valor en cada unidad de muestreo en un relicto de selva inundable de *Bravaisia integrerrima* en el poblado C-29 del municipio de Cárdenas, Tabasco, México.

Se observan los valores máximos (cuadrado), la media (cruz), y la mediana (línea horizontal dentro de la caja sombreada).



TABLA 1. Riqueza de especies arbóreas (S) y número de familias de un relicto de selva inundable de *Bravaisia intergerrima* en el poblado C-29 en el municipio de Cárdenas, Tabasco, México.

	UM1	UM2	UM3	UM4
Riqueza de especies (S)	29	34	32	25
No. de familias	9	10	10	11
Mediana de S por familia	3	3	3	2
Rango de S por familia	3	3	4	2

TABLA 2. Índices de diversidad estructural y su valor de heterogeneidad, para cada unidad de muestreo (UM) de un relicto de selva inundable de *Bravaisia intergerrima* en el poblado C-29 en el municipio de Cárdenas, Tabasco, México.

	UM1	UM2	UM3	UM4	Rango	H (%)
Índice de diversidad de Shannon (H')	2,67	3,09	3,09	2,67	0,42	13,6
Diversidad máxima (H' máx)	6,05	5,81	6,11	5,5	0,61	10,0
Equidad (E)	0,44	0,53	0,5	0,48	0,09	17,0
IVI máximo	104,0	37,0	62,0	74,5	67,0	64,4

UM: unidad de muestreo; H: heterogeneidad.

TABLA 3. Las diez especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) y su valor de heterogeneidad (H) en un relicto de selva inundable de *Bravaisia intergerrima* en el poblado C-29 en el municipio de Cárdenas, Tabasco, México.

	UM1	UM2	UM3	UM4	Rango	H (%)
<i>Bravaisia integerrima</i> (Spreng.) Standl.	104,0	8,2	62,0	74,5	95,8	92,1
<i>Hasseltia mexicana</i> (A.Gray) Standl	27,7	37,0	12,1	28,6	24,9	67,3
<i>Faramea occidentalis</i> (L.) A. Rich.	35,5	20,8	32,8	27,8	14,7	41,4
<i>Tabernaemontana alba</i> Mill	1,7	10,6	10,8	27,3	25,6	93,7
<i>Adelia barbinervis</i> Schlech. & Bompl	6,0	23,1	5,4	7,1	17,7	76,6
<i>Nectandra ambigens</i> (S. F. Blake) C. K. Allen	3,4	16,1	4,4	5,6	12,7	78,9
<i>Swartzia guatemalensis</i> (Donn. Sm.)	14,8	14,1	7,9	5,3	9,5	64,2
<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch	13,5	0	11,0	1,5	12,0	88,9
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess	3,4	12,2	3,5	10,8	8,8	72,1
<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb	0,8	11,1	11,5	5,5	10,7	93,0
Mediana del IVI	9,75	14,1	10,8	8,95		
Rango del IVI	103,2	37	58,5	73		
Suma de IVI de las 10 especies	210,8	153,8	161,4	194,0		
IVI acumulado del Resto de las especies	89,2	146,2	138,6	106,0		
Total IVI	300,0	300,0	300,0	300,0		

IVI: índice de valor de importancia; UM: unidad de muestreo; H: heterogeneidad

Finalmente, el índice de similitud florística entre las cuatro unidades varió de 0,67 a 0,76 (Tabla 4). La mayor similitud florística se presentó para las UM1 y UM3 (0,76), mientras que la menor similitud para las UM2 y UM4.

TABLA 4. Índice de similitud de Sorensen entre las cuatro unidades de muestreo (UM) en un relicto de selva inundable de *Bravaisia integerrima* en el poblado C-29 en el municipio de Cárdenas, Tabasco, México.

	UM1	UM2	UM3
UM2	0,7		
UM3	0,76	0,72	
UM4	0,71	0,67	0,7

UM: unidad de muestreo.

DISCUSIÓN

Diversidad arbórea de las selvas inundables

En general, las selvas tropicales poseen una mayor diversidad arbórea por hectárea (Brown et al., 2013) que otras comunidades como los bosques de coníferas, los de especies latifoliadas y los de climas templados (Frelich y Reich, 1995; Santibáñez-Andrade et al., 2015; Aguilar-Luna et al., 2020). Las selvas inundables como la de canacoite, al ser de región tropical, no son una excepción de esta alta diversidad arbórea.

Acorde con trabajos realizados en otras localidades de Tabasco, la diversidad arbórea ($S = 58$ especies, H' promedio = 2,88) de esta selva inundable dominada por las especies *B. integerrima* y *F. occidentalis*, se muestra similar y uniforme a escala regional. Para la localidad más representativa de este tipo de vegetación en Tabasco, Maldonado-Sánchez et al. (2016) encontraron una riqueza arbórea mayor ($S = 76$ especies), para superficies mayores de 271 ha y 191 ha. La explicación de esta mayor riqueza seguramente radica en el hecho de la ya conocida relación asintótica existente entre el área y la riqueza específica de las comunidades vegetales (Krebs 2016), donde al aumentar el área de muestreo hasta cierto punto, se encuentran más especies vegetales.

La diversidad de la selva inundable de *B. integerrima*, medida a través del índice de Shannon, ha sido suficientemente estudiada en el estado de Tabasco y muestra interesantes resultados. En el presente estudio se encontró un valor de 2,9 para la localidad estudiada. López (2001) encontró un valor mayor ($H' = 3,27$), posiblemente debido a la asociación con tres especies (*Eugenia jambos*, *Urera elata* y *Pachira acuática*) en lugar de una. Por el contrario, en dos localidades distintas (Tacotalpa y Cárdenas), encontró un valor similar de 3,03 para vegetación asociada con una especie (*Lonchocarpus aff G.* y *Croton glabellus*, respectivamente), al igual que Sol Sánchez et al. (1999), quienes encontraron un valor similar de 3,01 en vegetación asociada con una especie (*Bactris baculifera*). Por su parte, Maldonado-Sánchez y Maldonado-Mares (2010) mencionan un valor mayor ($H' = 3,35$), también debido posiblemente a la asociación con dos especies (*Spondias mombin-Lycania platipus*), sin embargo, Maldonado-Sánchez et al. (2016) registró un valor menor ($H' = 2,0$), muy probablemente debido a una superficie pequeña de muestreo. En general, se puede decir que el valor de 2,9 encontrado para el relicto de este estudio, se ubica en el intervalo de los valores anteriores, por lo que se puede decir que este tipo de vegetación en la región conforma una comunidad arbórea estructuralmente similar en lo que corresponde a este estimador.

Actualmente, es bien conocida la importancia de una comunidad arbórea diversa como recurso alimenticio y refugio de diversos grupos de fauna asociados (Ambuel y Temple, 1983), relación funcional del ecosistema que ya se ha detectado en particular para las selvas inundables de la península de Yucatán (Villalobos-Zapata y Mendoza-Vega, 2010). La vida silvestre y diversidad animal (incluyendo insectos) de un área se encuentran asociadas a la presencia de un gran número de especies vegetales (McCleary y Mowat, 2002). Así, a medida que la diversidad arbórea es mayor, la diversidad de otros grupos de plantas vasculares y fauna silvestre, en donde sobresalen las aves, se incrementa (Van Bael, et al., 2007). En lo general, las áreas arboladas y su biodiversidad proporcionan múltiples beneficios al ecosistema y al hombre. El presente relicto,



junto con los demás a su alrededor, también afecta a otros elementos como son los valores ecológicos, económicos y sociales del ecosistema (Lexerød y Eid, 2006) básicamente a través de la extracción de leña que se practica, la recarga de mantos acuíferos y el ecoturismo. También, esta diversidad es importante para la funcionalidad (Önal, 1997), manejo (Wang et al., 2011), productividad (Long y Shaw, 2010) y ecología de las especies animales del ecosistema (Goreaud y Péliissier, 1999), ya que, a decir de los lugareños, también se obtiene fauna menor para consumo humano u otros fines. Promoviendo la conservación y protección de esta vegetación relictual, se pueden conservar estos beneficios.

Diversidad arbórea dentro del relictos

Se observó una alta heterogeneidad en la comunidad arbórea analizada de apenas 22 ha de extensión, lo cual indica lo importante que pueden ser los relictos para la conservación de la diversidad biológica. El valor promedio máximo de heterogeneidad del IVI de 64,4% en las UM (Tabla 2), fue influenciado por la especie dominante *B. integrerrima* particularmente en la UM1 (Tabla 3), por lo que este resultado comprueba la hipótesis de la presencia de una gran heterogeneidad en áreas relativamente pequeñas causada por la variación en la dominancia, frecuencia y/o abundancia de las especies.

La amplia heterogeneidad del IVI encontrada tanto en las especies muy representativas como en las poco representativas (Tabla 3) muestra la diversidad ecológica de cada especie debido a los diferentes valores de dominancia, abundancia y frecuencia que presentan en los distintos micrositios de su hábitat natural. Sin embargo, la variación de H' de 2,67 a 3,09 y E de 0,44 a 0,5 de esta selva mediana fue menor al de una selva mediana subcaducifolia en Yucatán, donde Zamora et al. (2008) registraron valores de H' de 3,55 a 4,82 y E de 0,62 a 0,82, respectivamente entre nueve parcelas de 0,1 ha debido a la variación en la densidad de individuos de las especies dominantes. En este sentido, el número de UM y su cobertura espacial son un factor importante en la detección de la variabilidad de los atributos de la diversidad biológica. La heterogeneidad presente en

una comunidad arbórea también habla de hasta dónde esta característica puede influir en la estimación adecuada de sus atributos, sobre todo cuando se aplican pocas áreas de muestreo o de tamaño reducido, generando resultados poco representativos, que aquí no fue el caso.

Un valor de índice de similitud florística igual o cercano a 1,0, entre dos unidades de muestreo, indica una ausencia de heterogeneidad. Sin embargo, debido a que en ningún caso se presentaron valores de similitud igual o cercanos a 1,0 entre dos unidades de muestreo, se puede afirmar que sí existió cierto grado de heterogeneidad en lo que se refiere a la composición florística de las UM, compartiendo taxas tanto de vegetación primaria como de vegetación secundaria o ruderal promovidos por la perturbación. Aunque no es común encontrar valores de 1 de similitud en las comunidades vegetales, en la presente localidad ninguna unidad de muestreo presentó similitud completa con alguna otra, y la menor similitud o mayor heterogeneidad entre dos unidades fue para la UM2 y UM4 con un valor de 0,67 que se puede considerar medio-alto. Sin embargo, cabe mencionar que este indicador se encuentra basado únicamente en la presencia/ausencia de las especies sin tomar en cuenta su abundancia y dominancia.

La UM4, ubicada en el centro del fragmento, presentó un valor de E intermedio (0,48), una S menor y el valor más bajo de H' máxima. Las UM2 y UM3, ubicadas en la orilla, presentaron el mayor valor de H' . Es sabido que la perturbación en muchos grados incrementa la diversidad o riqueza de especies al incluir taxas precisamente favorecidos por esta fuerza ambiental y especies heliófilas como *Acacia cornigera*, *Cecropia obtusifolia* y *Guazuma ulmifolia*, entre otras (Koyoc-Ramírez et al., 2015). Con base en las figuras 2 y 3, se puede afirmar que, a pesar de ser un relictos de selva inundable de pequeña extensión, es alta la regeneración y establecimiento de especies, lo que asegura una permanente conservación del fragmento *per-se*, mientras la perturbación antrópica no lo extinga o cause procesos irreversibles a su permanencia. Los relativamente pocos individuos reproductivos parecen estar manteniendo una comunidad arbórea continua como suele suceder en los trópicos.

CONCLUSIONES

Un relicto de selva inundable de *B. integerrima*, aun cuando sea pequeño (22 ha), posee una heterogeneidad estructural alta, lo cual indica que, ante la deforestación y cambio de uso de suelo, la vegetación arbórea relictual todavía representa áreas de importancia biológica y socioambiental que merecen ser conservadas. La heterogeneidad estructural estimada a partir del IVI, fue de 64% para las cuatro unidades de muestreo utilizadas, y de 41,4% a 93,7% para las especies individuales. El efecto de borde impuesto principalmente por las variables de luz, temperatura y humedad, y actividades agropecuarias, parece no afectar el estrato arbóreo de estos relictos.

RECONOCIMIENTOS

La información del presente trabajo es producto de la tesis de licenciatura de la coautora Candelaria Garcías Morales.

REFERENCIAS

- Aguilar-Luna, J. M. E., Cabrera-Barbecho, N., Barrios-Díaz, B., & Loeza-Corte, J. M. (2020). Efecto de onda y fenómeno de timidez en bosques homogéneos de *Alnus acuminata*. *Madera y Bosques*, 26(1), e2611939. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2611939>
- Ambuel, B., & Temple, S. A. (1983). Area-dependent changes in the bird communities and vegetation of southern Wisconsin forests. *Ecology*, 64(5), 1057-1068.
- Berlanga-Robles, C. A., Ruiz-Luna, A., & Lanza, E.G. (2008). Esquema de clasificación de los humedales de México. *Boletín del Instituto de Geografía*, 66, 25-46.
- Brown, C., Burslem, D. F. R. P., Illian, J. B., Bao, L., Brockelman, W., Cao, M., Chang, L. W., Dattaraja, H. S., Davies, S., Gunatilleke, C. V. S., Gunatilleke, I. A. U. N., Huang, J., Kassim, A. R., LaFrankie, J. V., Lian, J., Lin, L., Ma, K., Mi, X., Nathalang, A., ..., & Law, R. (2013). Multispecies coexistence of trees in tropical forests: spatial signals of topographic niche differentiation increase with environmental heterogeneity. *Proceedings of the Royal Society Series B: Biological Science*, 280(1764), 20130502. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.0502>
- Chiquini-Heredia, W., Esparza-Olguín, L., Peña-Ramírez, Y., Maya-Martínez, A., & Martínez-Romero E. (2017). Estructura y diversidad en selva inundable al centro y sur de Calakmul. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(12), 511-524. <https://doi.org/10.19136/era.a4n12.859>
- Colwell, R. K. (2006). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version, 8.2.
- Diario Oficial de la Federación (2001). *Listado de especies raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial y sus endemismos en la República Mexicana*. México.
- Dzib-Castillo, B., Chanatásig-Vaca, C., & González-Valdivia, N. A. (2014). Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(1), 167-178.
- Frelich, L. E., & Reich, P. B. (1995). Spatial patterns and succession in a Minnesota southern-boreal forest. *Ecological Monographs*, 65(3), 325-346. <https://doi.org/10.2307/2937063>
- García-Licon, J. B., Esparza-Olguín, L.G., & Martínez-Romero, E. (2014). Estructura y composición de la vegetación leñosa de selvas en diferentes estadios sucesionales en el ejido El Carmen II, Calakmul, México. *Polibotánica*, 38, 1-26.
- Godínez Ibarra, O., & López Mata, L. (2002). Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica*, 73(2), 283-314.
- Goreaud, F., & Pélissier, R. (1999). On explicit formulas for edge effect correction for Ripley's K-function. *Journal of Vegetation Science*, 10(3), 432-433.
- Koyoc-Ramírez, L., Mendoza-Vega, G. J., Perez-Jiménez, J. C., & Torrescano-Valle, N. (2015). Efectos de la perturbación antrópica en petenes de selva en Campeche, México. *Acta Botanica Mexicana*, 110, 89-103. <https://doi.org/10.21829/abm110.2015.189>
- Krebs, C. (2016). *Why ecology matters*. The University of Chicago Press.
- Lexerød, N., & Eid, T. (2006). An evaluation of different diameter diversity indices based on criteria related to forest management planning. *Forest Ecology and Management*, 222(1-3), 17-28. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.10.046>
- Long, J. N., & Shaw, J. D. (2010). The influence of compositional and structural diversity on forest productivity. *Forestry*, 83(2), 121-128. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpp033>
- López, C. S. (2001). *Distribución, estructura y característica de los suelos de la selva de canacoite Bravaisia intergerrima (SPRENG) Standl en el estado de Tabasco, México* [Tesis de Licenciatura, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco].



- López-Jiménez, L. N., Durán-García, R., & Dupuy-Rada, J. M. (2019). Recuperación de la estructura, diversidad y composición de una selva mediana subperennifolia en Yucatán, México. *Madera y Bosques*, 25(1), e2511587. <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511587>
- Maldonado-Sánchez, E., & Maldonado-Mares F. (2010). Estructura y diversidad arbórea de una selva alta perennifolia en Tacotalpa, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 26(3), 235-245. <https://doi.org/10.19136/era.a26n3.150>
- Maldonado-Sánchez, E. A., Ochoa-Gaona, S., Ramos-Reyes, R., Guadarrama-Olivera, M. A., González-Valdivia, N., & de Jong, B. H. J. (2016). La selva inundable de canacoite en Tabasco, México, una comunidad vegetal amenazada. *Acta Botánica Mexicana*, 115, 75-101. <https://doi.org/10.21829/abm115.2016.1113>
- Marks, C. O., Nislow, K. H., & Magilligan, F. J. (2014). Quantifying flooding regime in floodplain forests to guide river restoration. *Elementa Science of the Anthropocene*, 2, 1-15. <https://doi.org/10.12952/journal.elementa.000031>
- Martínez, E., & Galindo-Leal, C. (2002). La vegetación de Calakmul, Campeche, México: clasificación, descripción y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 71, 7-32. <https://doi.org/10.17129/botsoci.1660>
- McCleary, K., & Mowat, G. (2002). Using forest structural diversity to inventory habitat diversity of forest-dwelling wildlife in the West Kootenay region of British Columbia. *British Columbia Journal of Ecosystems and Management*, 2(2), 1-13. <https://doi.org/10.22230/jem.2003v2n2a231>
- Önal, H. (1997). Trade-off between structural diversity and economic objectives in forest management. *American Journal of Agriculture Economy*, 79(3), 1001-1012. <https://doi.org/10.2307/1244439>
- Pennington, T. D., & Sarukhán J. (2005). *Arboles tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies*. Fondo de cultura económica.
- Santibáñez-Andrade, G., Castillo-Argüero, S., & Martínez-Orea, Y. (2015). Evaluación del estado de conservación de la vegetación de los bosques de una cuenca heterogénea del Valle de México. *Bosque*, 36(2), 299-313. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002015000200015>
- Sol Sánchez, A., Pérez Vázquez, A., Vázquez Torres, M. S, Ruiz Rosado, O., & Castillo Acosta, O. (1999). Diversidad y composición florística de la selva de canacoite en la Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 15(28), 53-83. <https://doi.org/10.19136/era.a15n28.578>
- Taubert, F., Fischer, R., Groeneveld, J., Lehmann, S- Müller, M. S., Röding, E., Wiegand, T., & Juth, A. (2018). Global patterns of tropical forest fragmentation. *Nature*, 554, 519-522. <https://doi.org/10.1038/nature25508>
- Van Bael, S., Bichier, P., & Greenberg, R. (2007). Bird diversity in cacao farms and forest fragments of western Panama. *Biodiversity and Conservation*, 16(8), 2245-2256. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9193-3>
- Villalobos-Zapata, G. J., & Mendoza-Vega, J. (2010). *La biodiversidad en Campeche: Estudio de estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. Gobierno del Estado de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche y El Colegio de la Frontera Sur.
- Wang, W., Lei X., Ma Z., Kneeshaw, D. D., & Peng, C. (2011). Positive relationship between aboveground carbon stocks and structural diversity in spruce-dominated forest stands in New Brunswick, Canada. *Forest Science*, 57(6), 506-515. <https://doi.org/10.1093/forestscience/57.6.506>
- Zamora, C. P., Gerardo, G. G., Flores, G. J. S. & Ortiz, J. J. (2008). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en el sur del estado de Yucatán, México. *Polibotánica*, 26(13), 39-66. <https://polibotanica.mx/index.php/polibotanica/article/view/1759>

Manuscrito recibido el 23 de mayo de 2024

Aceptado el 02 de julio de 2025

Publicado el 31 de octubre de 2025

Este documento se debe citar como:

Martínez-Sánchez, J. L., Cámara Cabrales, L., Garcías Morales, C., Castillo Acosta, O., & Díaz López, H. M. (2025). Diversidad arbórea en un relicto de selva mediana inundable en Tabasco, México. *Madera y Bosques*, 31, e312684. <https://doi.org/10.21829/myb.2025.312684>



Madera y Bosques por Instituto de Ecología, A.C. se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.