



# Composición de las epífitas vasculares

asociadas al manglar ribereño en la comunidad de Ramonal, Quintana Roo, México

Composition of vascular epiphytes associated with the riparian mangrove in the community of Ramonal, Quintana Roo, Mexico

Cecilia García-Luna<sup>1</sup>, Alicia Carrillo-Bastos<sup>1</sup>, Leopoldo Q. Cutz-Pool<sup>1</sup> y Claudia González-Salvatierra<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / IT de Chetumal. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Chetumal, Quintana Roo, México.

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Humanidades Ciencia y Tecnología. Tecnológico Nacional de México / IT de Chetumal. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Chetumal, Quintana Roo, México.

\* Autora de correspondencia: claudia.gs@chetumal.tecnm.mx

## RESUMEN

Los manglares son ecosistemas de gran riqueza biológica. Aunque es raro encontrar epífitas sobre los árboles del manglar, se han registrado orquídeas, bromelias, cactáceas y aráceas; sin embargo, los estudios sobre la diversidad especies de epífitas vasculares en ecosistemas de manglar son escasos. El objetivo de este trabajo fue determinar la composición florística y distribución vertical de las epífitas vasculares asociadas a los forófitos del manglar ribereño en la comunidad de Ramonal, Othón P. Blanco, Quintana Roo. Se evaluó la relación de la altura y el diámetro a la altura del pecho (DAP) de los forófitos con la riqueza epífitas, además de la altura de colonización en el forófito. También se contaron y midieron las epífitas y forófitos. Para el análisis de diversidad de epífitas se emplearon los índices de Shannon-Wiener y Simpson. Se evaluó una superficie total de 769.3 m<sup>2</sup>, en donde se registraron cinco especies de forófitos (n=60). El principal forófito fue *Rizophora mangle*. La familia de epífitas con más especies fue Orchidaceae (cinco), seguida de Bromeliaceae (tres), Araceae (dos) y por último Cactaceae (una), similar a lo encontrado en otros ecosistemas del Neotrópico. Los índices de diversidad sugieren una diversidad media de epífitas. La colonización de epífitas fue más frecuente en tallos y raíces de *R. mangle*, probablemente influenciado por su corteza, microclima, abundancia y arquitectura, facilitando su establecimiento. Hasta ahora, este trabajo es el registro más completo para este valioso ecosistema, por lo que podría ser una importante herramienta para integrar estrategias de conservación y gestión.

**PALABRAS CLAVE:** abundancia, conservación, diversidad, estructura, forófito, zona ribereña.

## ABSTRACT

Mangroves are biologically rich ecosystems. Although it is rare to find epiphytes on mangrove trees, some orchids, bromeliads, cacti, and aroids have been recorded; however, studies on species diversity of vascular epiphytes in mangrove ecosystems are scarce. The objective of this work was to determine the floristic composition and vertical distribution of vascular epiphytes associated with the riparian mangrove phorophytes in the community of Ramonal, Othón P. Blanco, Quintana Roo. The relationship between height and diameter at breast height (DBH) of the phorophytes with epiphyte richness was evaluated, along with the colonization height in the phorophyte. Epiphytes and phorophytes were also counted and measured. Epiphyte diversity analysis was performed using the Shannon-Wiener and Simpson indices. A total area of 769.3 m<sup>2</sup> was assessed, where five phorophyte species were recorded (n = 60). The main phorophyte was *Rizophora mangle*. The epiphyte family with the most species was Orchidaceae (five), followed by Bromeliaceae (three), Araceae (two), and finally Cactaceae (one), similar to findings in other Neotropical ecosystems. Diversity indices suggest a medium diversity of vascular epiphytes. Epiphyte colonization was more frequent in *R. mangle* stems and roots, probably influenced by its bark, microclimate, abundance, and architecture, facilitating their establishment. So far, this study represents the most comprehensive record for this valuable ecosystem, so it could be an important tool to integrate conservation and management strategies.

**KEYWORDS:** abundance, conservation, diversity, structure, phorophyte, riparian zone.

## INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas muy importantes en México, dentro de estos, se encuentran los manglares, los cuales se distinguen por su riqueza natural y los servicios ambientales que sustentan (Agraz-Hernández *et al.*, 2009; Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2013). En los manglares dominan distintas especies arbóreas, que son conocidas como mangles (Rodríguez-Zúñiga, 2013). Las diferentes especies del manglar se pueden agrupar y distribuir de diferentes maneras dentro de su hábitat. Así, se pueden distinguir cinco tipos ecológicos o fisiográficos de manglar según su ubicación: de franja, de cuenca, petén, chaparro y ribereño (Lugo y Snedaker, 1974; Cintrón *et al.*, 1985; Herrera-Silveira y Comín, 2000; Zaldívar-Jiménez *et al.*, 2010). El manglar de tipo ribereño o riverino, se desarrolla en las orillas de los ríos, así como en las zonas donde hay influencia de las mareas y agua salobre (estuarios), frecuentemente se encuentra dominado por *Rizophora* sp. y en algunas ocasiones por otras especies de mangles, y en donde comúnmente se presentan altas descargas de agua dulce y nutrientes, originando bosques de características estructurales bien desarrolladas (Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2016).

Por otro lado, las adaptaciones de las especies que conforman los manglares les permiten sobrevivir en un amplio rango de inundaciones y salinidad, proporcionando múltiples servicios socioambientales de gran valor para el mantenimiento del ecosistema y de los procesos naturales (Agraz-Hernández *et al.*, 2006). El manglar es un hábitat importante para una gran diversidad de especies, en el sotobosque se pueden encontrar algunos helechos y pastos, y en la zona de las raíces una gran diversidad de fauna acuática en sus diferentes etapas de vida, funcionando como guardería de los estadios juveniles. Además, la estructura vertical de los manglares funciona como descanso y anidación de diferentes especies de aves tanto locales como migratorias y, en donde pueden establecerse diferentes especies de plantas trepadoras y epífitas (Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2013; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2016); como aráceas, helechos y orquídeas y, en el

Netrópico, las bromelias y cactáceas (Zotz, 2013; Hogart, 2015; Jiménez-López *et al.*, 2018).

Las epífitas son plantas que tienen la capacidad de crecer sobre árboles hospederos durante todo su ciclo de vida, sin obtener sus nutrientes (Bautista-Bello *et al.* 2021); no son especies parásitas, y únicamente utilizan la estructura vertical de los forófitos para sostenerse del tronco y las ramas (Benzing, 2008). Sin embargo, en algunos casos muy específicos, epífitas como *Tillandsia recurvata* con elevado éxito reproductivo en zonas semiáridas pueden causar la muerte de las ramas de sus hospederos debido a que pueden inducir cambios estructurales y ecofisiológicos (Pérez-Noyola *et al.*, 2021). De acuerdo con Zotz y Andrade (2002), las epífitas pueden subdividirse en (1) holoequífitas, que son epífitas verdaderas y cumplen todo su ciclo de vida en un hospedero; y (2) en hemiequífitas las cuales se comportan como epífitas en el primer o último ciclo de vida.

Las epífitas tienen una importante función en los ecosistemas, ya que, según su distribución vertical pueden servir como alimento, hábitat y nicho para otros organismos como hormigas, artrópodos, insectos, aves y mamíferos (Cestari y Pizo, 2008; Hurtado-Alza *et al.*, 2017; Aguilar-Rodríguez *et al.*, 2019; Vargas-Castro y Newcombe, 2019; Reyes-García *et al.*, 2022; Rocha, 2023).

Las características de los forófitos, como la estructura de la corteza, también podrían influir en la distribución vertical de las epífitas (Wyse y Burns, 2011; Sáyo *et al.*, 2013; Wagner *et al.*, 2015). Las cortezas ásperas y fisuradas tienen gran capacidad para acumular nutrientes en forma de detritos y capturar agua, utilizando estos microsítios para su fijación (Cascante-Marín *et al.*, 2009; Reyes *et al.*, 2010; Zytynska *et al.*, 2011).

En general, las especies de epífitas vasculares asociadas a los árboles del manglar, son las mismas que se podrían encontrar en las comunidades terrestres adyacentes. No pueden tolerar niveles altos de sal y, por lo tanto, no entran profundamente en el hábitat de los manglares. Sin embargo, se pueden encontrar excepciones, por ejemplo, algunas bromelias como *Tillandsia dasyliriifolia*, presentan hojas sucu-



lentas y parecen acumular sal dentro de sus tejidos. Esto sugiere que han desarrollado un grado de tolerancia a la sal en forma paralela con los árboles del manglar en los que se desarrollan (Gómez y Winkler, 1991).

El éxito en la supervivencia de las epífitas está directamente relacionado con su capacidad para adaptarse a un entorno aéreo, debido a sus modificaciones morfofisiológicas y con las condiciones de su hospedero, por lo que presentan preferencias por ciertas partes del tronco o rama del forófito (Benzing, 1990; Zimmerman y Olmsted, 1992; Krömer et al., 2007b). Entre los factores ambientales que determinan la distribución de las epífitas en los diferentes tipos de vegetación y dentro de su hospedero, el agua es el más importante. Sin embargo, se deben tomar en cuenta otros factores que pueden limitar el establecimiento y la supervivencia de las epífitas; como la baja disponibilidad de nutrientes, su capacidad fotosintética, el tamaño del sustrato y fenología del forófito, la presencia de otras epífitas, interacciones con otros organismos, vientos fuertes, la morfología y el tamaño de los individuos (Castro et al., 1999; Benzing, 2000; Graham y Andrade, 2004; Cervantes et al., 2005), así como su vulnerabilidad ante el cambio de uso de suelo, el cambio climático y las perturbaciones antropogénicas (Köster et al., 2009; Krömer et al., 2014; Males et al., 2023).

La distribución vertical y colonización de las epífitas se ha estudiado en diferentes tipos de vegetación y de condiciones ambientales, aportando importante información sobre su composición florística y su contribución hacia la flora total (Krömer et al., 2007a; Mora-Olivo et al., 2018), aunque esto último podría complicarse debido principalmente a la dificultad que implica su colecta (Ingram y Lowman, 1995; Krömer et al., 2007b).

En cuanto a los estudios sobre diversidad y abundancia de epífitas en los ecosistemas de manglar, se han hecho diferentes esfuerzos para generar información con inventarios y estudios ecológicos, sin embargo, estos siguen siendo escasos (Rahman et al., 2015; Sousa y Colpo, 2017; Kupec, 2018; Rohani et al., 2020; Noguera-Savelli et al., 2021).

Algunos manglares, como los de Asia, presentan una alta diversidad de epífitas vasculares (Giesen et al., 2007; Rahman et al., 2015). Aunque, también podemos encontrar que muchos ecosistemas de manglar pueden presentar alta densidad de epífitas vasculares pero baja diversidad de especies (Olmsted y Gómez-Juárez, 1996; Rico-Gray y Palacios-Ríos, 1996; Cach-Pérez et al., 2013). Esta composición y distribución espacial de las epífitas podrían estar relacionada con las características fisonómicas del forófito (e.g. corteza y arquitectura); con la altura, las zonas de un mismo forófito y las características microambientales que en los bosques de manglar pueden ser relativamente extremas, como luz, nutrientes, temperatura, sequía, exposición a aerosoles y salinidad (Gómez y Winkler, 1991; Wanek y Zotz, 2011; Cach-Pérez et al., 2013; Stein et al., 2014; Wagner et al., 2015; Mikolaev et al., 2016; Tomlinson, 2016; Jiménez-López et al., 2017; Rioja-Nieto et al., 2017; Sousa y Colpo, 2017; Rohani et al., 2020); así como con la producción de metabolitos secundarios derivados de los árboles que habitan en los bosques de manglar; como alcaloides, fenoles, esteroides, terpenoides y taninos (Boto, 1982; Bandaranayake, 1998; Marroquín y Cruz, 2016); entre otros factores y características de origen mecánico como la influencia de olas, mareas y corrientes (Gómez y Winkler, 1991; Zotz y Reuter, 2009; Rodríguez-Zúñiga et al., 2013).

La información que proporcionan los estudios sobre la riqueza y diversidad de especies es primordial para la conservación de áreas de excepcional valor biótico, así como para la mitigación de los problemas ambientales o de salud del ecosistema. El manglar ribereño de la comunidad de El Palmar, Quintana Roo, es un ecosistema de gran riqueza biológica y escénica que ha sido poco estudiado, y se encuentra en peligro debido a las actividades humanas como el uso recreativo para el turismo, la construcción de vialidades y la deforestación del manglar para actividades agrícolas como la caña de azúcar, las cuales han provocado la interrupción del flujo hidrológico (Magnon, 2002), además de poner en peligro a las especies que lo habitan como las epífitas, ya que son extraídas para

finés ornamentales, principalmente las orquídeas (Ibarra et al., 2002). Así, el presente trabajo pretende contribuir a la identificación y conocimiento de la composición de epífitas vasculares del manglar ribereño, y promover la importancia de los manglares para su conservación en la comunidad de El Palmar, Quintana Roo, México.

## OBJETIVOS

Determinar la composición florística y distribución vertical de las epífitas vasculares asociadas a los forófitos del manglar ribereño en la comunidad de Ramonal, Mpio. de Othón P. Blanco, del estado de Quintana Roo, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Este trabajo se llevó a cabo en el bosque de manglar en la ribera del río Hondo, al suroeste del estado de Quintana Roo, México, en la comunidad de El Palmar en el ejido del Ramonal (N-88.531667, W18.419167, 30 m s.n.m.; Fig. 1). El río Hondo nace en Guatemala y desemboca en la bahía de Chetumal. Este sistema hidrológico es un importante corredor biológico entre el sur de la península de Yucatán con Belice y Guatemala (Arriaga et al., 2000); integrado por una amplia red de humedales compuesto de

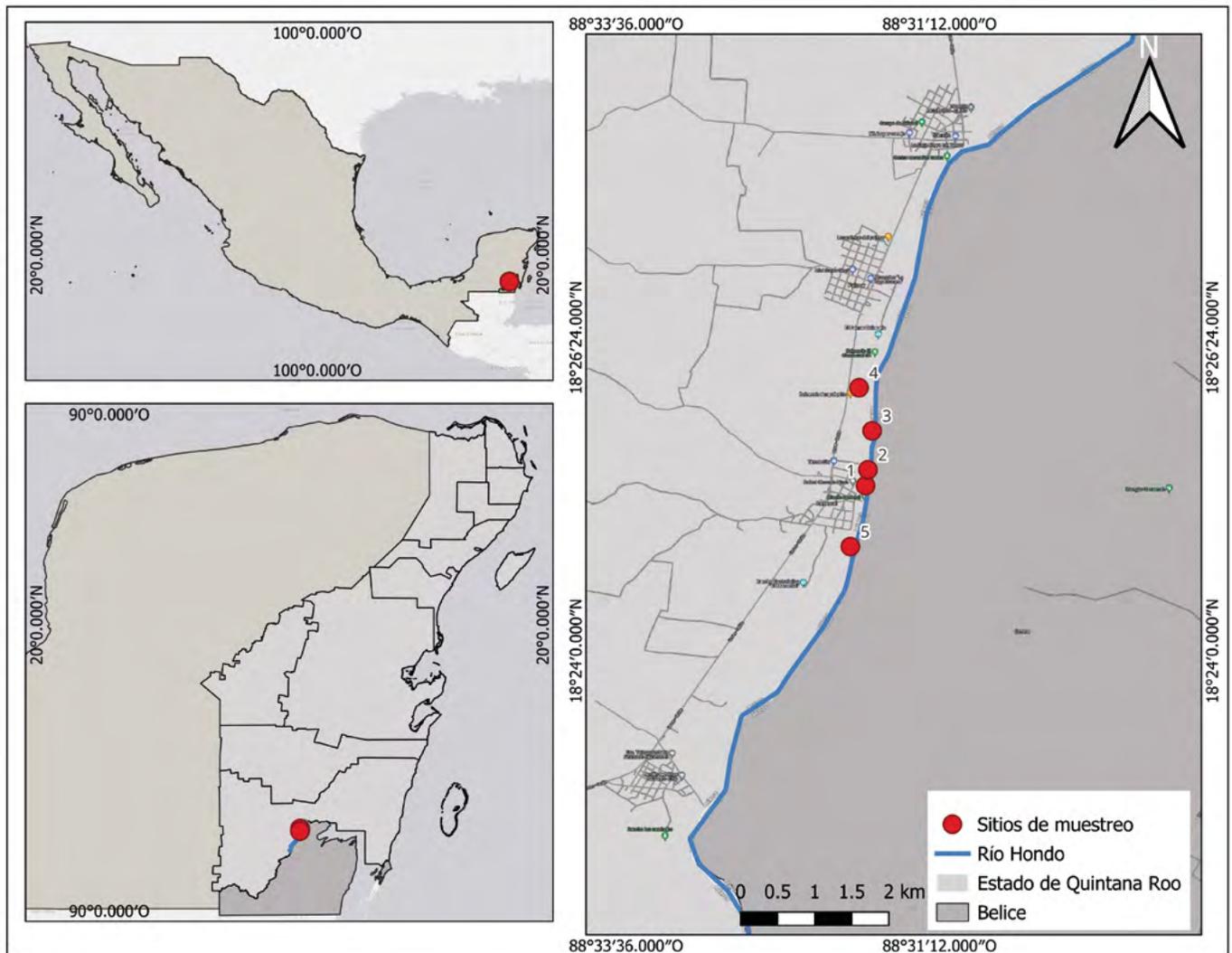


FIGURA 1. Mapa del sitio de muestreo en el manglar ribereño de la comunidad de Ramonal, en el Río Hondo, Mpio. de Othón P. Blanco, en el estado de Quintana Roo, México.



lagunas, manglares, pantanos, llanuras de inundación y cenotes (Magnon, 2002). Tiene una longitud de 145 km, un ancho promedio de 50 m, una profundidad media de 10 m y su cuenca tributaria tiene un área de 13 465 km<sup>2</sup> (Herrera-Sansores y Heredia-Escobedo, 2011). Esta zona presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura promedio anual es de 26 °C y la precipitación total anual es de 1500 mm la cual ocurre principalmente entre mayo y noviembre (Sánchez-Sánchez e Islebe, 1999; Arriaga et al., 2000).

La vegetación ribereña del río Hondo incluye manglares compuestos por *Rhizophora mangle* (orilla del río), *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa* (detrás de la franja de *R. mangle*) (Torrescano e Islebe, 2006), así como elementos de la vegetación aledaña como la selva mediana subcaducifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, sabana, cañaveral y pastizal cultivado (Arriaga-Cabrera et al., 1998; Sánchez-Sánchez e Islebe, 2002).

### Diseño de muestreo y medición de variables

El trabajo de campo se llevó a cabo entre febrero a noviembre de 2020. Se eligieron cinco sitios de muestreo en el manglar ribereño, y debido a que el bosque de manglar es angosto en esta zona (aprox. 4 m - 16 m de ancho) en cada sitio se hizo un transecto de 100 m de longitud, paralelo al río, con cuatro parcelas circulares de 7 m de diámetro cada una, a una distancia de 20 m entre ellas, cubriendo una superficie total muestreada de 769.3 m<sup>2</sup>. La ubicación de cada transecto se registró con un GPS.

En cada parcela se identificó cada uno de los forófitos y se registró la altura con una vara telescópica de 15 m de alcance, así como el diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP), se registraron dos mediciones del perímetro del tronco principal a 30 cm sobre las raíces aéreas con una cinta métrica de 1 m de alcance (Hechavarría y Ferro, 2017; Rodríguez et al., 2018) y se calculó el diámetro normalizado (diámetro = perímetro/ $\pi$ ). Cada forófito fue etiquetado con una placa de aluminio representando su parcela, transecto y el número de forófito muestreado, para corroborar datos si se requiere. Por otro lado, para

determinar el índice de valor de importancia (IVI) de los forófitos se utilizaron las fórmulas propuestas por Aguirre y Aguirre (1999).

Para la identificación, localización, medición y conteo de las especies epífitas y hemiepífitas (Bautista-Bello et al., 2021; Zotz y Andrade, 2002) se utilizó el método de observación directa y a distancia (Johansson, 1974; Ferro, 2015), y la técnica de arbolero (Wendt, 1986), en donde para el ascenso al dosel se contó con personas con habilidad para trepar. Para localizar la estratificación vertical se utilizó la zonación propuesta por Johansson (1974). De cada individuo se midió el tamaño y la altura con un flexómetro, y con una vara telescópica se registró la altura a la que se encontró cada epífita sobre el forófito desde la base del tronco hasta la parte superior del dosel para cada uno de los forófitos por parcela, incluyendo las raíces aéreas de *Rhizophora mangle*. En el muestreo se incluyeron los adultos y juveniles (>5 cm). Para estimar la abundancia de las epífitas, se tomaron como individuos las rosetas (bromelias), laminas (aráceas) y grandes agregados (orquídeas). Se tomaron fotografías digitales de las epífitas vasculares agregando información de su ubicación y un número de inventario. Para la identificación taxonómica se utilizaron guías, artículos y catálogos de la Flora de Quintana Roo y la Península de Yucatán (Ramírez et al., 2004; Mondragón-Chaparro et al., 2011; Campos et al., 2020; Noguera-Savelli et al., 2021).

Para determinar la diversidad se calculó con el índice de Shannon-Wiener y el índice de Simpson (Aguirre-Mendoza, 2013). El índice  $H'$  tiene tres rangos de valores: 0-1.35, 1.36-3.5 y >3.5, indican baja, media y alta diversidad, respectivamente. En el caso del índice de Simpson el rango es: 0-0.33, 0.34-0.66 y >0.67, indican media, baja y alta, respectivamente.

El área basal de los forófitos se obtuvo en función del diámetro a la altura del pecho (DAP) del árbol, ésta se calcula mediante las fórmulas propuestas en Aguirre-Mendoza (2013) y Rodríguez et al. (2018).

La altura y el DAP de los forófitos son las variables más utilizadas en estudios de epífitas, y se ha encontrado que a mayor altura y DAP, hay mayor riqueza de epífitas

vasculares (Flores-Palacios y García-Franco, 2006; Haro-Carrión *et al.*, 2009; Wolf *et al.*, 2009), de esta forma para determinar si existía una relación entre el número de especies y la estructura del forófito (altura y DAP) se hizo un análisis de regresión lineal simple utilizando el software Origin 8. Para jerarquizar la dominancia de cada especie arbórea presente en el sitio de estudio, se obtuvieron los datos de las variables estructurales como abundancia, dominancia, cobertura y frecuencia, para sintetizar la jerarquía de cada especie en un número adimensional y refleja su importancia en la comunidad. Finalmente, se hizo una prueba de Kruskal-Wallis para determinar diferencias significativas entre las alturas a las cuales se encontraron las especies de epífitas con el software STATISTICA 8.

## RESULTADOS

En total se registraron 60 individuos de árboles, pertenecientes a seis especies distribuidas en seis familias: Rhizophoraceae, Combretaceae, Sapotaceae, Bombacaceae, Arecaceae y Anacardiaceae; de estas, sólo en cuatro especies se registraron epífitas: *Rizophora mangle*, *Bucida buceras*, *Pachira acuatica* y *Chrysophyllum cainito*. Las especies arbóreas se ordenaron en función de mayor a menor IVI, y se calculó la densidad, frecuencia y dominancia relativa (Tabla 1), así *R. mangle* y *Bucida buceras* fueron los forófitos con mayor IVI. De las especies arbóreas, *R. mangle* fue la especie con mayor abundancia de epífitas (77%), seguido de *Chrysophyllum cainito* (12%, Fig. 2).

TABLA 1. Índice de valor de importancia (IVI), de las especies arbóreas que componen el manglar ribereño en la comunidad de El Palmar, en el río Hondo.

Familia	Especie	Forófito	Área basal (m <sup>2</sup> )	D <sub>rel</sub> (%)	F <sub>rel</sub> (%)	Dom <sub>rel</sub> (%)	IVI
Rhizophoraceae	<i>Rizophora mangle</i> (L.) C.DC.	X	131.65	50	42.5	58.92	50.47
Combretaceae	<i>Bucida buceras</i> L.	X	64.43	21.67	27.5	28.83	26.00
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	X	15.9	11.67	15	3.69	10.12
Bombacaceae	<i>Pachira acuatica</i> Aubl.	X	8.25	10.00	7.5	7.12	8.21
Arecaceae	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i> (Griseb. & H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc.		2.52	5.00	5.00	1.13	3.71
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.		0.68	1.67	2.50	0.31	1.49
	Total		223.44	100	100	100	100

Densidad relativa (D<sub>rel</sub>), frecuencia relativa (F<sub>rel</sub>), dominancia relativa (Dom<sub>rel</sub>)  
Las especies con función de forófito se indican con una X.

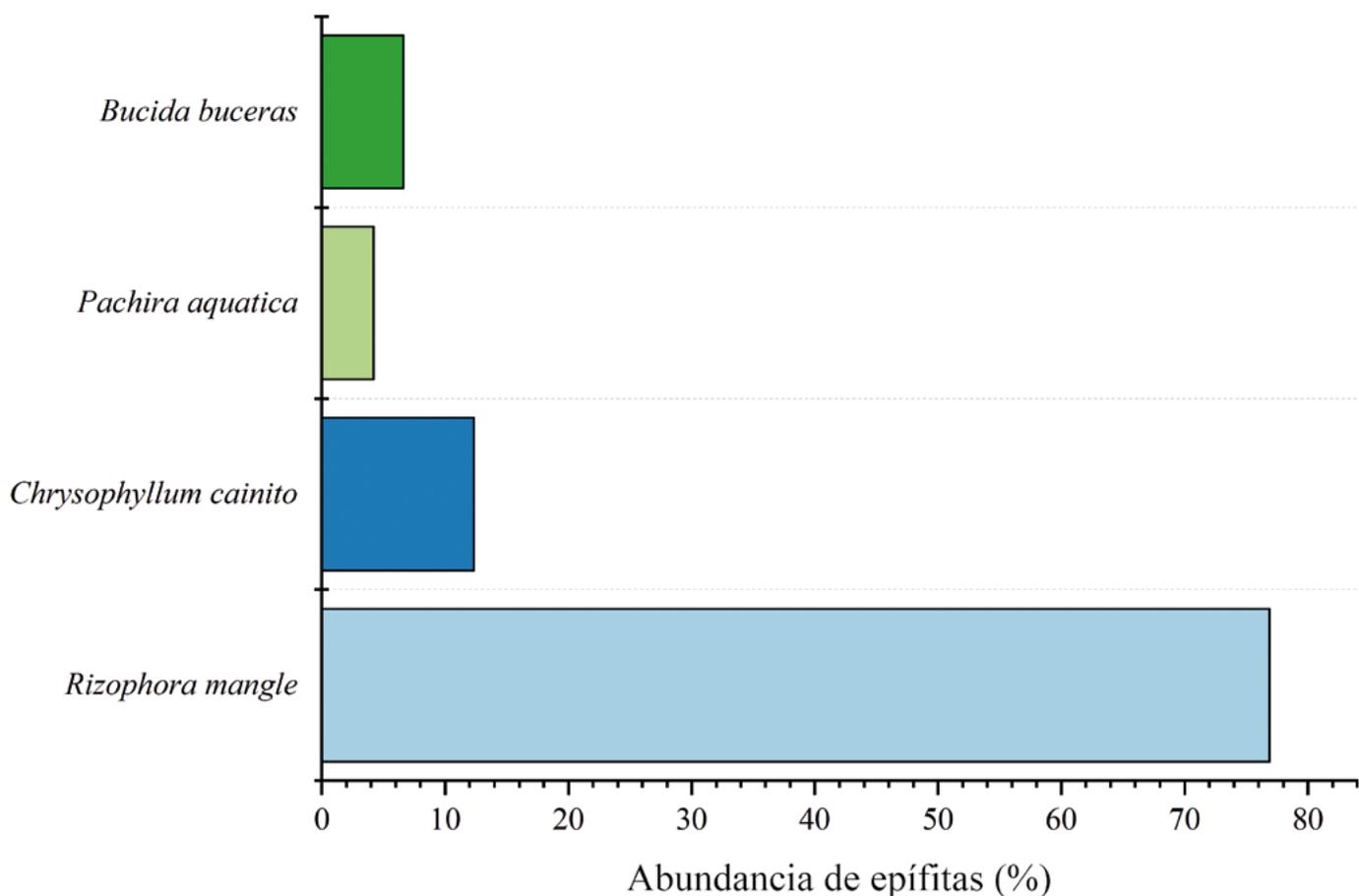


FIGURA 2. Abundancia absoluta (%) de epífitas vasculares encontradas sobre los forófitos del sitio de estudio.

Se registraron nueve especies de epífitas y dos hemiepífitas, distribuidas en cuatro familias y ocho géneros. Las tres especies de la familia Bromeliaceae representan 76% del total de individuos encontrados, seguida de Orchidaceae (5 spp.; 18%), Cactaceae (1 spp.; 5%) y, por último, Araceae (2 spp.; 1%). En total se registraron 335 individuos de epífitas, correspondientes principalmente a tres especies que presentaron la mayor abundancia: *Tillandsia dasyliriifolia* (Bromeliaceae, 59%), *T. streptophilla* (Bromeliaceae, 16%) y *Cobniella ascendens* (Orchidaceae, 10%, Fig. 3).

La zona con mayor colonización de epífitas fueron la zona I y II, que corresponde a los tallos y raíces a una altura promedio de  $2.36 \text{ m} \pm 0.054 \text{ m}$ , y se encontraron diferencias significativas en la altura de colonización entre

especies (Kruskal-Wallis:  $H(10, N = 335) = 21.30$ ;  $p = 0.019$ , Fig. 4); en donde *T. fasciculata* fue la especie que se encontró a mayor altura ( $6.005 \text{ m} \pm 0.005 \text{ m}$ ) y *Catasetum integerrimum* a menor altura ( $0.833 \text{ m} \pm 0.283 \text{ m}$ ).

El modelo de regresión lineal simple sugiere que no existe relación entre la altura y DAP de los forófitos con la riqueza de epífitas (altura:  $a = 0.977$ ,  $b = 0.0403$ ,  $r^2 = 0.0177$ ,  $p > 0.05$ ; DAP:  $a = 0.760$ ,  $b = 0.0321$ ,  $r^2 = 0.0478$ ,  $p > 0.05$ ).

En la tabla 2 se muestra la abundancia, el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y el índice de diversidad de Simpson ( $D$ ) de las especies de epífitas encontradas en el sitio de estudio, en donde los valores de los índices de  $H' = 1.36$  y  $D = 0.61$  sugieren una diversidad media de epífitas vasculares.

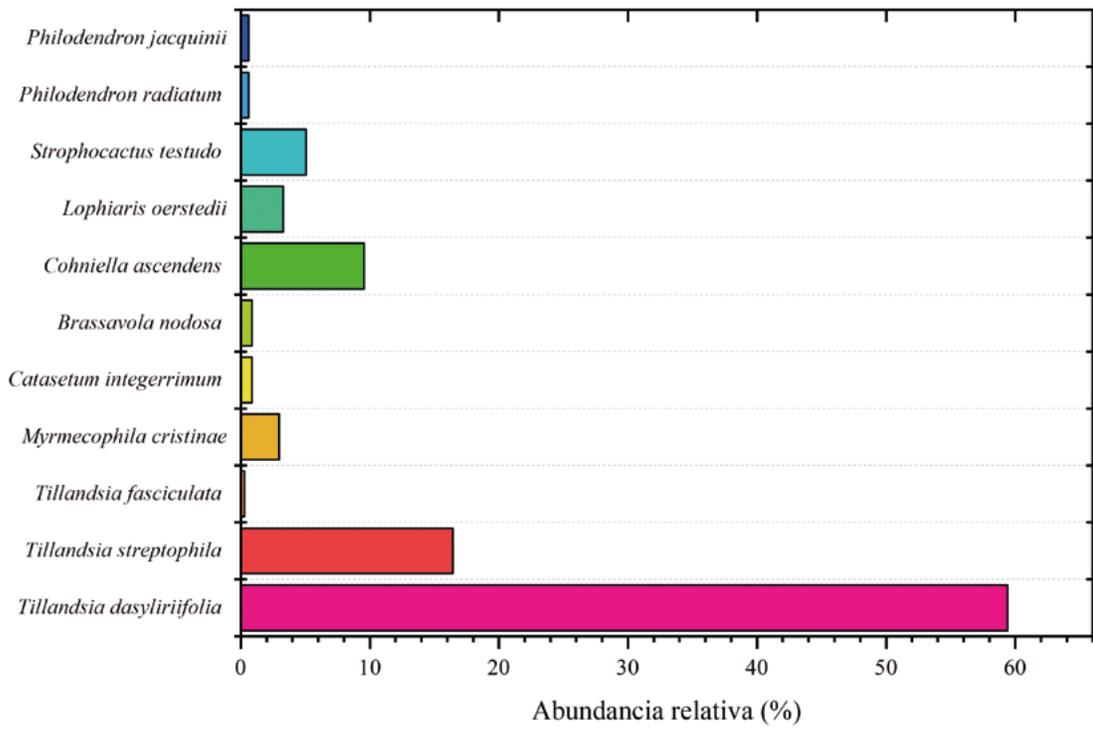


FIGURA 3. Abundancia relativa (% de individuos) de las especies epífitas registradas en el sitio de estudio.

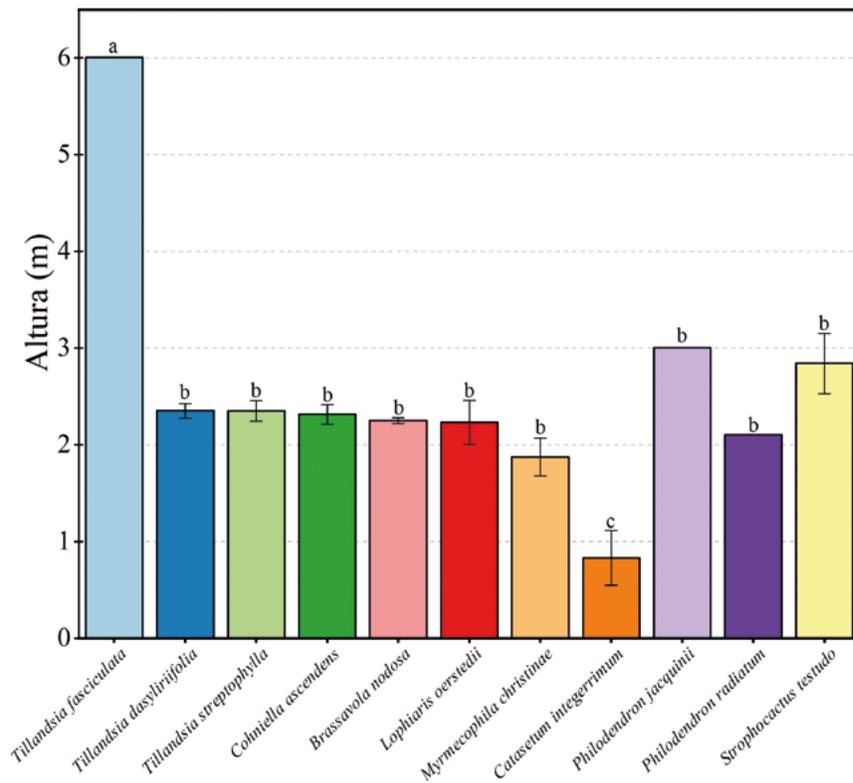


FIGURA 4. Altura promedio (m) a la que se encontraron las especies de epífitas sobre los forófitos.

TABLA 2. Abundancia, índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e índice de diversidad de Simpson ( $D$ ).

Familia	Especies epífitas	Abundancia	Índice de	Índice de Simpson ( $D$ )	
			Shannon-Wiener ( $H'$ )	$p_i$ (n/N)	$(p_i)^2$
Bromeliaceae	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i> Baker.	199	0.31	0.594	0.353
	<i>Tillandsia streptophilla</i> Scheidw. ex E. Morren.	55	0.3	0.164	0.027
	<i>Tillandsia fasciculata</i> S.w.	1	0.02	0.003	0
Orchidaceae	<i>Myrmecophila christinae</i> Carnevali & Gómez-Juárez var. <i>christinae</i>	10	0.1	0.03	0.001
	<i>Catasetum integerrimum</i> Hook.	3	0.04	0.009	0
	<i>Brassavola nodosa</i> (L.) Lindl.	3	0.04	0.009	0
	<i>Cohniella ascendens</i> (Lindl.) Christenson.	32	0.22	0.096	0.009
	<i>Lophiaris oerstedii</i> (Rchb. f.) R. Jiménez, Carnevali & Dressler	11	0.11	0.033	0.001
	Cactaceae	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	17	0.15	0.051
Araceae	<i>Philodendron radiatum</i> Schott.*	2	0.03	0.006	0
	<i>Philodendron jacquini</i> Schott.*	2	0.03	0.006	0
		335	<b>1.36</b>		0.394
					<b>0.606</b>

Las proporciones de las especies se indican como  $p_i$ , en donde  $p_i$  indica la abundancia de la especie  $i$  con respecto a la abundancia total de las especies epífitas en el sitio de estudio. \*hemiepífitas

## DISCUSIÓN

Las especies arbóreas del bosque de manglar ribereño de El Palmar, Quintana Roo, están representadas principalmente por *Rhizophora mangle*, y por cinco especies que

proviene de las formaciones vegetales vecinas, que manifiestan un comportamiento facultativo en su asociación con el manglar (Sutton et al., 1983); y de las cuales cuatro especies funcionan como forófitos (*R. mangle*, *Bucida*

*buceras*, *Pachira acuática* y *Chrysophyllum cainito*). El éxito de las epífitas está relacionado con las características y condiciones de su forófito, se han sugerido zonas particulares de establecimiento, con tendencias por ciertas zonas del tronco o ramas del forófito (Benzing, 1990; Zimmerman y Olmsted, 1992; Krömer *et al.*, 2007b), al tamaño, edad, calidad de las ramas y textura de la corteza (Andersohn, 2004; González y Ceballos, 2021), así como con la estructura del dosel, el cual puede modificar el microclima (Susan-Tepetlan *et al.*, 2015).

Bajo ciertos ambientes se ha registrado una relación entre el DAP y la altura de los forófitos con la riqueza de especies epífitas (Flores-Palacios y García-Franco, 2006; 2008). Sin embargo, Cach-Pérez *et al.* (2013) no encontraron una relación entre la altura y la abundancia de bromelias en manglares de Yucatán; esto podría deberse a la baja estatura de los individuos de *R. mangle*, los cuales miden 1.5 m. De la misma forma, en el manglar ribereño de El Palmar no se encontró una relación entre la altura y el DAP de los forófitos con la riqueza de epífitas. Estos datos sugieren que, a pesar de que los árboles son altos (hasta 9 m), las epífitas y hemiepífitas colonizan preferentemente las zonas I y II de los forófitos (2.5 m; Johansson, 1974) que corresponden a los troncos y raíces de los árboles de *R. mangle*, que además de presentar el mayor IVI, su corteza rugosa podría facilitar el establecimiento de las epífitas; además de disponer de mayor humedad debido a su cercanía al suelo inundado proporcionando un microclima adecuado para la germinación y anclaje de las semillas. También, la distribución y abundancia de las epífitas podría estar influenciada por las características de los forófitos (Krömer *et al.*, 2007b), y por las raíces aéreas, como un nicho adicional para la colonización de epífitas (Jiménez-López *et al.*, 2017).

Esta distribución se ha observado en diferentes ecosistemas, en donde las epífitas frecuentemente colonizan la altura baja y media de los forófitos, y la mayor abundancia de los individuos podría estar relacionada con menor intensidad de luz y temperatura, así como mayor humedad, más que del forófito o la ubicación de su hábitat (Benzing, 1990; Castro *et al.*, 1999; Zotz y Hietz, 2001; Krömer *et al.*,

2007b; Noguera-Savelli *et al.*, 2021; Flores-Argüelles *et al.*, 2022), respondiendo a una estrategia de máximo aprovechamiento de recursos como agua, nutrientes y materia orgánica.

Diferentes estudios han sugerido que las epífitas vasculares son poco comunes en los bosques de manglar (Valdez-Hernández, 2002; Cach-Pérez *et al.*, 2013; Rahman *et al.*, 2015; Jiménez-López *et al.*, 2017; 2018; Sousa y Colpo, 2017; Kupec, 2018; Rohani *et al.*, 2020; Noguera-Savelli *et al.*, 2021); sin embargo, también se ha encontrado que estas plantas pueden ser frecuentes y abundantes (Carmona-Díaz *et al.*, 2014; Jiménez-López *et al.*, 2017; 2018); registrando especies de bromelias, orquídeas y algunas aráceas (Gentry y Dodson, 1987; Moreno-Casasola e Infante Mata, 2009; Tomlinson, 2016).

Para el manglar ribereño de El Palmar, la familia Orchidaceae está representada por cinco especies, seguida de la familia Bromeliaceae con tres especies. En este caso el número de especies coincide con las familias de epífitas vasculares de mayor importancia en el Neotrópico: Orchidaceae, Bromeliaceae y Araceae (Gentry y Dodson, 1987; Küper *et al.*, 2004; material complementario 1); y fue similar a otros manglares de México y Centro América (Jiménez-López *et al.*, 2017; 2018; Noguera-Savelli *et al.*, 2021; ver material complementario 1).

La familia Orchidaceae, aunque presenta mayor número de especies (cinco), la abundancia de individuos es baja. *Catasetum integerrimum* y *Brassavola nodosa* son especies de orquídeas con una baja representación en su género en comparación con el grupo de las bromelias. La abundancia de la familia Orchidaceae es consistente con la literatura, en donde se señala que, si bien las orquídeas presentan mayor diversidad de especies, su principal característica es la escasez de individuos (Nieder *et al.*, 1999).

El género *Tillandsia* presentó el mayor número de especies ( $n = 3$ ), similar a otros estudios llevados a cabo en manglares de México y Guatemala (material complementario 1; Gómez y Winkler, 1991; Cach-Pérez *et al.*, 2013; Jiménez-López *et al.*, 2017). Una ventaja del género *Tillandsia* es que sus semillas son plumosas, permitiendo su dispersión por el viento, además algunas características de los



forófitos (e.g. altura, tipo de corteza) podrían facilitar el anclaje de las semillas y proporcionar las condiciones microambientales adecuadas (García-Franco y Rico-Gray, 1988). La alta abundancia de *T. dasyliriifolia* podría estar relacionada con sus estrategias reproductivas (presenta sistemas de polinización como xenogamia y autogamia) y de dispersión en comparación con *T. streptophilla* (Mondragón-Chaparro et al., 2011) que es auto incompatible, es decir rechazan al auto-polen e impiden el cruce entre las flores de una misma planta, es solitaria y no forma grandes masas (Ramírez, 2009).

Las epífitas de cactáceas y aráceas, están representadas por una y dos especies, respectivamente; este resultado es similar a otros estudios en manglares (Valdez-Hernández, 2002; Díaz-Jiménez, 2007; Jiménez-López et al., 2017; 2018; Kupec, 2018).

En cuanto a la diversidad, Olmsted y Gómez-Juárez (1996), mencionan que las epífitas de la Península de Yucatán no son muy diversas, si se comparan con otras comunidades de epífitas de México y otros países (material complementario 1); algunos estudios han encontrado una riqueza alta, sobre todo para Tabasco y Campeche (Díaz-Jiménez, 2007; Jiménez-López et al., 2018; Noguera-Savelli et al., 2021).

Tanto el índice de Shannon-Wiener ( $H' = 1.36$ ) como el de Simpson ( $D = 0.61$ ) indican una diversidad media de especies epífitas para este manglar ribereño, similar a lo reportado por Kupec (2018) y Rohani et al. (2020) con un  $H' = 1.63$  y  $1.43$ , respectivamente. El total de especies epífitas registradas fue mayor, comparado con las observaciones en estudios anteriores en el sitio de estudio, en donde registraron cuatro especies de epífitas sobre *R. mangle* y *Ficus* sp. (Tovilla-Hernández et al., 2009) y, para Celestún, Yucatán en un manglar arbustivo (*R. mangle* y *Avicennia germinans*) con dos especies de epífitas (Cach-Pérez et al., 2013) y en un Petén (Cach-Pérez et al., 2018) con una especie de epífita. El haber registrado un mayor número de especies podría estar relacionado con los factores climáticos e hidrológicos y con el tipo de manglar; en donde el río Hondo tiene una fuerte influencia de agua dulce, además de un mayor esfuerzo de muestreo (Fig. 5). El mayor número de epífitas vasculares registrado para manglares en México es en los Pantanos de Centla, Tabasco, con 21 especies de epífitas vasculares sobre *R. mangle* (Jiménez-López et al., 2017).

Este trabajo es una primera línea base sobre la riqueza y abundancia de las epífitas que habitan el ecosistema de

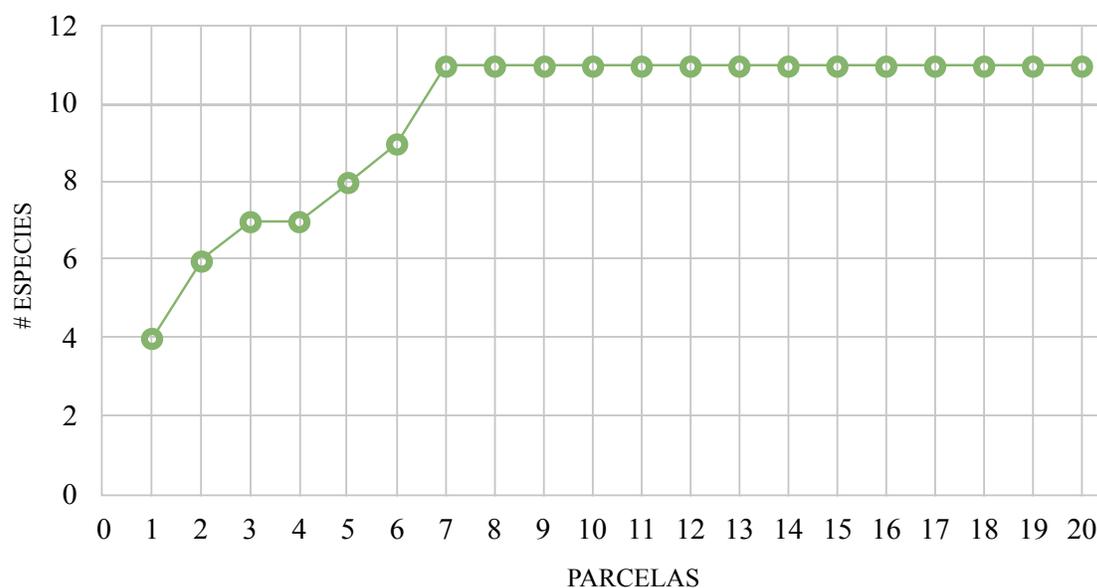


FIGURA 5. Curva acumulada de especies de epífitas vasculares registradas para el manglar ribereño de la comunidad del Palmar, Quintana Roo.

manglar ribereño en la comunidad de El Palmar en el río Hondo, Quintana Roo, por lo que se requiere continuar con proyectos que aporten más información de las interrelaciones de los hospederos y las epífitas y el ambiente que los rodea. Si bien no se registró una relación del DAP y la altura de los forófitos con la riqueza de las epífitas, los resultados apuntan a la necesidad de un muestreo más exhaustivo (Zotz y Hietz, 2001; Zotz, 2013). Al mismo tiempo se requiere de estudios del impacto antropogénico sobre la diversidad de epífitas para determinar su estado de conservación.

## CONCLUSIONES

El manglar ribereño de la comunidad de El Palmar de Río Hondo presenta una diversidad media de epífitas vasculares. Las familias de epífitas vasculares mejor representadas son Orchidaceae y Bromeliaceae, similar a otros estudios para este tipo de ecosistema en el Neotrópico. Los árboles de *Rizophora mangle* son un refugio importante para las especies de epífitas vasculares, debido a su abundancia y sobre todo a su arquitectura en donde las zonas I y II, que corresponden a los troncos y raíces, y que por su cercanía al suelo siempre húmedo, y corteza rugosa proporcionan un microclima adecuado para su establecimiento. De esta forma, la disminución de la cobertura del manglar tendrá un impacto sobre la supervivencia y diversidad de las epífitas. La extracción con fines comerciales y ornamentales de las epífitas, así como las diversas acciones antrópicas que se llevan a cabo en la comunidad, inciden negativamente sobre la salud del manglar del río Hondo, provocando el deterioro y fragmentación del hábitat, por lo que los estudios sobre la biodiversidad del ecosistema son necesarios para establecer estrategias de conservación.

## RECONOCIMIENTOS

El presente estudio fue realizado gracias al apoyo del SNI-CONAHCyT-51880 y de la familia García Luna. Los autores agradecen al C. Gumaro García Luna y al C. Elmer Jesús Iste Orellana por su invaluable apoyo en la toma de datos en el campo. Al Biól. Carlos Montenegro

por su apoyo en la elaboración del material complementario. Al Biol. Jorge Chan por la edición del mapa del sitio de estudio. A los revisores anónimos por sus valiosas sugerencias para mejorar el manuscrito.

## REFERENCIAS

- Agraz-Hernández, C. M., Noriega-Trejo, R., López-Portillo, J., Flores-Verdugo, F. J., & Jiménez-Zacarías, J. J. (2006). *Guía de campo. Identificación de los manglares en México*. Universidad Autónoma de Campeche.
- Agraz-Hernández, C. M., García-Zaragoza, C., Osti-Saenz, J., & Chan-Keb, C. (2009). Caracterización de los manglares en los estados de Campeche y Quintana Roo, México. *Jaina Boletín Informativo*, 20(2), 5–14.
- Aguirre, Z., & Aguirre, N. (1999). *Guía para realizar estudios en comunidades vegetales*. Herbario Reinaldo Espinoza. Universidad Nacional de Loja.
- Aguirre-Mendoza, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Nacional de Loja.
- Aguilar-Rodríguez, P. A., Krömer, T., Tschapka, M., García-Franco, J. G., Escobedo-Sarti, J., & MacSwiney G., M. C. (2019). Bat pollination in Bromeliaceae. *Plant Ecology & Diversity*, 12(1), 1–19. <https://doi.org/10.1080/17550874.2019.1566409>
- Andersohn, C. (2004). Does tree height determine epiphyte diversity? *Selbyana*, 25(1), 101–117. <https://www.jstor.org/stable/41760149>
- Antoh, A. A. (2023). Diversity of epifit orchid types in the mangrove ecosystem in Ayari Village, Teluk Ampimoi Sub District, Yapen Islands District, Papua Province, Indonesia. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*, 7(4), 1328–1331. <https://doi.org/10.47191/ijmra/v6-i4-01>
- Arriaga-Cabrera, L., Aguilar-Sierra, V., Alcocer-Durán, J., Jiménez-Rosenberg, R., Muñoz-López, E., & Vázquez-Domínguez, E. (1998). *Regiones hidrológicas prioritarias: fichas técnicas y mapa (escala 1:4,000,000)*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Arriaga, L., Espinoza, J. M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L., & Loa, E. (2000). *Regiones terrestres prioritarias de*



- México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Bandaranayake, W. M. (1998). Traditional and medicinal uses of mangroves. *Mangroves and Salt Marshes*, 2, 133–148. <https://doi.org/10.1023/A:1009988607044>
- Bautista-Bello, A. P., Krömer, T., Acebey, A. R., Weichgrebe, L., & Zotz, G. (2021). Variación biológica en las aráceas trepadoras. *Acta Botanica Mexicana*, (128), e1819. <https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1819>
- Benzing, D. H. (1990). *Vascular Epiphytes*. Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511525438>
- Benzing, D. H. (2000). *Bromeliaceae: a profile of an adaptative radiation*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511565175>
- Benzing, D. H. (2008). *Vascular epiphytes: general biology and related biota*. Cambridge University Press.
- Boto, K. G. (1982). Nutrient and organic fluxes in mangroves. En B. F. Clough (Ed.), *Mangrove Ecosystems in Australia. Proceedings of the Australian National Mangrove Workshop* (pp. 239–257). Australian Institute of Marine Science.
- Cach-Pérez, M. J., Andrade, J. L., Chilpa-Galván, N., Tamayo-Chim, M., Orellana, R., & Reyes-García, C. (2013). Climatic and structural factors influencing epiphytic bromeliad community assemblage along a gradient of water-limited environments in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 6(2), 283–302. <https://doi.org/10.1177/194008291300600209>
- Cach-Pérez, M. J., Andrade, J. L., & Reyes-García, C. (2018). Morphophysiological plasticity in epiphytic bromeliads across a precipitation gradient in the Yucatan Peninsula, México. *Tropical Conservation Science*, 11, 1–10. [doi:10.1177/1940082918781926](https://doi.org/10.1177/1940082918781926)
- Campos Díaz, M. J., Burelo Ramos, C. M., & Arias, S. (2020). La familia Cactaceae en Tabasco, México. *Acta Botanica Mexicana*, (127), e1635. <https://doi.org/10.21829/abm127.2020.1635>
- Carmona-Díaz, G., Hernández-Carmona, S., Morales-Mávil, J. E., Hernández-Salazar, L. T., & García-Orduña, F. (2014). Contribución al conocimiento ecológico de la epífita vascular *Aechmea bracteata* (Bromeliaceae) en el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 2(4), 816–821.
- Cascante-Marín, A., von Meijenfeldt, N., de Leeuw, H. M. H., Wolf, J. H. D., Oostermeijer, J. G. B., & Nijs, J. C. M. (2009). Dispersal limitation in epiphytic bromeliad communities in a Costa Rican fragmented montane landscape. *Journal of Tropical Ecology*, 25(1), 63–73. <https://doi.org/10.1017/S0266467408005622>
- Castro Hernández, J. C., Wolf, J. H. D., García-Franco, J. G., & González-Espinosa, M. (1999). The influence of humidity, nutrients and light on the establishment of the epiphytic bromeliad *Tillandsia guatemalensis* in the highlands of Chiapas, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 47(4), 763–773.
- Cervantes, S. E., Graham, E. A., & Andrade, J. L. (2005). Light microhabitats, growth and photosynthesis of an epiphytic bromeliad in a tropical dry forest. *Plant Ecology*, 179(1), 107–118. <https://doi.org/10.1007/s11258-004-5802-3>
- Cestari, C., & Pizo, M. A. (2008). Utilization of epiphytes by birds in a Brazilian Atlantic Forest. *Ornitología Neotropical*, 19(1), 97–107.
- Cintrón, G., Lugo, A. E., & Martínez, R. (1985). Structural and functional properties of mangrove forests. En W. G. D'Arcy, & A. M. D. Correa (Eds.), *The botany and natural history of Panama: La botanica e historia natural de Panama Monographs in Systematic Botany* (Vol. 10, pp. 53–56). Missouri Botanical Gardens.
- Díaz-Jiménez, P. (2007). Flora epífita de los manglares de Tabasco, México. *Kuxulkab*, 13(25), 11–17.
- Ferro, J. (2015). Criterios metodológicos para evaluaciones sobre ecología de epífitas vasculares. Una revisión crítica. *Ecovida*, 5(2), 263–282.
- Flores-Argüelles, A., Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R., & Krömer, T. (2022). Diversity and vertical distribution of epiphytic angiosperms, in natural and disturbed forest on the Northern Coast of Jalisco, Mexico. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5, 828851. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.828851>
- Flores-Palacios, A., & García-Franco, J. G. (2006). The relationship between tree size and epiphyte richness: testing

- four different hypotheses. *Journal of Biogeography*, 33(2), 323–330. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01382.x>
- Flores-Palacios, A., & García-Franco, J. G. (2008). Habitat isolation changes the beta diversity of the vascular epiphyte community in lower montane forest, Veracruz, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 17(1), 191–207. <http://doi.org/10.1007/s10531-007-9239-6>
- García-Franco, J. G., & Rico-Gray, V. (1988). Experiments on seed dispersal and deposition patterns on epiphytes. The case of *Tillandsia deppeana* Steudel (Bromeliaceae). *Phytologia Plainfield NJ*, 65(1), 73–78.
- Gentry, A. H., & Dodson, C. H. (1987). Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 74(2), 205–233. <https://doi.org/10.2307/2399395>
- Giesen, W., Wulffraat, S., Zieren, M., & Scholten, L. (2007). *Mangrove guidebook for Southeast Asia*. FAO - Wetlands International - Dharmasarn Co., Ltd.
- Gómez, M. A., & Winkler, S. (1991). Bromeliads from mangroves on the Pacific coast of Guatemala. *Revista de Biología Tropical*, 39(2), 207–214.
- González, M. V., & Ceballos, S. J. (2021). Las epífitas vasculares en un ambiente urbano están influenciadas por características del arbolado, el clima y las fuentes de propágulos. *Ecología Austral*, 31(2), 357–371. <https://doi.org/10.25260/EA.21.31.2.0.1354>
- Graham, E. A., & Andrade, J. L. (2004). Drought tolerance associated with vertical stratification of two co occurring epiphytic bromeliads in a tropical dry forest. *American Journal of Botany*, 91(5), 699–706. <https://doi.org/10.3732/ajb.91.5.699>
- Haro-Carrión, X., Lozada, T., Navarrete, H., & de Koning, G. H. J. (2009). Conservation of vascular epiphyte diversity in shade cacao plantations in the Chocó Region of Ecuador. *Biotropica*, 41(4), 520–529. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00510.x>
- Hechavarría-Schwesinger, L., & Ferro Díaz, J. (2017). Epífitas vasculares. En C. A. Mancina, & D. D. Cruz (Eds.), *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (pp. 104–117). Editorial AMA.
- Herrera-Sansores, J. C., & Heredia-Escobedo, J. D. (2011). Recursos hídricos, hidrología superficial. En C. Pozo, N. Armijo Canto, & S. Calmé (Eds.), *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I*. (pp. 42–49). El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) - Gobierno del Estado de Quintana Roo - Programa de Pequeñas Donaciones.
- Herrera-Silveira, J. A., & Comín, F. A. (2000). An Introductory account of the types of aquatic ecosystems of Yucatan Peninsula (SE Mexico). En M. Munawar, S. G. Lawrence, I. F. Munawar, & D. F. Malley (Eds.), *Aquatic ecosystems of Mexico: status y scope* (pp. 213–227). Backhuys Pub.
- Hogarth, P. J. (2015). *The biology of mangroves and seagrasses*. Oxford University Press.
- Hurtado-Alza, H. A., Orozco-Ávila, J., & Betancur-Pérez, J. F. (2017). Caracterización y distribución vertical de epífitas vasculares (orquídeas y bromelias) y hospederos en ecosistema de selva en sur de Perú. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(2), 91–106. <https://doi.org/10.22490/21456453.2034>
- Ibarra González, L., Cetzal Ix, W. R., & Barragán Gudiño, J. A. (2002). Orquídeas en la Bahía de Chetumal y áreas cercanas. En F. J. Rosado-May, R. Romero Mayo, & A. J. Navarrete (Eds.), *Contribuciones de la ciencia al manejo costero integrado de la Bahía de Chetumal y su área de influencia* (pp. 57–59). Universidad de Quintana Roo.
- Ingram, S. W., & Lowman, M. D. (1995). The collection and preservation of plant material from the tropical forest canopy. En M. D. Lowman, & N. M. Nadkarni (Eds.), *Forest canopies* (pp. 587–603). Academic Press.
- Jiménez-López, D. A., Roblero-Velasco, R. J., Martínez-Meléndez, N., Ocampo, G., & Gallardo-Cruz, J. A. (2017). Relación entre variables del forófito y la riqueza de epífitas vasculares en los Pantanos de Centla, Tabasco, México. *Acta Botanica Mexicana*, (121), 125–137. <https://doi.org/10.21829/abm121.2017.1179>
- Jiménez-López, D. A., Peralta-Carreta, C., Solórzano, J. V., Cervantes-Jiménez, D. L. & Domínguez-Vázquez, A. (2018). A checklist of vascular epiphytes of El Cometa Lagoon, Pantanos de Centla Biosphere Reserve, Mexico.



- Journal of Threatened Taxa*, 10(11), 12589–12597. <https://doi.org/10.11609/jott.3794.10.11.12589-12597>
- Johansson, D. (1974). Ecology of vascular epiphytes in west African rain forest. *Acta Phytogeographica Suecica*, 59, 1–136.
- Köster, N., Friedrich, K., Nieder, J., & Barthlott, W. (2009). Conservation of epiphyte diversity in an Andean landscape transformed by human land use. *Conservation Biology*, 23(4), 911–919. <https://www.jstor.org/stable/29738826>
- Krömer, T., Gradstein, S. R., & Acebey, A. (2007a). Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primarios y secundarios de Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 42(1), 23–33.
- Krömer, T., Kessler, M., & Gradstein, S. R. (2007b). Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecology*, 189, 261–278. <https://doi.org/10.1007/s11258-006-9182-8>
- Krömer, T., García-Franco, J. G., & Toledo-Aceves, T. (2014). Epífitas vasculares como bioindicadores de la calidad forestal: impacto antrópico sobre su diversidad y composición. En C. A. González Zuarth, A. Vallarino, J. C. Pérez Jiménez, & A. Low Pfeng (Eds.), *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental* (pp. 605–623). El Colegio de la Frontera Sur - Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- Kupec, A. (2018). The comparison of vascular epiphytes diversity related to their occurrence in natural and artificial mangrove channels, greenfields, eastern coast of Nicaragua. En S. Sharma (Ed.), *Mangrove Ecosystem Ecology and Function* (pp. 41–51). Intech Open. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.79133>
- Küper, W., Kreft, H., Nieder, J., Köster, N., & Barthlott, W. (2004). Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. *Journal of Biogeography*, 31(9), 1477–1487. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2004.01093.x>
- Lugo, A. E., & Snedaker, S. C. (1974). The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5, 39–64. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.05.110174.000351>
- Magnon Basnier, C. (2002). El río Hondo como componente hidrológico de la Bahía de Chetumal y como corredor biológico compartido amenazado. En F. J. Rosado-May, R. Romero Mayo, & A. J. Navarrete (Eds.), *Contribuciones de la ciencia al manejo costero integrado de la Bahía de Chetumal y su zona de influencia* (pp. 23–32). Universidad de Quintana Roo.
- Males, J., Baksh-Comeau, Y., Jaggernauth, D., Ballah, S., Paltoo, S., & Griffiths, H. (2023). Epiphytic CAM bromeliads indicate vulnerability of tropical forest communities to climate change. *Annals of Botany*, 132(4), 699–715. <https://doi.org/10.1093/aob/mcad152>
- Marroquín, N., & Cruz, S. M. (2016). Actividad biológica y caracterización química de los extractos de las hojas y corteza de *Rhizophora mangle* L., como una alternativa fitofarmacéutica en la cicatrización. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 3(1), 55–64. <https://doi.org/10.36829/63CTS.v3i1.155>
- Mikolaev, Y. O., Bernal, E. S., Baños, J. B., Escobar, M. O., & Hernández, J. G. (2016). Saline year-gradients in the lagoon “La Salina,” Tonameca, Oaxaca, Mexico: Effects on growth of mangrove biotope. *Water, Air, Soil Pollution*, 227(11), 426. <https://doi.org/10.1007/s11270-016-3133-3>
- Mondragón-Chaparro, D. M., Ramírez-Morillo, I. M., Flores-Cruz, M., & García-Franco, J. G. (2011). *La familia Bromeliaceae en México*. Universidad Autónoma Chapingo – SAGARPA – SNICS – SINAREFI.
- Mora-Olivo, A., Estrada-Castillón, E., Pando-Moreno, M., de la Rosa-Manzano, E., & Jurado, E. (2018). Distribución vertical de epífitas y su filogenia en un bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(50), 74–93. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.231>
- Moreno-Casasola, P., & Infante-Mata, D. M. (2009). *Manglares y selvas inundables*. Instituto de Ecología A.C. - CONAFOR - OIMT.
- Moreno-Casasola, P., & Infante-Mata, D. M. (2016). *Conociendo los manglares, las selvas inundables y los humedales herbáceos*. Instituto de Ecología, AC-ITTO-CONAFOR. [http://www.inecol.mx/inecol/libros/Conociendo\\_los\\_](http://www.inecol.mx/inecol/libros/Conociendo_los_)

- manglares,\_ las\_selvas\_inundables\_y\_los\_humedales\_herbaceos.pdf.
- Nieder, J., Engwald, S., & Barthlott, W. (1999). Patterns of neotropical epiphyte diversity. *Selbyana*, 20(1), 66–75. <https://www.jstor.org/stable/41760009>
- Noguera-Savelli, E., & Cetzal-Ix, W. (2014). Revisión e integración del conocimiento de las Orchidaceae de Tabasco, México. *Botanical Sciences*, 92(4), 519–540. <https://doi.org/10.17129/botsci.418>
- Noguera-Savelli, E., Pacheco-Pizano, J. P., & Cetzal-Ix, W. C. (2021). Epífitas del fragmento de manglar de la UMA Nohan, Carmen, Campeche, México. *Desde el Herbario CICY*, 13, 136–142.
- Olmsted, I., & Gómez-Juárez, M. G. (1996). Distribution and conservation of epiphytes on the Yucatán peninsula. *Selbyana*, 17(1), 58–70.
- Oviedo, P. R., Menéndez, C. L., & Guzmán, J. M. (2002). Flora asociada a manglares y sus ecotonos en Cuba. En C. L. Menéndez, & J. M. Guzmán (Eds.), *Ecosistemas de manglar en el archipiélago cubano: Estudios y experiencias enfocados a su gestión* (pp. 48–69). Editorial Academia - UNESCO - MAB - IES.
- Pérez-Noyola, F. J., Flores, J., Yáñez-Espinosa, L., Jurado, E., González-Salvatierra, C., & Badano, E. (2021). Is ball moss (*Tillandsia recurvata*) a structural parasite of mesquite (*Prosopis laevigata*)? Anatomical and ecophysiological evidence. *Trees*, 35(1), 135–144. <https://doi.org/10.1007/s00468-020-02023-5>
- Rahman, M. S., Hossain, G. M., Khan, S. A., & Uddin, S. N. (2015). An annotated checklist of the vascular plants of Sundarban Mangrove Forest of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy*, 22(1), 17–41. <https://doi.org/10.3329/bjpt.v22i1.23862>
- Ramírez Morillo, I., Fernández Concha, G. C., & Chi May, F. (2004). *Guía ilustrada de las Bromeliaceae de la porción mexicana de la Península de Yucatán*. CICY.
- Ramírez Morillo, I., Chi May, F., Fernández Concha, G. C., & May Pat, F. (2009). It takes two to tango: self incompatibility in the bromeliad *Tillandsia streptophylla* (Bromeliaceae) in Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 57(3), 761–770. <https://doi.org/10.15517/rbt.v57i3.5490>
- Reyes, F., Zanetti, S., Espinosa, A., & Alvear, M. (2010). Biochemical properties in vascular epiphytes substrate from a temperate forest of Chile. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, 10(2), 126–138. <https://doi.org/10.4067/S0718-27912010000200004>
- Reyes-García, C., Espadas Manrique, C., Dorantes, A., Cach-Pérez, M. J., Pereira-Zaldívar, N.A., Orellana, R., & Pinzón Esquivel, J. P. (2022). Las bromeliáceas epífitas ¿una fuente adicional de agua para vertebrados en selvas estacionales? *Desde el Herbario CICY*, 14, 51–56.
- Rico-Gray, V., & Palacios-Ríos, M. (1996). Salinidad y el nivel del agua como factores en la distribución de la vegetación en la ciénaga del NW de Campeche, México. *Acta Botanica Mexicana*, (34), 53–61. <https://doi.org/10.21829/abm34.1996.950>
- Rioja-Nieto, R., Barrera-Falcón, E., Torres-Irineo, E., Mendoza González, G., & Cuervo-Robayo, A. P. (2017). Environmental drivers of decadal change of a mangrove forest in the North coast of the Yucatan peninsula, Mexico. *Journal of Coastal Conservation*, 21(1), 167–175. <https://doi.org/10.1007/s11852-016-0486-0>
- Rocha, J. (2023). Neotropical bromeliads as food sources for birds: a systematic review and perspectives on the management of ecological interactions. *Ibis*, 165(1), 17–33. <https://doi.org/10.1111/ibi.13138>
- Rodríguez-Zúñiga, M. T., Troche-Souza, C., Vázquez-Lule, A. D., Márquez-Mendoza, J. D., Vázquez-Balderas, B., Valderrama-Landeros, L., Velázquez-Salazar, S., Cruz-López, M. I., Ressler, R., Uribe-Martínez, A., Cerdeira-Estrada, S., Acosta-Velázquez, J., Díaz-Gallegos, J., Jiménez-Rosenberg, R., Fueyo-Mac Donald, L., & Galindo-Leal, C. (2013). *Manglares de México/ Extensión, distribución y monitoreo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Rodríguez Zúñiga, M. T., Villeda Chávez, E., Vázquez-Lule, A. D., Bejarano, M., Cruz López, M. I., Olguín, M., Villela Gaytán, S. A., & Flores, R. (2018). *Métodos para la caracterización de los manglares mexicanos: un enfoque espacial multiescala*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.



- Rohani S., Lee, F. L., & Yusoff, A. S. (2020). Diversity and vertical distribution of vascular epiphytes on a Malaysian mangrove island. *Biotropia. The Southeast Asian Journal of Tropical Biology*, 27(2), 134–142. <https://doi.org/10.11598/btb.2020.27.2.1182>
- Sánchez-Sánchez, O., & Islebe, G. A. (1999). Hurricane Gilbert and structural changes in a tropical forest in south-eastern Mexico. *Global Ecology and Biogeography*, 8(1), 29–38. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1999.00317.x>
- Sánchez-Sánchez, O., & Islebe, G. A. (2002). Tropical forest communities in southeastern Mexico. *Plant Ecology*, 158, 183–200. <https://doi.org/10.1023/A:1015509832734>
- Sáyago, R., Lopezaraiza-Mikel, M., Quesada, M., Álvarez-Añorve, M. Y., Cascante-Marín, A., & Bastida, J. M. (2013). Evaluating factors that predict the structure of a commensalistic epiphyte phorophyte network. *Proceedings of The Royal Society of Biological Sciences*, 280, 20122821. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.2821>
- Sousa, M. M., & Colpo, K. D. (2017). Diversity and distribution of epiphytic bromeliads in a Brazilian subtropical mangrove. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89(2), 1085–1093. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160702>
- Stein, A., Gerstner, K., & Kreft, H. (2014). Environmental heterogeneity as a universal driver of species richness across taxa, biomes and spatial scales. *Ecology Letters*, 17(7), 866–880. <https://doi.org/10.1111/ele.12277>
- Susan-Tepetlan, T. M., Velásquez-Rosas, N., & Krömer, T. (2015). Cambios en las características funcionales de epífitas vasculares de bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria en la región central de Veracruz, México. *Botanical Sciences*, 93(1), 153–163. <https://doi.org/10.17129/botsci.228>
- Sutton, S. L., Whitmore, T. C., & Chadwiche, A. C. (1983). *Tropical rain forest: ecology and management*. British Ecological Society.
- Tomlinson, P. B. (2016). *The botany of mangroves* (2a ed). Cambridge University Press.
- Torrescano, N., & Islebe, G. A. (2006). Tropical forest and mangrove history from southeastern Mexico: a 5000 yr pollen record and implications for sea level rise. *Vegetation History and Archaeobotany*, 15, 191–195. <https://doi.org/10.1007/s00334-005-0007-9>
- Tovilla-Hernández, C., Orihuela-Belmonte, D. E., & Salas-Roblero, R. L. (2009). Estructura, composición, regeneración y extracción de madera de los bosques de manglar. En J. Espinoza Ávalos, G. A. Islebe, & H. A. Hernández Arana (Eds.), *El sistema ecológico de la bahía de Chetumal / Corozal: costa occidental del Mar Caribe* (pp. 45–60). El Colegio de la Frontera Sur.
- Valdez-Hernández, J. I. (2002). *Flora vascular de los manglares de Marismas Nacionales, estado de Nayarit. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. S131*. Colegio de Postgraduados - Instituto de Recursos Naturales.
- Vargas-Castro, L. E., & Newcombe, P. B. (2019). Bromelias epífitas en manglares como recursos de néctar para la *Amazilia manglera* (*Amazilia boucardi*). *Zeledonia*, 23(1), 38–42.
- Wagner, K., Mendieta-Leiva, G., & Zotz, G. (2015). Host specificity in vascular epiphytes: a review of methodology, empirical evidence, and potential mechanisms. *AoB Plants*, 7, plu092. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plu092>
- Wanek, W., & Zotz, G. (2011). Are vascular epiphytes nitrogen or phosphorus limited? A study of plant <sup>15</sup>N fractionation and foliar N:P stoichiometry with the tank bromeliad *Vriesea sanguinolenta*. *New Phytologist*, 192(2), 462–470. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03812.x>
- Wanma, A. O., Penasifu, A. A., & Wanggai, J. (2022). Potensi dan keanekaragaman anggrek epifit di hutan mangrove Selat Sorendiwari, Kabupaten Supiori, Provinsi Papua. *Bio Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(2), 255–264. <https://doi.org/10.31849/bl.v9i2.11640>
- Wendt, T. (1986). Árboles. En A. Lot, & F. Chiang (Eds.), *Manual de herbario: administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos* (pp. 133–142). Consejo Nacional de la Flora de México, A.C.
- Wolf, J. H. D., Gradstein, S. R., & Nadkarni, N. M. (2009). A protocol for sampling of vascular epiphytes richness and abundance. *Journal of Tropical Ecology*, 25(2), 107–121. <https://doi.org/10.1017/S0266467408005786>

- Wyse, S. V., & Burns, B. R. (2011). Do host bark traits influence trunk epiphyte communities? *New Zealand Journal of Ecology*, 35(3), 296–301.
- Zaldívar-Jiménez, A., Herrera-Silveira, J., Teutli-Hernández, C., Hernández-Saavedra, R., & Caamal-Sosa, J. (2010). Manglares. En R. Durán, & M. Méndez (Eds.), *Ecosistemas terrestres y comunidades. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. Parte II. Biodiversidad* (pp. 138–139). CICY - PPD-FMAM - CONABIO - SEDUMA.
- Zimmerman, J. K., & Olmsted, I. C. (1992). Host tree utilization by vascular epiphytes in a seasonally inundated forest (Tintal) in Mexico. *Biotropica*, 24(3), 402–407. <https://doi.org/10.2307/2388610>
- Zotz, G., & Andrade, J. L. (2002). La ecología y fisiología de las epífitas y las hemiepífitas. En M. R. Guariguata, & G. Kattan (Eds.), *Ecología y conservación de bosques neotropicales* (pp. 271–296). Libro Universitario Regional del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Zotz, G., & Hietz, P. (2001). The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. *Journal of Experimental Botany*, 52(364), 2067–2078. <https://doi.org/10.1093/jexbot/52.364.2067>
- Zotz, G., & Reuter, N. (2009). The effect of exposure to sea water on germination and vegetative growth of an epiphytic bromeliad. *Journal of Tropical Ecology*, 25(3), 311–319. <http://www.jstor.org/stable/25562620>
- Zotz, G. (2013). The systematic distribution of vascular epiphytes—a critical update. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 171, 453–481. <https://doi.org/10.1111/boj.12010>
- Zytynska, S. E., Fay, M. F., Penney, D., & Preziosi, R. F. (2011). Genetic variation in a tropical tree species influences the associated epiphytic plant and invertebrate communities in a complex forest ecosystem. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences*, 366(1569), 1329–1336. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0183>

Manuscrito recibido el 15 de agosto de 2023

Aceptado el 15 de noviembre de 2023

Publicado el 25 de junio de 2024

Este documento se debe citar como:

García-Luna, C., Carrillo-Bastos, A., Cutz-Pool, L. Q., & González-Salvatierra, C. (2024). Composición de las epífitas vasculares asociadas al manglar ribereño en la comunidad de Ramonal, Quintana Roo, México. *Madera y Bosques*, 30(4), e3042616. <https://doi.org/10.21829/myb.2024.3042616>



*Madera y Bosques*, por Instituto de Ecología, A.C. se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional.