






## CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA, FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL DEL MANGLAR EN LA COSTA DE PIXVAE, GOLFO DE CHIRIQUÍ, PACÍFICO DE PANAMÁ

Rosa G. Castillero<sup>1</sup> Angel Javier Vega<sup>1, 2</sup> Yolani A. Robles P.<sup>1</sup> Jaime Rivera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Panamá, Centro de Capacitación, Investigación y Monitoreo de la Biodiversidad en el Parque Nacional Coiba (CCIMBIO-CRUV-UP). Veraguas, Panamá. [rosa-1110@hotmail.com](mailto:rosa-1110@hotmail.com)  [yolany.robles@up.ac.pa](mailto:yolany.robles@up.ac.pa)   
[jaime.rivera@up.ac.pa](mailto:jaime.rivera@up.ac.pa) 

<sup>2</sup>Estación Científica del Parque Nacional Coiba (Coiba-AIP). Clayton, ciudad de Panamá, Panamá. [angel.vega@up.ac.pa](mailto:angel.vega@up.ac.pa) 

**Fecha de recepción** 13 de octubre de 2022

**Fecha de aceptación** 21 de noviembre de 2022

### RESUMEN

Con el objetivo de generar información sobre la cobertura, composición florística y caracterización estructural del manglar en la costa de Pixvae, se realizaron muestreos entre febrero y abril de 2021. Para estimar la cobertura se utilizó la imagen satelital Planet Scope (2020), y el Raster DTM (2020). Para evaluar la composición florística y caracterización estructural se establecieron 42 cuadrantes de 10 m x 10 m, paralelos a los esteros y hacia la parte interna del manglar, en donde se registraron las especies, la altura de los árboles y la circunferencia a 1.30 cm de altura. Se calculó el área basal, densidad, volumen de los árboles y la regeneración. La extensión del manglar se estableció en 93.6 ha, se identificaron cuatro especies de mangle y dos especies asociadas. El histograma reflejó una distribución en forma de j invertida, con un mayor número de árboles entre los 2.5 y 10 cm y poca representación de árboles con diámetros superiores a los 10 cm. Se registró regeneración en todos los cuadrantes, *Pelliciera rhizophorae* fue la especie que presentó el mayor número de plántulas. Este estudio es la primera caracterización del manglar de Pixvae, lo que representa un insumo importante para establecer el plan de manejo del área.

## **PALABRAS CLAVES**

Bahía de Pixvae, florística, *Pelliciera*, *Rhizophora*, regeneración.

## **GEOMORPHOLOGICAL, FLORISTIC AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF THE MANGROVE IN THE PIXVAE COAST, GULF OF CHIRIQUÍ, PACIFIC OF PANAMA**

### **ABSTRACT**

Between February and April 2021, information on the cover, floristic composition, and structural characterization of the mangrove on the Pixvae coast, Veraguas, Pacific Panama, was generated. Coverage was estimated using the Planet Scope (2020) satellite image and the Raster DTM (2020). For the floristic composition and structural characterization, 42 quadrants of 10 m x 10 m were established parallel to the estuaries and towards the inner part of the mangrove, where the species, height of trees, and circumference at 1.30 cm were recorded. The basal area, density, volume of the trees, and regeneration were calculated as well. Five mangrove species and other associated species were identified in an area of 93.6 ha. The histogram reflected an inverted j-shaped distribution, with a greater number of trees between 2.5 and 10 cm and little representation of trees with diameters greater than 10 cm. Regeneration was recorded in all quadrants, and *Pelliciera rhizophorae* was the species that presented the highest number of seedlings. This study presents the first characterization of the Pixvae mangrove, which is an important component towards establishing the management plan for the area.

### **KEYWORDS**

Pixvae Bay, floristic, *Pelliciera*, *Rhizophora*, regeneration

### **INTRODUCCION**

Los manglares constituyen uno de los ecosistemas de mayor importancia, ya que ofrecen una variedad de bienes y servicios, vitales para el bienestar de las comunidades costeras y para garantizar la seguridad alimentaria (Van Lavieren et al., 2012; López-Angarita et al., 2016). Su importancia ha sido resaltada en diferentes estudios que incluyen su rol en el sostenimiento de la pesca (Vega et al., 2007, Hutchison et al., 2014), en el almacenamiento de carbono y el turismo basado en los manglares (Tanner et al., 2019), así como una diversidad de servicios ecosistémicos, que incluyen regulación, cultura, provisión y soporte (Oses-Carvajal et al., 2019).

Las interacciones entre el manglar y los seres humanos han repercutido de manera negativa en su conservación, es así como desde tiempos coloniales se les veía como reservorio de enfermedades, por ejemplo, la malaria, lo que provocó que se drenaran y secaran (Friess, 2016). Esta visión de los manglares, como ecosistemas improductivos, llevó a la pérdida de cerca del 68% de la cobertura del manglar (López-Angarita et al., 2016).

La evaluación de las características estructurales del bosque permite conocer las condiciones en las que se encuentra el mismo (Alvis-Gordo, 2009), lo que facilita la comprensión de la dinámica forestal; información que es esencial para la formulación de pautas de manejo, cuyo objetivo es garantizar la conservación y aprovechamiento sustentable de estos ecosistemas (Téllez-García & Valdez-Hernández, 2012). Así mismo, la determinación de la cobertura es fundamental para establecer cambios a lo largo del tiempo (Benavides-Vareal, 2016), lo cual se puede realizar a través de técnicas de geoprocésamiento que permiten transformar los datos georreferenciados, en información ambiental (Tabacow y Da Silva, 2011).

De acuerdo con Velázquez-Pérez et al. (2019) la estructura del bosque de manglar está relacionada con la producción de biomasa arbórea y, por lo tanto, con el almacenamiento de carbono del componente arbóreo, lo que indica que a través de la caracterización estructural del manglar podemos estimar el papel que juegan estos ecosistemas en la mitigación del cambio climático.

Para Panamá se tiene información sobre la variación de la estructura del manglar y la presencia de nutrientes (Lovelock et al., 2005, Dangremond & Feller, 2014), estructura y composición de los manglares en el Archipiélago de las Perlas (McGowan et al., 2010), estructura y biomasa aérea de un bosque de *Pelliciera rhizophorae* en el Golfo de Montijo (Gross et al., 2014). Para la costa de Pixvae, Valiela et al. (2013) indicaron que el manglar es de tipo ribereño, con dominancia de las especies *Rhizophora mangle* y *Pelliciera rhizophorae*, además de encontrarse en menor proporción las especies *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Tabebuia palustris*.

La Bahía de Pixvae fue reconocida como unidad de comanejo con base en estudios sobre sus fondos y la actividad pesquera desarrollada en la

zona (ARAP, 2019), sin embargo, el ecosistema de manglar de Pixvae es poco conocido, por lo que el objetivo de este estudio fue determinar

la geomorfología, cobertura, composición florística y las características estructurales del manglar de Pixvae, para fortalecer el conocimiento sobre el mismo y de esta manera contribuir con insumos para un mejor manejo del área protegida.

## **MATERIALES Y METODOS**

**Área de estudio:** los ríos de la Mona y Pixvae conforman en su desembocadura un pequeño estuario cubierto de mangle donde ocurren transformaciones de la materia orgánica para contribuir a la calidad de las aguas costeras (Valiela et al., 2018). Para las cuencas de los ríos de la Mona y Pixvae se reportó un porcentaje de cobertura vegetal de 73% y 47%, respectivamente, producto de la deforestación para el desarrollo de pastizales, lo que se asocia a la mayor descarga de material particulado en suspensión, con menor porcentaje C y N, y mayor contenido de minerales hacia la zona estuarina, asociada al ecosistema de manglar (Valiela et al., 2014).

En su componente terrestre, la zona costera se caracteriza por presentar una geología compleja, suelos poco profundos y pendientes elevadas, con valor máximo de 9.8% para el río Pixvae y 7.1% para el río la Mona (Ibáñez, 2005; Valiela et al., 2014). Los materiales geológicos subyacentes son altamente heterogéneos espacialmente, con basaltos fracturados y diabases volcánicas, esquistos, gabros y lutitas marinas y aluviales y areniscas (Valiela et al., 2013).

**Estimación de la extensión de la planicie fluvio-marina y cobertura de manglar:** Se estimaron con base en la imagen Planet Scope (2020), y el raster DTM (2020) y se realizaron validaciones en campo. Para analizar posibles variaciones en extensión y cobertura se comparó con los mapas topográficos Filo de Mona y Punta Pajarón (Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia-IGNT, 2012). Para tal fin, se integraron y manipularon en ambiente ArcGIS 10.7.1. los datos geoespaciales, junto a los datos georreferenciados en campo colectados para verificar la amplitud de pleamar.

**Composición florística y caracterización estructural:** Para determinar la composición florística y la caracterización estructural del manglar se realizaron giras de 5 días de duración, en febrero, marzo y abril de 2021. Para los muestreos se establecieron 42 cuadrantes de 10 m x 10 m, separados por 30 m y distribuidos en cuatro transectos, uno paralelo a la línea de costa (26 cuadrantes) y tres hacia la parte interna del manglar (16 cuadrantes), dos de ellos bordeaban los esteros Pixvae y estero Largo, y el tercero se estableció en un camino que atraviesa el manglar (Fig. 1).

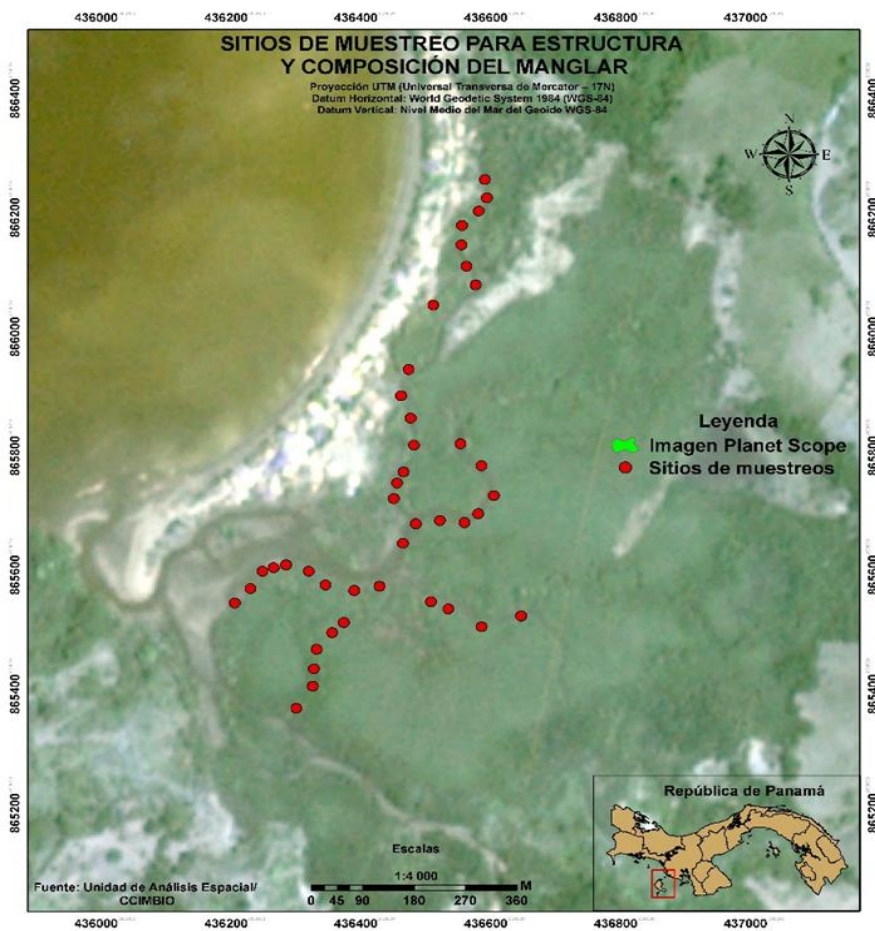


Fig. 1. Estaciones de muestreos para la caracterización de los manglares de Pixvae. Los puntos representan los sitios de muestreo. Fuente: CCIMBIO. Imagen Planet Scope, CCIMBIO.

Se midió la altura de todos los árboles con un hipsómetro Forestry pro II marca Nikon, y la circunferencia a una altura de 1.30 m para *L. racemosa*, *P. rhizophorae* y *A. germinans* y en el caso de *R. mangle*, la medición se realizó 30 cm sobre la raíz aérea más alta (Kauffman et al. 2013). Posteriormente este valor se transformó a diámetro (DAP) dividiéndolo por el valor de  $\pi$  (3.1416). Para los análisis sólo se consideraron árboles DAP mayor a 2.5 cm (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1984) y se emplearon tres categorías diamétricas: brinzales ( $2.5 \leq x < 5.0$  cm), latizales ( $5.0 \leq x < 10.0$  cm) y fustales ( $\geq 10$  cm) (Cintrón-Molero & Schaeffer-Novelli, 1992).

A partir de esos datos se calculó:

$$\text{Área basal AB} = \frac{\text{DAP}^2}{4} \times \pi$$

DAP=diámetro a la altura del pecho (Navarrete-Ramírez & Rodríguez-Rincón, 2014).

Densidad: Definida como el número de árboles por hectárea.

Volumen total de madera  $Vt = DAP^2 \times Ht$

DAP= diámetro a la altura del pecho (m), Ht = altura total (m) (Valdez-Hernández, 2004).

En todos los transectos se desarrollaron conteos de plántulas, para lo cual se establecieron dos subcuadrantes de  $1 \text{ m}^2$  dentro de cada cuadrante, y se contabilizaron todos los árboles con diámetro menor a 2.5 cm (PNUD y MiAmbiente, 2017).

Como parte de la caracterización del sistema, se utilizó un registro puntual de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (UPS) y pH superficial, medido en seis estaciones en el canal del río Pixvae, en la sección que atraviesa el manglar, en diciembre de 2019, con el uso de una sonda multiparamétrica Hanna.

Dado que no se cumplieron los supuestos de normalidad y homocedasticidad se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para analizar las diferencias de los atributos estructurales por especie entre transectos y la prueba de comparaciones múltiples de Bonferroni para determinar diferencias entre grupos, en todos los casos para  $\alpha = 0.05$  (Zar, 2009). Estos análisis se realizaron con el programa IBM SPSS Statistics.

## RESULTADOS

Con base en los puntos UTM georreferenciados y la imagen satelital (2020), se confirma que la planicie fluviomarina totaliza 106.3 ha, de la cuales 93.6 ha se encuentra cubiertas de manglar (Fig. 2).

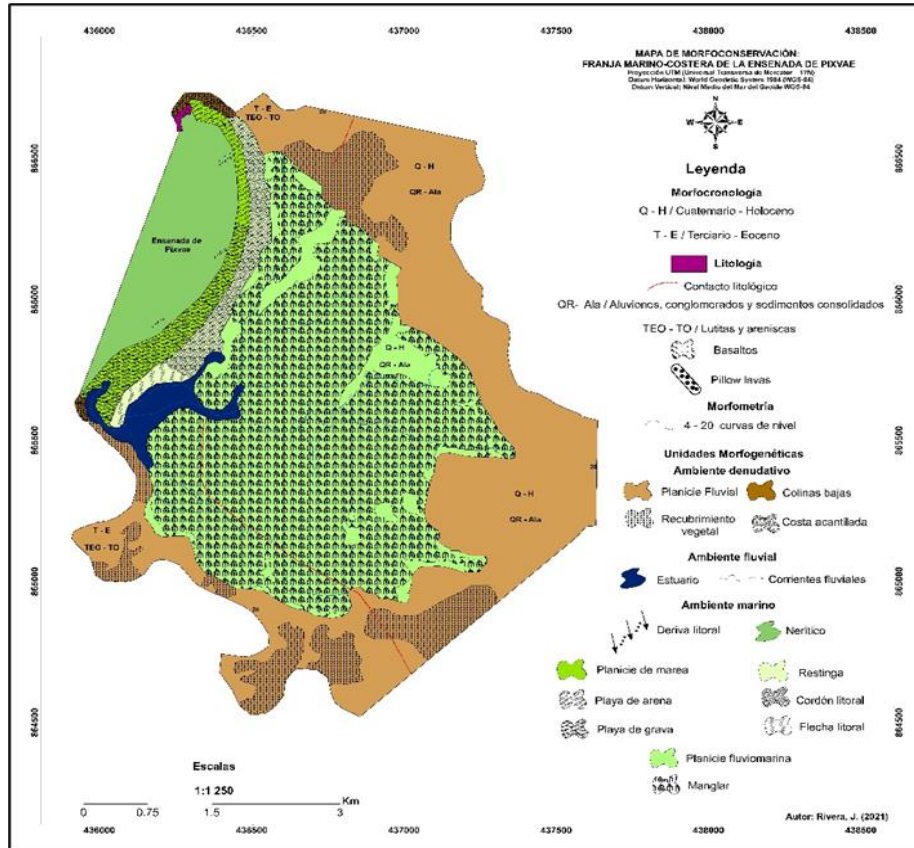


Fig. 2. Ensenada de Pixvae. Geofacias por unidades morfogeomorfológicas. Fuente: Unidad de análisis espacial. CCIMBIO 2021.

**Descripción del manglar:** El manglar de Pixvae, está limitado en su parte frontal, hacia la Bahía de Pixvae, por una formación arenosa (relinga) sobre la que se ubica el poblado y en su parte posterior, por áreas de cultivo y ganadería. Las fuentes de agua dulce la aportan los ríos de la Mona y Pixvae, y la única fuente de intercambio con el mar la constituye un pequeño canal en el extremo suroeste de la playa, por

donde entran embarcaciones pequeñas en marea alta (Fig. 3).



Fig. 3. A. Barrera de arena que separa la Bahía de Pixvae del ecosistema de manglar. Sobre el área de barrera se asienta la comunidad de Pixvae. B. Punto de intercambio entre el ecosistema de manglar con la Bahía de Pixvae.

Los registros de temperatura, salinidad y pH, en la sección que atraviesa el manglar, reflejó una condición ligeramente básica en el agua, así como valores de salinidad y temperatura que no superaron las 30 ups y 30 °C (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores de temperatura, salinidad y pH, registrados en 5 puntos en el canal del río Pixvae que atraviesa el manglar, desde la parte externa del manglar hasta la boca del estuario en marea alta. Muestreo, diciembre de 2019.

Parámetros fisicoquímicos	E1	E2	E3	E4	E5
pH	8.36	8.45	8.54	8.57	8.56
Salinidad (PSU)	26.25	26.89	28.16	28.22	28.21
Temperatura (°C)	29.31	29.35	29.32	29.25	29.33

El primer transecto se caracterizó por tener sustratos inestables arenosos (cuadrantes 1-2), por la presencia de enredaderas (cuadrantes 4-8), sustrato fangoso estables (cuadrantes 3-15) y sustratos duros, limosos y



con presencia de rocas en los cuadrantes cercanos a la desembocadura del río Mona. Los transectos dos, tres y cuatro se caracterizaron por la presencia de sustratos fangosos estables. Cabe señalar que en los cuatro transectos se observó tala selectiva, ya que los pobladores cortan árboles de poco diámetro. Esta actividad es mayor en el transecto que se estableció en el camino que atraviesa el manglar (Fig. 4).



Fig. 4. Imagen del manglar de Pixvae, obsérvese la trocha a través del sistema. Foto CCIMBIO diciembre de 2019.

En 4 200 m<sup>2</sup>, se identificaron cinco especies de mangle: *Pelliciera rhizophorae* (mangle piñuelo) que representó el 85.00%, *Avicennia germinans* (mangle negro) 8.00%, *Laguncularia racemosa* (Mangle blanco) 4.07%, *Rhizophora mangle* (mangle rojo) 2.93%, adicionalmente fuera de los transectos, se identificó a *Conocarpus erectus* (mangle botón), y dos especies asociadas al manglar, *Mora oleifera* (alcornoque) y *Acrostichum aureum* (helecho de manglar).

*P. rhizophorae* se distribuyó desde el bode de los canales y esteros hasta la parte interna del manglar, cuando el sustrato está constituido por fango duro, consolidado; mientras que en sustrato areno-fangoso, inestable, se observó la presencia de *R. mangle*, en franjas estrechas, bordeando el estero. Las restantes especies se observaron en la parte

interna del manglar, donde el sustrato es estable consolidado (Fig. 5).



Fig. 5. Áreas del manglar de Pixvae con presencia de *R. mangle* (mangle rojo) a la izquierda y *P. rhizophorae* (piñuelo) a la derecha, en ambos casos, bordeando el canal. Obsérvese la diferencia del sustrato, de apariencia más consolidado el caso del mangle piñuelo.

La mayor frecuencia de árboles presentó una altura entre los 4 y 6 m (Fig. 6); y el 52% se ubicó entre los 4 y 8 cm de DAP. Se registraron árboles de mayor altura y DAP, pero en menor número, lo que indica que existe poco desarrollo estructural. El análisis de las categorías diamétricas muestra que el 96% de los árboles muestreados correspondieron a brinzales y latizales, lo que indica que existe una distribución en forma de J invertida, ya que el mayor número de individuos (85%) se ubicó por debajo de los 10 cm de DAP (Fig. 7).

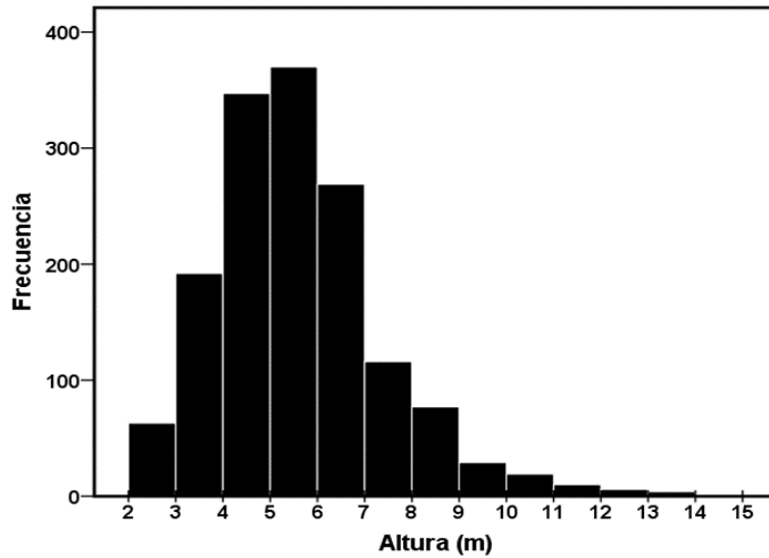


Fig. 6. Distribución de la altura de los árboles en el manglar de Pixvae, Pacífico panameño. Muestréos realizados entre febrero y abril de 2021.

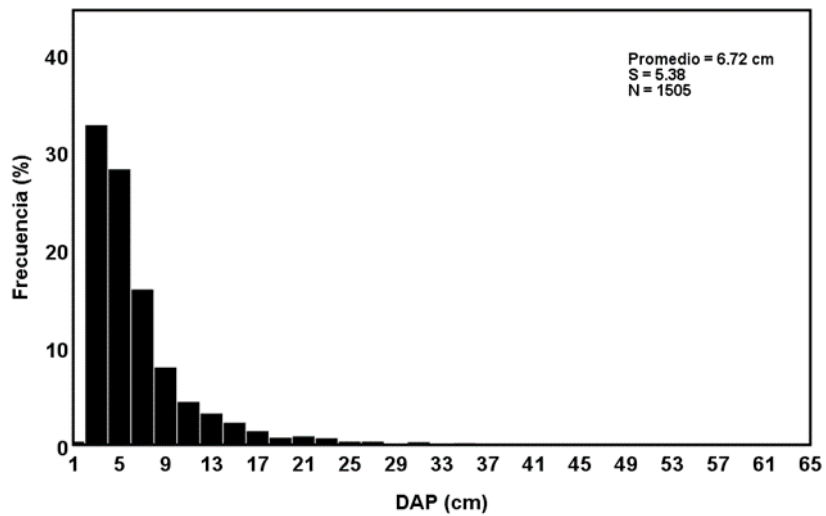


Fig. 7. Distribución diamétrica (DAP) de los árboles en el manglar de Pixvae. Muestreo realizado entre febrero y abril de 2021.

Por especie, entre transectos, se determinó diferencias en la altura, DAP, AB y V para *P. rhizophorae* y *A. germinans*. Para la densidad, la diferencia se estableció para *P. rhizophorae*, *L. racemosa* y *R. mangle* (Kruskal-Wallis,  $P < 0.05$ ). Para la especie más abundante (*P. rhizophorae*) los árboles de mayor altura, DAP, AB y V se presentaron en el transecto 2 (Bonferroni,  $p < 0.05$ ) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación entre transectos de la altura, diámetro altura pecho (DAP), área basal (AB), volumen (V) y densidad (D) para las diferentes especies de mangle presentes en el manglar de Pixvae. Letras diferentes indican diferencias significativas.

Especie	Parámetro	Transecto			
		1	2	3	4
<i>P. rhizophorae</i>	Altura (m)	4.70 (a)	6.60 (b)	4.70 (a)	4.80 (a)
	DAP (cm)	6.59 (ab)	7.60 (a)	5.77 (b)	6.85 (ab)
	AB (m <sup>2</sup> /ha)	59.72 (ab)	78.81 (a)	21.47 (b)	20.06 (b)
	V (m <sup>3</sup> /ha)	531.23 (ab)	767.87 (a)	120.22 (b)	112.43 (b)
	D (árboles/ha)	2742 (ab)	3867 (ab)	4900 (a)	2250 (b)
<i>A. germinans</i>	Altura (m)	5.60 (a)	6.60 (a)	10.10 (b)	5.40 (a)
	DAP (cm)	8.11 (a)	15.70 (b)	18.07 (b)	7.18 (a)
	AB (m <sup>2</sup> /ha)	72.13 (a)	250.40 (b)	92.77 (ab)	100.23 (ab)
	V (m <sup>3</sup> /ha)	575.94 (a)	2340.84 (b)	721.54 (a)	778.11 (a)
	D (árboles/ha)	208 (a)	133 (a)	100 (a)	125a
<i>L. racemosa</i>	Altura (m)	6.00 (a)	6.50 (a)	.	5.20 (a)
	DAP (cm)	6.52 (a)	10.66 (a)	.	5.09 (a)
	AB (m <sup>2</sup> /ha)	45.29 (a)	89.31 (a)	.	83.38 (a)
	V (m <sup>3</sup> /ha)	399.09 (a)	739.10 (a)	.	735.58 (a)
	D (árboles/ha)	168 (a)			25 (b)
<i>R. mangle</i>	Altura (m)	4.50 (a)	5.80 (a)	3.40 (a)	2.60 (a)
	DAP (cm)	3.99 (a)	5.51 (a)	6.37 (a)	2.64 (a)
	AB (m <sup>2</sup> /ha)	13.55 (a)	28.58 (a)	31.83 (a)	20.78 (a)
	V (m <sup>3</sup> /ha)	85.66 (a)	240.14 (a)	137.80 (a)	136.59 (a)
	D (árboles/ha)	35 (a)	167 (b)	17 (a)	25 (a)

La cantidad de plántulas por transectos resultó superior en *P. rhizophorae* (Kruskal-Wallis,  $P < 0.05$ ) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Plántulas por transecto para las diferentes especies presentes en los sitios de muestreo del manglar de Pixvae. Letras diferentes indican diferencias significativas.

Especie	<i>P.</i> <i>rhizophorae</i>	<i>A.</i> <i>germinas</i>	<i>L.</i> <i>racemosa</i>	<i>R.</i> <i>mangle</i>
Plántulas/m <sup>2</sup>	7 (a)	2 (b)	2 (b)	1 (b)

**Amenazas al manglar:** en recorridos por el manglar se documentó la presencia de desechos producto de la actividad humana, como redes de pesca, envases de “foam”, recipientes y bolsas plásticas. Otro factor documentado es la cría de cerdos en jaulas de madera sobre el borde del manglar, de tal forma que al subir la marea se lavan los desechos producidos por el cerdo (Fig. 8).



Fig. 8. Restos de redes de pesca, bolsas y envases plásticos, recipientes de foam, platos plásticos para comida, así como encierros para la cría de



cerdos en el borde del manglar, todos agentes contaminantes documentados en un recorrido realizado por el manglar.

## DISCUSIÓN

La extensión estimada de la geofacie en este estudio es de 106.3 ha, que comparada con el valor de 100.4 ha, reportado del IGNTG (2012), se observa un aumento de 5.9 ha. Según IGNTG (2012) el 100% de la planicie fluviomarina estaba cubierta por mangle, sin embargo, a través de las nuevas cartas generadas y la verificación de campo, se cuantificó que los mismos decrecieron 6.8 ha, con un estimado de cobertura de mangle de 93.6 ha. Las diferencias en extensión y cobertura del manglar pueden estar asociadas al tipo de análisis y validación en campo de las imágenes y a la pérdida de manglar por actividades antropogénicas.

El manglar de Pixvae cuenta con cinco de las siete especies de mangle reportadas para el Pacífico de Panamá (ANAM-ARAP, 2013), de las cuales *P. rhizophorae* resultó dominante. McGowan et al. (2010), para el archipiélago de Las Perlas, Pacífico panameño, comunicó la presencia de *P. rhizophorae*, *R. racemosa* y *L. racemosa*, esta última dominante en uno de los tres sitios de muestreo, debido a la presencia de un arroyo; mientras que Gross et al. (2014) en el sector del Río de Jesús, Golfo de Montijo, reportó que *P. rhizophorae* dominó en los primeros 150 m del borde del río, y *R. racemosa* la parte interna del manglar, además de la presencia de *Avicennia germinans* y la especie asociada, *Mora oleifera*, ambas hacia zonas alejadas del río, sobre sustrato más consolidados.

Según Barrantes Leiva & Cerdas Salas (2015), la distribución de las diferentes especies de mangle en el sistema de manglar Térraba-Sierpe, Pacífico sur de Costa Rica, está influenciada por diferentes factores físicos, tales como el ambiente sedimentológico, el tipo de granulometrías de los sustratos y la influencia mareal y fluvial, el clima, salinidad del agua y del suelo entre otros, por lo que en el caso de Pixvae, es importante profundizar en estudios que evalúen estos factores, para identificar su influencia en la distribución de las especies.

La dominancia de *P. rhizophorae* en el manglar de Pixvae puede estar asociada a la presencia de un sustrato consolidado, dominante en el sitio; lo cual coincide con lo expuesto por von Prahll (1987), para el Pacífico

colombiano, donde asocia la presencia del mangle piñuelo a este tipo sustrato. Otros factores para considerar son la presencia de lluvias abundantes en el área (Ibáñez, 2005), acompañadas de una entrada limitada del agua marina y del impacto del oleaje en el sistema de manglar, por la estrecha comunicación entre el estuario y la bahía de Pixvae, lo que favorece que la salinidad no supere los 37 ups, límite de tolerancia superior establecido por Jiménez (1987) para esta especie. Otros autores asocian la distribución y desarrollo del mangle piñuelo en Panamá, a las concentraciones de fósforo y nitrógeno en el sistema, lo cual afecta la forma de crecimiento (Lovelock et al., 2005, Dangremond & Feller, 2014), lo cual sugiere la necesidad de desarrollar un estudio de la estructura y composición del sustrato en el sitio para entender de mejor manera la composición y distribución de especies arbóreas en el manglar de Pixvae.

Pixvae presenta un bosque estructuralmente poco desarrollado, aunque maduro, ya que se observaron árboles que no sobrepasan los 2 m de altura y se encontraban en floración y fructificación, lo que propicia la producción de una mayor cantidad de semillas y propágulos, que aumentan la probabilidad de establecerse exitosamente (Alfaro-Sibaja et al., 2015). La variación de los atributos estructurales puede ser causada por el flujo de mareas, oleajes, temperatura, salinidad, pH, aporte de agua dulce y nutrientes (Alongi, 2009, Agudelo et al., 2015). Otro aspecto para considerar, son los valores altos de densidad y área basal, comparado con resultados de estudios desarrollados en Golfo Dulce, en el Pacífico sur de Costa Rica (Samper-Villarreal & Silva-Benavides, 2015), lo que es señal de un manglar en buen estado ecológico, según parámetros establecidos para manglares de Colombia (Navarrete-Ramírez & Rodríguez-Rincón, 2014). A estos indicadores, se suma la presencia de brinzales y de plántulas, en este último caso entre 4 y 6 plántulas/m<sup>2</sup>, superior a lo reportado para la Ciénaga de Cholón, Colombia que reportan 1.28 plántulas/m<sup>2</sup> (Valle et al., 2012), lo que contribuye a aumentar la probabilidad de regeneración exitosa en el manglar.

Las amenazas al manglar de Pixvae, están asociadas a las actividades antrópicas, la existencia de criaderos de cerdos en jaulas sobre el borde del manglar, la gran cantidad de basura retenida por las raíces de los árboles que impacta de manera negativa el ecosistema, de la misma

forma que la deforestación localizada en los terrenos montañosos que rodean el poblado de Pixvae, que según Valiela et al. (2013), son fuente de sedimentos que llegan al manglar y a la Bahía a través de las escorrentías y los ríos. Sin duda, se necesita un trabajo con la comunidad para concienciar sobre el valor del ecosistema de manglar presente en Pixvae, dominado por una especie de distribución restringida (*P. rhizophorae*), catalogada como vulnerable según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Semacaritt et al., 2022).

## CONCLUSION

En general el manglar de Pixvae tiene un rodal mixto, con presencia de cinco especies de mangle. Es uno de los pocos en Panamá cuya especie más abundante es *P. rhizophorae*. Se caracteriza por alcanzar la madurez con poco desarrollo estructural y es un manglar con capacidad de regeneración, ya que se observó la presencia de plántulas y de brinzales.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo financiero de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá (SENACYT), de Conservación Internacional, con el apoyo de la iniciativa Blue Action Fund. y a los pares revisores por su contribución para mejorar el manuscrito.

## REFERENCIAS

Agudelo, C. M., Bolívar, J., Polanía, J., Urrego, L. E., Yepes, A., & Sierra, A. (2015). Estructura y composición florística de los manglares de la bahía de Cispatá, Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 63(4), 1137-1147.

Alfaro-Sibaja, L., Barquero-Salgado, D., Fonseca, A., Montoya-Solano, R. A., Morales-Cerdas, V., & Ramírez-Arce, D. (2015). Estructura y composición vegetal del manglar Palo Seco, Quepos, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED*, 7(2), 325-332.



Alongi, D. (2009). *The energetics of mangrove forests*. Springer Science & Business Media.

Alvis-Gordo, J. F. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1), 115-122.

Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP) (2019). *Resolución ADM/ARAP 012, por la cual se establece un área marina denominada Zona de Co-manejo para la pesca responsable en la Bahía de Pixvae*. Gaceta Oficial N° 28770 del 9 de mayo de 2019.

Autoridad Nacional del Ambiente & Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ANAM-ARAP). (2013). *Manglares de Panamá: importancia, mejores prácticas y regulaciones vigentes*. Panamá: Editora Novo Art, S.A

Autoridad Nacional de Ambiente (ANAM). (2009). *Plan de Manejo del Parque Nacional Coiba*. Compiladores Maté, J. L., Tovar, D., Arcia, E., Hidalgo-STRI.

Barrantes Leiva, R. M., & Cerdas Salas, A. (2015). Distribución espacial de las especies de mangle y su asociación con los tipos de sedimentos del sustrato, en el sector estuarino del Humedal Nacional Térraba-Sierpe, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 63, 47-60.

Benavides-Varela, C., Samper-Villarreal, J., & Cortés, J. (2016). Cambios en la cobertura de manglares en Bahía Culebra, Pacífico Norte de Costa Rica (1945-2010). *Revista de Biología Tropical*, 64(3), 955-964.

Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC). (2007). *Diagnósticos Biofísico, Institucional-Legal, Socioeconómico y Línea Base del Bosque de Manglar del Golfo de Chiriquí, Provincia de Chiriquí*. CATHALAC, Ciudad de Panamá, Panamá

Cintrón, G., & Schaeffer-Novelli, Y. (1984). Methods for studying mangrove structure. *Monographs on oceanographic methodology*, 8, 91-113.

- Cintrón-Molero, G., & Schaeffer-Novelli, Y. (1992). Ecology and management of New World mangroves. In *Coastal plant communities of Latin America* (pp. 233-258). Academic Press.
- Dangremond, E. M., & Feller, I. C. (2014). Functional traits and nutrient limitation in the rare mangrove *Pelliciera rhizophorae*. *Aquatic botany*, 116, 1-7.
- Friess, D. A. (2016). Ecosystem services and disservices of mangrove forests: insights from historical colonial observations. *Forests*, 7(9), 183.
- Gross, J., Flores, E. E., & Schwendenmann, L. (2014). Stand structure and aboveground biomass of a *Pelliciera rhizophorae* mangrove forest, Gulf of Montijo Ramsar site, Pacific Coast, Panama. *Wetlands*, 34(1), 55-65.
- Hutchison, J., Spalding, M., & zu Ermgassen, P. (2014). The role of mangroves in fisheries enhancement. *The Nature Conservancy and Wetlands International*, 54, 434.
- Ibáñez, A. (2005). *Características geográficas, geológicas y climáticas de Bahía Honda (Veraguas, Panamá)*. En Castroviejo, S. & Ibáñez, A (Ed.), *Estudios sobre la biodiversidad de la región de Bahía Honda (Veraguas, Panamá)* (pp 23-32). España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia (IGNTG) (2012). Hojas topográficas de Punta Pajarón y Filo de Mona. Escala 1:25 000. <https://n9.cl/78eqx>
- Kauffman, J. B., Donato, D. C., & Adame, M. F. (2013). *Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono de los manglares* (Vol. 117). Cifor.
- López-Angarita, J., Roberts, C. M., Tilley, A., Hawkins, J. P., & Cooke, R. G. (2016). Mangroves and people: Lessons from a history of use and abuse in four Latin American countries. *Forest Ecology and Management*, 368, 151-162.

- Lovelock, C. E., Feller, I. C., McKee, K. L., & Thompson, R. C. (2005). Variation in mangrove forest structure and sediment characteristics in Bocas del Toro, Panama. *caribbean Journal of Science*.
- McGowan, T., Cunningham, S. L., Guzmán, H. M., Mair, J. M., Guevara, J. M., & Betts, T. (2010). Mangrove forest composition and structure in Las Perlas Archipelago, Pacific Panama. *Revista de Biología Tropical*, 58(3), 857-869.
- Navarrete-Ramírez, S. M., & Rodríguez-Rincón, A. M. (2014). *Protocolo Indicador Condición Tendencia Bosques de Manglar (ICTBM)*. Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP).
- Oses-Carvajal, M. D., Ulloa, A. H., Rodríguez, B. V., & Rodríguez, R. C. (2019). Manglares y sus Servicios Ecosistémicos: hacia un Desarrollo Sostenible. *Gestión y Ambiente*, 22(2), 277-290.
- PNUD y MiAMBIENTE. (2017). *Guía de Buenas Prácticas para la Restauración de Áreas degradadas de Manglar. Proyecto Protección de Reservas y Sumideros de Carbono en los Manglares y Áreas Protegidas de Panamá*. PNUD, Ciudad del Saber, Panamá.
- Samper-Villarreal, J., & Silva-Benavides, A. M. (2015). Complejidad estructural de los manglares de Playa Blanca, Escondido y Rincón de Osa, Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 63, 199-208.
- Schaeffer-Novelli Y, & Cintrón-Mollero, G. (1986). *Guia para estudo de áreas de manguezal. Estrutura, função e flora*. São Paulo, Caribbean Ecological Research: São Paulo, Brazil
- Semacaritt, K., Gutiérrez-Arauz, K. M., & Otero-Moreno, Y. Y. (2022). *Catálogo de especies de fauna y flora protegidas más traficadas en Panamá*. Ministerio de Ambiente, Panamá.
- Tabacow, J., & Da Silva, J. (2011). *Geoprocessamento aplicado à análise da fragmentação da paisagem na ilha de Santa Catarina*. In: Silva, J; Zaidan, R. (Org.). *Geoprocessamento & Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Tanner, M. K., Moity, N., Costa, M. T., Jarrin, J. R. M., Aburto-Oropeza, O., & Salinas-de-León, P. (2019). Mangroves in the Galapagos: ecosystem services and their valuation. *Ecological economics*, 160, 12-24.

Téllez-García, C. P., & Valdez-Hernández, J. I. (2012). Caracterización estructural del manglar en el estero Palo Verde, Laguna de Cuyutlán, Colima. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 18(3), 395-408.

Valdez-Hernández, J. I. (2004). Manejo forestal de un manglar al sur de Marismas Nacionales, Nayarit. *Rev. Madera y Bosques*, 2, 93-104.

Valiela, I., Giblin, A., Barth-Jensen, C., Harris, C., Stone, T., Fox, S. & Crusius, J., (2013). Nutrient gradients in Panamanian estuaries: effects of watershed deforestation, rainfall, upwelling, and within-estuary transformations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 482, 1-15.

Valiela, I., Bartholomew, M., Giblin, A., Tucker, J., Harris, C., Martinetto, P., M. Otter, Camilli, L. & Stone, T., (2014). Watershed deforestation and down-estuary transformations alter sources, transport, and export of suspended particles in Panamanian mangrove estuaries. *Ecosystems*, 17, 91–111.

Valiela, I., Pascual, J., Giblina, A., Barth-Jensen, C., Martinetto, P., Ottera, M., Stone, T., Tucker, J., Bartholomew, M. & Vianad, I.G. (2018). External and local controls on land-sea coupling assessed by stable isotopic signatures of mangrove producers in estuaries of Pacific Panama. *Marine Environmental Research*, 137, 133–144

Valle, A. G., Osorno-Arango, A. M., & Gil-Agudelo, D. L. (2011). Estructura y regeneración del bosque de manglar de la ciénaga de Cholón, Isla Barú, Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, 40(1), 115-130.

Van Lavieren, H., Spalding, M., Alongi, D., Kainuma, M., Clüsener-Godt, M. and Adeel, Z. (2012). Securing the future of mangroves. A Policy Brief. UNU-INWEH, UNESCOMAB with ISME, ITTO, FAO, UNEP-WCMC and TNC.

Vega, A., Smith, O., & Morán, M. (2007). *Diagnóstico del Estado Actual de los Manglares, su Manejo y su Relación con la Pesquería en Panamá: Análisis de la relación existente entre las poblaciones de fauna marina de importancia económica con las variables socioeconómicas y biofísicas del ecosistema del bosque de manglar, en la República de Panamá*. Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá / Fundación Natura / Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC)

Velázquez-Pérez, C., Tovilla-Hernández, C., Romero-Berny, E. I. & De Jesús-Navarrete, A. (2019). Estructura del manglar y su influencia en el almacén de carbono en la Reserva La Encrucijada, Chiapas, México. *Madera bosques*, 25(3), 1-14.

von Prael, H. (1986). Notas sobre la historia natural del mangle Piñuelo *Pelliciera phizophorae* (Theaceae) en el Pacífico colombiano. *Actualidades Biológicas*, 15(58), 117-122.

Zar, J. H. (2009). *Biostatistical analysis*. ed. 5ta. New Jersey, USA.