



CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL BOSQUE DE *Rhizophora mangle* L. EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA DE CAÑAS, LOS SANTOS, PANAMÁ

Edwin Antonio Rodríguez¹; José Carlos Chang² e Italo Goti²

¹Centro Regional de Los Santos, ²Centro Regional Universitario de Veraguas, Universidad de Panamá

E-mail: guasimo25@hotmail.com; changvivero@yahoo.es y italogoti@yahoo.es

RESUMEN

Se realizó una evaluación de las características estructurales y fisionómicas de un manglar de borde monoespecífico de *Rhizophora mangle* L. localizado en el extremo sur de la Península de Azuero, Panamá, en tres parcelas de 10 m x 100 m, cada una, entre época seca y lluviosa. Se contabilizaron 306 individuos con DAP promedio de 15,5 cm, área basal de 18,0 m²/ha y altura del dosel de 9,6 m, densidad de 950 ind/0,1 ha, e índice de complejidad de Holdridge de 7,7, lo que nos indica un manglar de borde bien estructurado.

PALABRAS CLAVES

Rhizophora mangle, caracterización estructural, manglar de borde.

ABSTRACT

Structural parameters of a *Rhizophora mangle* mangrove forest were measured in the south border of Península de Azuero, Panamá, in three plots of 10 m x 100 m, each one. It was found 306 trees (greater than 10 cm DBH), with mean DBH 15,5 cm, basal area of 18,0 m²/ha, tall canopies 9,6 m, density 470 trees/ha, and a Holdridge complexity index of 7,7, indicating a well-structured fringe mangrove.

KEYWORDS

Rhizophora mangle, Mangrove structure, fringe mangrove.

INTRODUCCIÓN

La función ecológica dominante de los manglares es el mantenimiento de hábitats costero-marinos y la provisión concomitante de alimento y refugio para una gran variedad de organismos a diferentes niveles tróficos. Además, los manglares juegan un papel principal en mantener la calidad del agua y la estabilidad de la línea de costa, lo cual controla la distribución de nutrientes y sedimentos en aguas estuarinas (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1998).

En los manglares, según, D´Croz & Kwiecinski (1979), se encuentran además de las poblaciones nativas, numerosos organismos en etapas juveniles que pasan solamente una parte de su vida en estos hábitats. Aquí encuentran protección y abundante alimento, que les garantiza un rápido crecimiento y exitosa subsistencia. Están protegidos por la gran cantidad de raíces del mangle rojo que les sirve de refugio. También un eficiente flujo de energía, que va del manglar hacia la zona costera, en forma de detritus orgánicos derivados de las hojas caídas de los mangles, les garantiza un amplio recurso alimentario (García Hansen *et al.*, 2002), la acción bacteriana y de los hongos en el agua convierte el materia indigerible de las hojas en una fuente de proteínas de gran importancia para la fauna asociada al manglar (Orihuela *et al.*, 2004). Anguizola *et al.* (1988) realizaron un estudio, mediante fotografías aéreas e imágenes de satélites para determinar la cobertura de manglar en el territorio nacional, y se determinó que la República de Panamá cuenta con trece áreas principales de manglares: nueve se encuentran en la vertiente del Pacífico y cuatro en el Caribe; la superficie total cubierta de manglares es de 1813,38 km², según CATHALAC (2007). En la costa del Pacífico, existen 1647,68 km², lo que corresponde al 5,2 % de la cobertura boscosa nacional y al 2,3 % de la superficie total del País (Instituto Geográfico Nacional Tommy 2007). En la provincia de Los Santos, el bosque de manglar cuenta con una superficie de 6 236,93 ha (62,37 km²), que corresponde al 1,67 % del territorio total de la Provincia (ANAM 2000).

En un estudio florístico de Isla de Cañas, Carrasquilla (1987), reporta para la Isla la presencia de *Rhizophora mangle* (Mangle colorado), *Rhizophora harrisonii* (Mangle caballero), *Avicennia germinans* (Mangle negro), *Avicennia bicolor* (Mangle salado), *Pelliciera rizophorae* (Mangle piñuelo), *Laguncularia racemosa* (Mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (Mangle botón). El canal estuarino de la Isla cuenta con un extenso manglar del lado noroeste, representado principalmente por *Rhizophora mangle*, como bosque de borde. En esta zona los manglares se ven sometidos a fuertes amenazas, entre las cuales se pueden mencionar: a) el establecimiento de camaronerías; b) la ganadería; y c) el cultivo de arroz y cucurbitáceas (ANAM, 2000).

La importancia de la descripción del manglar de Isla de Cañas radica en el hecho de que no se ha realizado hasta la fecha una evaluación de dicho ecosistema, el cual, como todo manglar está incluido dentro de los humedales costeros de mayor vulnerabilidad ante el cambio climático (Watson *et al.*, 1997), cuya persistencia dependería de la tasa de acreción con respecto al nivel del mar, entre otras (Sepala *et al.*, 2009.) o podría presentar evidencias de acomodación ante la variabilidad ambiental que induce el cambio climático, con las consecuencias que esto conlleva como la estabilidad de la costa, el mantenimiento de la biodiversidad (Yañez-Arancibia, 1998). El objetivo del presente trabajo es establecer el valor de variables estructurales que sirvan de línea base de información para futuras investigaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra ubicada en el Refugio de Vida Silvestre Isla de Cañas, Distrito de Tonosí, el cual tiene una extensión de manglar de 1200 hectáreas, de las cuales aproximadamente 832,5 ha corresponden a la isla (Córdoba *et al.*, 1998).

El estudio se realizó en el manglar en Isla de Cañas (Fig. 1), entre las coordenadas geográficas: 7° 22' 45" y 7° 25' 45" N, 80° 15' 30" y 80° 21' 32" O (Universidad de Panamá, 2001). La isla está rodeada por la desembocadura del río Tonosí, uniéndose a él los ríos Limón y

Viejo, río Cañas, el Cigua y el Infiernillo. Estas aguas la separan de tierra firme y forman un gran estero o canal que en su parte más ancha mide 500 m y en la más angosta 100 m (Ramos & Medina, 2002).

La estructura del bosque de manglar en Isla de Cañas muestra en la zona de contacto con el canal estuarino una franja de mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.), esta es de ancho variable, a partir de la orilla y va desde unos 150 m cerca a la parcela P1 y en la medida que se aleja hacia el extremo oeste de la Isla llega a medir un kilómetro (Fig.1) y cubre un área aproximada de 353 ha con 9 604,30 m². Las parcelas de muestreos están formadas por un rodal monoespecífico.

A partir del mes de enero de 2007, se delimitaron tres parcelas de muestreo cuyas, dimensiones fueron 10 m x 100 m, de acuerdo a la metodología de Melo & Vargas (2003), lo cual produce áreas de 0,1 ha, en el borde del manglar con el canal estuarino, perpendiculares a la orilla y demarcadas con una cuerda. Debido al carácter permanente de las parcelas se colocó material de identificación de alta resistencia a las condiciones ambientales del área, de manera que las mismas fueran fácilmente localizadas.

La parcela uno (P1) (Fig. 2) se ubicó a 0,58 km del poblado de Isla de Cañas Centro en las coordenadas 7° 24' 53.4" N y 80 ° 19' 03.6" W, en este sector el canal presenta un ancho de 117,0 m, el área está aproximadamente a unos dos kilómetros de la desembocadura del río Cigua; esta parcela recibe agua de la marea alta que entra al canal estuarino por el extremo este de la Isla. La parcela dos (P2) se encuentra a 2,43 km del poblado, en las coordenadas 7°, 24', 24, 6" N y 80 °, 19', 40,6" W, el ancho del canal en el área es de 37,1 m. Esta parcela recibe agua en marea alta de ambos extremos de la isla. La parcela tres (P3) se ubica a 4,96 km en las coordenadas geográficas 7°, 23',51.29" N y 80 °, 20',32.16" W, adyacente a una sección del canal estuarino con un ancho aproximado de 15,0 m, la cual recibe agua de la marea alta proveniente del extremo oeste de la isla.



Fig. 1. Localización geográfica de Isla de Cañas y ubicación de las parcelas de estudio.



Fig. 2. Vista de la parcela P2 en el Bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

Una vez establecidas las parcelas se procedió a realizar el trabajo de marcación y medición de los arbustos \geq a 2,5 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho) y los árboles \geq 10,0 cm de DAP respectivamente. Se identificaron los árboles con un número colocado con pintura fluorescente por encima del punto de medición del DAP, esta se hizo con cinta diamétrica y cinta métrica común, a una distancia de 1,30 m por encima del nivel del sedimento, sobre la bifurcación del árbol. Los árboles bifurcados a una altura inferior a los 1,30 m se evaluaron como árboles individuales y se les aplicó la misma metodología (INRENARE, 1997), en cuanto a los árboles con raíces aéreas mayores de un metro, se tomó la medida a 0,30 cm, sobre la última raíz aérea. Los árboles con anomalías (nudos, abultamientos, deformaciones), las mediciones se realizaron fuera de la parte deformada; dos mediciones a igual altura de 1,30 m y se tomó el promedio.

Los datos obtenidos de DAP, permitieron determinar, densidad, área basal, número de especie, índice de complejidad de Holdridge (IC_H) (1978).

Para medir la altura total (HT) de los arbustos y árboles ya identificados con su número, se utilizó un Clinómetro ABNEY, basado en el principio de trigonometría, específicamente de la medición de ángulos, donde se consideró el ángulo al ápice, el ángulo a la base del árbol y una distancia base desde el observador (INRENARE, 1997).

También se utilizó una vara graduada de 5 metros de largo. Para cada arbusto y árbol se tomó la altura total o distancia vertical (HT) desde el sedimento hasta la parte más alta de la copa del árbol, medida obtenida en metro (m).

En la morfología de hojas y frutos se realizaron mediciones de 250 hojas por parcela, en las que se consideró el largo, ancho y peso de la hoja, se incluyó el largo del peciolo, largo y peso de los propágulos (Fig. A5).

RESULTADOS

En la presente investigación se contabilizaron 306 individuos de la especie *Rhizophora mangle* L. distribuidos en las tres parcelas adyacentes al canal estuarino de la Isla, de los cuales 46 % eran arbustos (> 2,5 cm) y 54 % árboles (> 10,0 cm) (Cuadro 1), se determinó una densidad total de 950 ind/ha, área basal de 18 m²/ha, altura del dosel de 9,6 m y un DAP promedio de 15,5 cm.

Con respecto a las características estructurales de arbustos y árboles se obtuvo una densidad de arbustos (≥ 2.5 cm) de 480 ind/ha, y de árboles de 470 ind/ha área basal de 1,3 m²/ha para arbustos y 17,0 m²/ha para árboles, y un $\bar{I}C_H$ general de 0,6 para arbustos y 7,7 para árboles (Cuadro 2).

De acuerdo al estudio por parcelas se obtuvo que la mayor densidad de arbustos (590 ind/ha), y árboles (610 ind/ha) se presentó en P3, esto debido a mayor cantidad de arbustos (52 %) y árboles (48 %) en esta Parcela, sin embargo, la prueba de comparación de proporciones de muestras independientes indicó que no existe diferencia significativa del porcentaje de arbustos entre parcelas (P1 vs P2: $z_{cal} = 0,2797$), P1 vs P3 $z_{cal} = 0,0024$ y P2 vs P3 $z_{cal} = -0,2773$).

Se determinó la no homocedasticidad de los datos de DAP y HT a través de la prueba de Bartlett y la no normalidad a través de la prueba de D'Agostino, se decidió realizar una transformación log x+1 de los datos, debido a que se estabilizó la varianza de los datos de DAP y no se estabilizó para los datos de HT de la segunda parcela, se realizaron las pruebas correspondientes de acuerdo al caso.

El mayor DAP promedio de las tres parcelas se presentó en P2 (17,6 cm), mientras que el menor en P3 (14,3 cm) (Cuadro 1, Fig. 4), se confirmó que existe diferencia estadística del DAP entre parcelas (ANDEVA F = 11,39 p < 0,001), para lo cual se procedió a determinar cuales de estas son diferentes entre si a través de la prueba de LSD, la cual fue significativa entre las parcelas P1 vs P2 y altamente significativa entre P1 vs P3 y P2 vs P3, lo cual indica que todas son diferentes entre sí.

De acuerdo al valor de los percentiles la parcela P2 mostró valores de percentil 10 (3,38 m) y 90 (32,10 m) mayores que las otras parcelas, por otro lado, el percentil 90 de P3 (20,45 m) presentó el valor más bajo de las tres parcelas (Cuadro 3).

La distribución de la frecuencia de DAP en los arbustos y árboles por parcela en el bosque de *R. mangle* mostró para P1 y P3 que la mayor parte de los valores se concentran sobre los intervalos con amplitud media de 2,5 cm a 15,0 cm, mientras que en P2 de 2,5 cm a 20 cm (Fig. 5) La prueba de Kolmogorov Smirnov para muestras independientes indicó que no existe diferencia significativa de la frecuencia del DAP entre las parcelas P1 y P3 (K.S. $\chi^2 = 4,08$ g.l. = 2 $p > 0,05$), mientras existe diferencia significativa entre P1 y P2 (K.S. $\chi^2 = 4,08$ g.l. = 2 $p = 0,0243$) y altamente significativa entre P2 y P3 (K.S. $\chi^2 = 4,08$ g.l. = 2 $p < 0,0001$).

La altura del dosel (HT) fue mayor en P2 (11,9 m) (Fig 6), la cual, según la prueba de Kruskal Wallis, fue significativamente diferente entre parcelas (K-W $H = 34,64$ $p = 0,0001$). Por otro lado, a través del aprueba SNK se determinó la diferencia de la altura de los árboles entre parcelas y se encontró que existe diferencia altamente significativa entre P1 y P2 y entre P2 y P3, sin embargo, no existe diferencia entre P1 y P3.

La altura de arbustos y árboles según se desprende del análisis de datos en P1 osciló de 1,5 m a 24,5 m, en P2 de 2,5 m a 9,1 m y P3 de 1,5 m a 28,2 m. Las medianas obtenidas entre parcelas variaron de 5,25 m para P1, a 7,0 m para P3 (Fig. 5), La prueba de Kruskal-Wallis indicó que existe diferencia altamente significativa de la altura de los arboles entre parcelas (K-W $H = 34,54$ $p < 0,001$). Se determinó diferencias entre P1 y P2 (SNK $RMS = 93,14$ $p < 0,0001$) y entre P2 y P3 (SNK, $RMS = 65,74$ $p < 0,0001$), sin embargo, no hay diferencia entre P1 y P3 (SNK, $RMS = 27,39$ $p = 0,0271$).

La distribución de las frecuencias de alturas de los arbustos y árboles en total por parcelas en el bosque de *R. mangle* L. en Isla de Cañas mostró para P1 que la mayor parte de los valores se concentraron sobre

los intervalos con amplitud media de 4,0 m a 14,0 m, en P2 de 5,0 m a 17,5 m y en P3 de 5,0 m a 12,5 m. (Fig. 7). La prueba de Kolomogorov Smirnov para dos muestras independientes indica que no hay diferencia significativa entre la altura entre P1 y P3 (K-S, $\chi^2 = 4,08$ g.l.= 2 n.s.), mientras que existe diferencia altamente significativa entre P1 y P2 (K-S, $\chi^2 = 22,69$ g.l. = 2 $p < 0,001$) y entre P2 y P3 (K-S, $\chi^2 = 20,35$ g.l. = 2 $p < 0,001$).

El área basal mostró mayor valor para arbustos y árboles en P1 (0,13 m² y 1,8 m² respectivamente, mientras que P2 mostró el menor valor (1,5 m²). Finalmente el IC_H indicó que este varía de 0,02 en P2 y 0,1 en P3 para arbustos y 0,7 a 0,9 para árboles en P1 y P3 respectivamente, con altura de hasta 0,9 en P3 (Cuadro 1).

Se determinó la correlación Spearman entre el DAP y HT la cual muestra una correlación positiva fuerte entre ambas variables y altamente significativa ($r_s = 0,8685$ $p = 0,0001$), luego se determinó la relación lineal de estas variables, a través de una regresión lineal con el propósito de predecir la altura de los árboles a partir del DAP, La ecuación resultante fue: $HT = 3,6980 + 0,4780 \cdot DAP$, y $p < 0,0001$, para $N = 357$, y valores entre 0,8 cm y 50,50 cm de DAP y 1,50 m y 28,20 m de altura (Fig. 3).

El Índice de complejidad de Holdridge mostró, para el manglar estudiado, valores para arbustos de IC_H = 0,6 y para adultos IC_H = 7,7, con relación a las parcelas se observó el mayor en P3, que mostró para arbustos IC_H = 0,1 y para adultos IC_H = 0,9 (Cuadro 1).

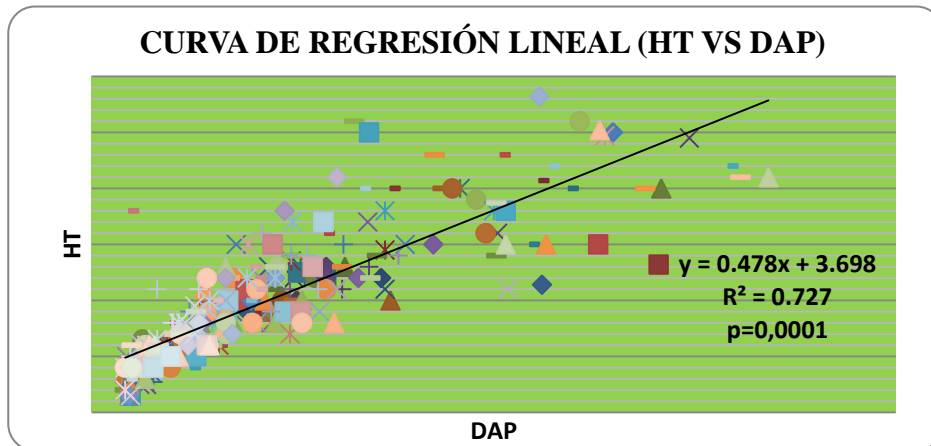


Fig. 3 Relación entre la altura total y el DAP de los árboles en Isla de Cañas, 2007.

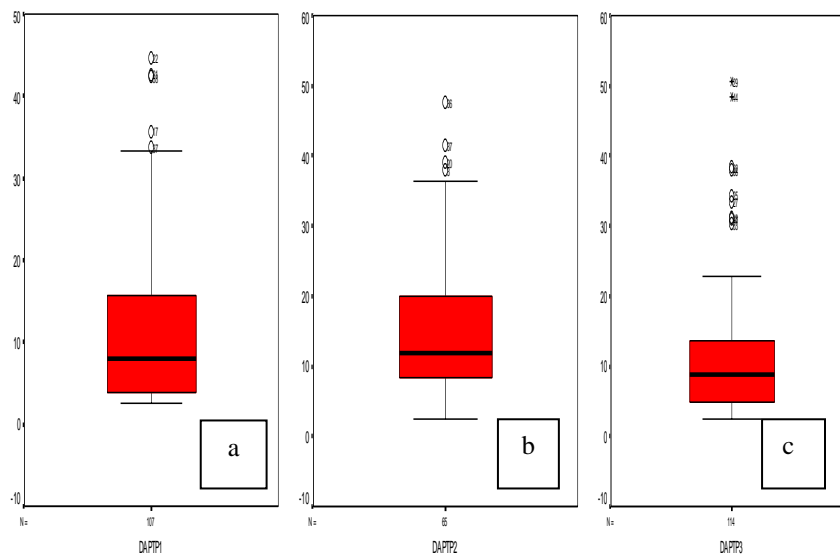


Fig. 4. Comparación del DAP (arborescencias y arbustos) entre las parcelas: (a) P1, (b) P2 y (c) P3 en Isla de Cañas.

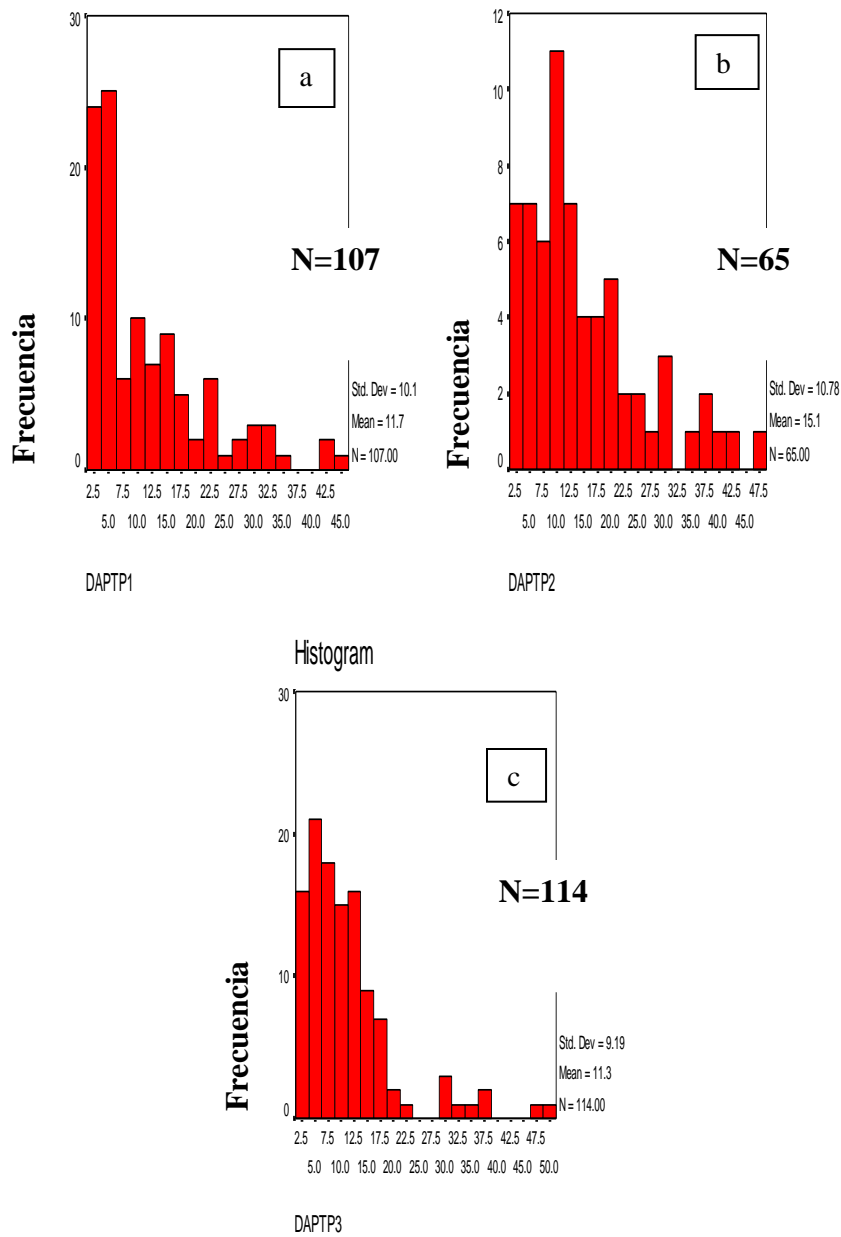


Fig. 5. Distribución de las frecuencias de DAP en los arbustos y árboles por parcela, (a) P1, (b) P2, (c) P3 en el Bosque *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

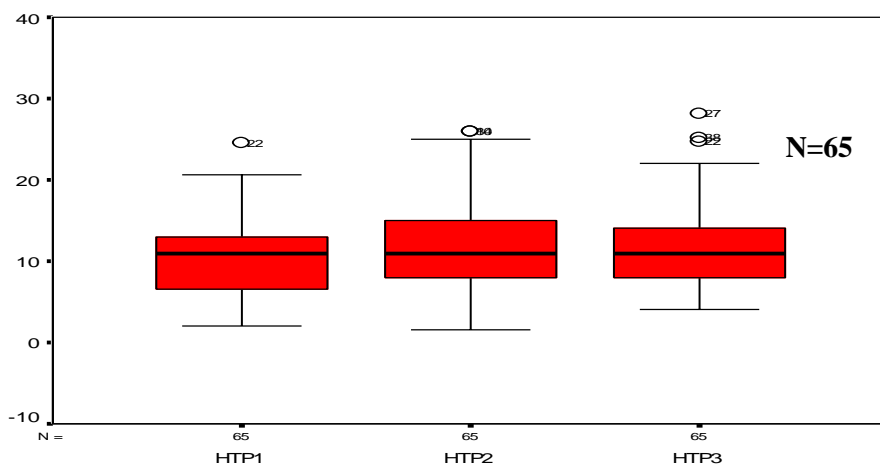


Fig. 6. Comparación de la altura (m) (arbustos y árboles) entre la parcelas (P1, P2, P3) en Isla de Cañas.

Cuadro 1. Características estructurales del bosque de borde de Rhizophora mangle en Isla de Cañas.

DAP	Densidad de troncos (Ha)		Área basal (m ²)		Área basal total(m ²)	Altura del dosel (m)	Índice de Complejidad	
	≥ 2.5	≥ 10	≥ 2.5	≥ 10			≥ 2.5	≥ 10
Promedio (cm)	cm	cm	cm	cm			cm	cm
	dap	dap	dap	dap			dap	dap
15,5	480	470	1.3	17,0	18	9.6	0,6	7,7

Cuadro 2. Características estructurales de la especie R. mangle por parcela en Isla de Cañas, Tonosí.

Parcela	Cantidad		Área Basal		Altura del dosel	Densidad	DAP	IC	
	≥2,5	≥10	≥2,5	≥10				≥2,5	≥10
	cm	cm	cm	cm			cm	cm	
	dap	dap	dap	dap			dap	dap	
			m ² /ha	m ² /ha	m	Ind/ha	cm		
P1	59	54	0,13	1,8	8,3	1 130	15,3	0,07	0,7
P2	16	50	0,08	1,5	11,9	660	17,6	0,02	0,7
P3	66	61	0,2	1,7	9,5	1 270	14,3	0,1	0,9

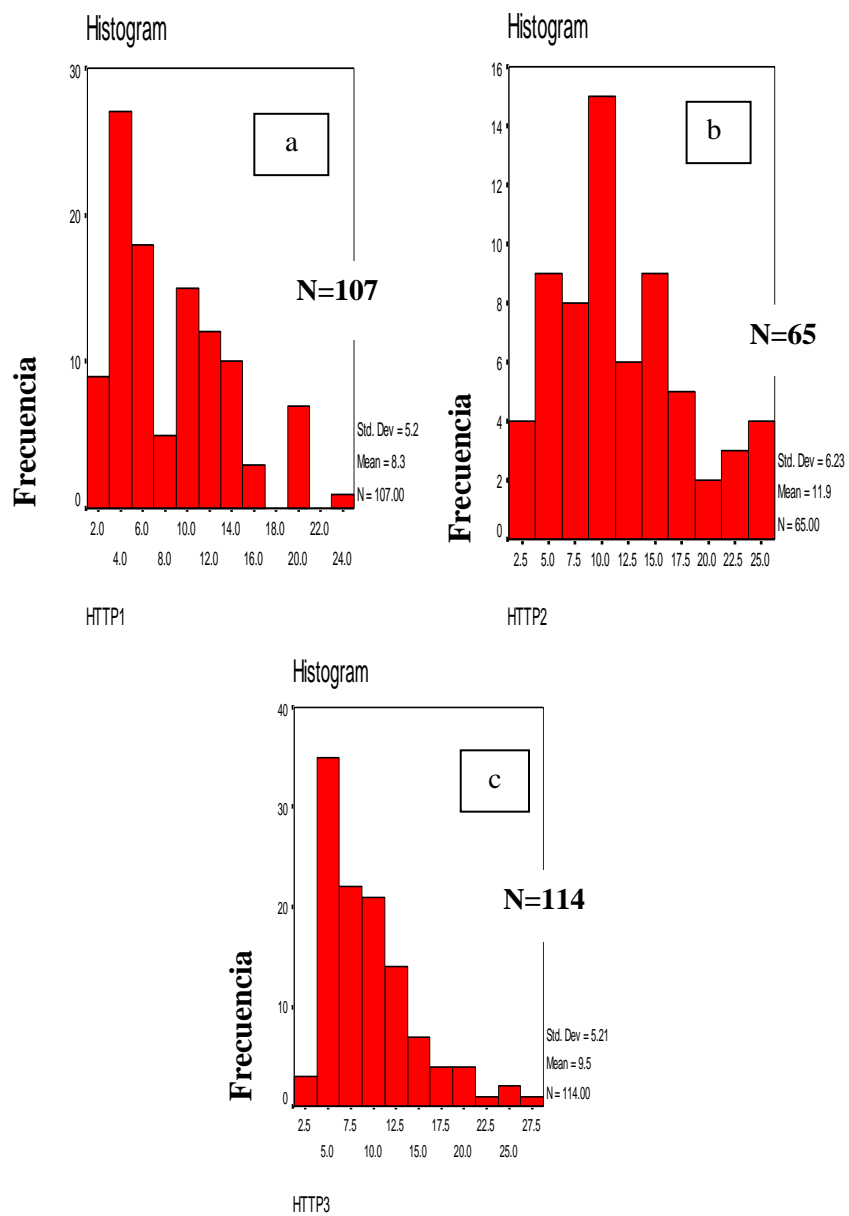


Fig. 7. Distribución de las frecuencias de HT en los arbustos y árboles por parcela (a) P1, (b) P2, (c) P3 en el Bosque *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

Cuadro 3. Percentiles 10 y 90 de DAP de *R. mangle* L. en las parcelas de estudio en isla des Cañas.

DAP por parcela (árboles y arbustos)	Percentil 10	Percentil 90
P1	2,98	27,88
P2	3,38	32,10
P3	3,20	20,45
DAP Total	3,10	28,91

DISCUSIÓN

De acuerdo con la clasificación estructural de los manglares (Lugo & Snedaker, 1974), y a las características encontradas en el rodal objeto de este estudio, en Isla de Cañas, como régimen de inundación, tipo de sedimento, etc, es considerado manglar tipo borde, dominado por árboles de *Rhizophora mangle*.

El hecho de que el manglar estudiado esté compuesto por un rodal monoespecífico de *R. mangle* está de acuerdo con lo señalado por Jiménez (1994), quien indica que las especies de este género son las predominantes en la zona externa del manglar, porque presentan adaptaciones anatómicas y fisiológicas que le permiten sobrevivir en suelos suaves e inestables. De igual manera se indica que el género *Rhizophora* es el principal componente en los bosque de manglar de la costa pacífica de América Central a su vez estos resultados coinciden con los obtenidos por Osorio (1994) y Mendieta (2006), quienes mencionan que esta especie es la más común y de más amplia distribución geográfica en Panamá, por otro lado, esta especie no siempre es la dominante en manglares de borde, como el caso de bosques de mangle el Sistema de Cananeia-Iguape, Brasil, en el cual domina *Avicennia schaueriana* (Cunha-Lignon 2001), o en el Estuario São Mateus, Brasil, en el cual domina *Laguncularia racemosa* (da Silva *et al.*, 2005).

A pesar de lo anteriormente indicado, en términos generales, los manglares de borde están dominados por *R. mangle*, y se caracterizan por recibir el efecto directo de olas y menor influencia del agua dulce de ríos, lo que hace que el ingreso de nutrientes sea relativamente bajo y sufra tensión por la menor disponibilidad de agua dulce. La dinámica de lavado diario no permite un desarrollo muy denso, ni árboles altos (Moreno & Infante, 2009).

Con relación al análisis estructural del bosque en Isla de Cañas el número mayor de arbustos en P1 y P3 nos permite considerar estos sectores como un manglar joven en comparación con P2, sin descartar la influencia de factores antrópicos y ambientales que posiblemente afecten este comportamiento en el área. Por otro lado, la altura del dosel y el mayor DAP, nos lleva a pensar que P2 es una zona con individuos más viejos, además, los valores de los percentiles 10 y 90 nos confirma que P2 presentó los árboles más desarrollados y P3 los más jóvenes. El hecho de que P2 presenta individuos más gruesos y altos, y observamos que la densidad total por parcela es menor confirmamos que las otras dos parcelas presentan un mayor desarrollo de individuos jóvenes (Cuadro 4).

Entre mayor diámetro de fustes, mayor altura y diámetro de copas presenten los individuos de un rodal, habrá una reducción del número de individuos por área, debido a la alta competencia por espacio y muy probablemente como resultado de la competencia entre las copas y poca luz para el desarrollo; que lleva a un dominio por los árboles que se elevan más sobre el piso del bosque hacia los de alturas inferiores, esto trae como consecuencia una mortalidad natural como resultado de la competencia (Cintrón & Schaeffer Novelli, 1984), coincide esto con lo que ocurre en P2, donde podemos asegurar que hay un claro dominio de los árboles sobre los arbustos, esto es indicativo de una zona de mayor madurez para el bosque en relación con P1 y P3.

Cuadro 4. Percentiles para HT en las tres parcelas de estudio en isla de cañas.

Altura (HT) (árboles y arbustos)	Percentil 10	Percentil 90
P1	3,00	15,20
P2	4,00	22,40
P3	4,00	17,00
HT Total	3,50	18,00

Según se desprende de los resultados en Isla de Cañas, el DAP y HT mantienen una asociación positiva altamente significativa, esto coincide con lo determinado para la especie por Cintrón & Schaeffer-Novelli (1985), quienes indican que en esta especie el aumento diamétrico está íntimamente asociado a un incremento en altura. La relación entre ambas variables, a pesar de no ser muy alta, mostró valores más estrechos que los encontrados por Carrillo Bastos et al (2008).

Cintrón & Schaeffer –Novelli (1985) mencionan que el número de fustes de *R. mangle* es una función del grado de desarrollo alcanzado por el rodal. La rapidez con que se desarrolla un rodal es una función de la calidad del sitio; es decir, de su huella energética y que los rodales jóvenes se caracterizan por densidades muy altas de troncos y con el envejecimiento del rodal esta disminuye. Si comparamos esto con lo que ocurre en relación con el desarrollo estructural en las parcelas de estudio en Isla de Cañas podemos asegurar que P1 y P3 son rodales jóvenes, mientras que P2 corresponde a un rodal más maduro o con mayor envejecimiento.

Las evidencias indican que la sección media del manglar estudiado, posee un mejor desarrollo estructural, árboles más maduros y por ende es una zona mejor protegida que las otras dos parcelas, esto indicaría que a medida que nos alejamos del centro del poblado hay una mejor condición del manglar, sin embargo, no explica la razón por la cual la parcela P3, la más alejada de la población muestra características semejantes a la primera, esto podría indicarnos que el menor desarrollo

estructural de las parcelas P1 y P3 podría estar relacionado no solo a factores antrópicos, sino a otras variables que podrían estar tensionando al manglar.

Al comparar las características estructurales del bosque de manglar de Isla de Cañas con otros manglares monoespecíficos del resto de América, el DAP promedio es semejante a registros obtenidos en manglares de borde en Ten Thousand Islands, Florida (10,3 cm) (Pool *et al.*, 1977), Caballo Blanco, Puerto Rico (14,2 cm) y Santa Rosa, Costa Rica (16,8 cm) (Cintrón y Schaeffer - Novelli 1983), Río Mateus, Brasil (8,1 cm) (da Silva *et al.*, 2005), Estero Real Golfo de Fonseca, Nicaragua (8 a 10 cm) (Marmillod *et al.*, 2004).

La altura total del dosel es semejante a los manglares antes mencionados, pero inferior a los del Golfo de Chiriquí donde encontramos rodales de mangle rojo con más de 20 m D´Croz y Del Rosario (1986), a los del Golfo de San Miguel de 30 a 35 m (ANAM, 2005), a algunos sitios de los estuarios del río Bayano donde puede llegar hasta 40 m (Sánchez *et al.*, 2007) y a los ubicados en el estero el Real dentro del estuario en el Golfo de Fonseca de 15 a 20 m Marmillod *et al.* (2004), superior a los del Río Mateus, Brasil con 8,4 m (da Silva *et al.*, 2005).

La menor área basal de P2 con respecto a las otras dos parcelas, nos indica, de acuerdo a Cintrón & Schaeffer-Novelli (1985), que a medida que avanza el envejecimiento del rodal, disminuye esta variable, desde este punto de vista se podría decir el P2 es una parcela de mayor edad que las otras.

El área basal total para el bosque es de 17 m²/ha, inferior al valor promedio para manglares ribereños: 20.09 m²/ha, reportado por D´Croz y Del Rosario (1986), en el Golfo de Chiriquí, pero superior a manglar de borde del Estero el Conchalillo, México con 10,20 m²/ha (Félix-Pico *et al.*, 2006), o al del Río Mateus, Brasil con 7,7 m²/ha (da Silva *et al.*, 2005).

El IC_H representa el estado de conservación del manglar, permite establecer el estado de desarrollo del bosque, que representa su nivel

de conservación, en otras palabras, un manglar con los requerimientos básicos satisfechos para el desarrollo del bosque produce valores altos (INVEMAR, 2003) El valor encontrado en Isla de Cañas es superior al registrado para la mayoría de los manglares de borde de América, comparado con los de Isla Roscell en México ($IC_H = 5,7$) (Pool *et al.*, 1997), Bahía Medio Mundo en Puerto Rico ($IC_H = 8,5$), y Bahía Sucia en Puerto Rico ($IC_H = 6,3$) (Cintrón Schaeffer-Novelli, 1983), Estero Conchalillo, México ($IC_H = 2,9$) (Félix Pico *et al.*, 2006), pero inferior a Cayos Caribe en Puerto Rico ($IC_H = 9,6$) (Cintrón & Schaeffer-Novelli op.cit.) por lo cual podemos considerar al bosque de manglar de borde de Isla de Cañas con un buen desarrollo estructural. Según Jiménez (1994), las diferencias en la estructura y función de las comunidades de manglar se manifiestan de acuerdo con su ubicación, como resultado a la interacción de un gran número de factores y procesos ambientales. Snedaker & Getter (1985) expresan que la estructura del bosque está más íntimamente asociada con las diferencias de la forma del relieve costero, los patrones de transporte de las aguas superficiales y la salinidad, por lo que existe la posibilidad de que algún factor aleatorio promueve el comportamiento que presenta la especie en Isla de Cañas.

De acuerdo a las características estructurales de bosques ribereños, obviamente este manglar es menos desarrollado, posiblemente por las condiciones menos favorables de aporte de agua dulce, menor aporte de nutrientes, además de una mayor presión antropogénica (Marmillod *et al.*, 2004). Por otro lado, D´Croz y Del Rosario (1986) señalan que los rodales de mangle rojo de menor altura en el Golfo de Chiriquí, por lo general se encuentran en las áreas del manglar que no tienen contacto directo con el mar y alejadas del cauce principal del río donde alcanzan un dosel entre 10 y 20 metros, mientras que el manglar del Golfo de San Miguel varía a partir de la costa, donde es más bajo, y aumenta hacia el interior (ANAM, 2005). Sin embargo, si comparamos las características estructurales del manglar de Isla de Cañas con manglares tipo borde, podemos indicar que el manglar estudiado posee un desarrollo estructural superior a otros manglares del mismo tipo de Centroamérica, México, el Caribe y Brasil.

REFERENCIAS

ANAM. 2000. Proyecto de conservación y repoblación de las áreas amenazadas del bosque de manglar del pacífico panameño.

ANAM. 2005. Valoración económica de los recursos naturales y diseño de un sistema de cuentas ambientales satélite en el marco de las cuentas nacionales de Panamá. 131p.

Anguizola, R., V. Cedeño & G. Sopalda. 1988. Inventario de manglares de la República de Panamá. Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia". 24 p.

Carrasquilla, L. 1987. Estudio florístico de la Isla de Cañas. *Rev. Antataura*. Universidad de Panamá. Panamá. 117-131 p.

Carrillo Bastos, A., E.M. Elizalde Rendón, N. Torrescano Valle & G. Flores Ortíz. 2008. Adaptación ante disturbios naturales, manglar de Puerto Morelos, Quintana Roo, México. *Foresta Veracruzana* 10(1): 31-38.

CATHALAC. 2007. Diagnóstico del estado actual de los manglares, su manejo y su relación con la pesquería en Panamá. (Primera etapa). Centro del Agua del Trópico Húmedo. 125 pp.

Cintrón, G. & Y. Schaeffer-Novelli. 1983. Introducción a la ecología del manglar. UNESCO, Montevideo, 109 p.

Cintrón, G. & Y. Schaeffer- Novelli. 1984. Methods for studying mangrove structure. In: Snedaker S.C. & Snedaker J.C. (eds), *Monographs on oceanographic methodology*. UNESCO, Paris, pp. 91-115.

Cintrón, G. & Y. Schaeffer-Novelli. 1985. Características y desarrollo estructural de los manglares de Norte y Sur América. *Ciencia Interamericana* 25(1-4) 4-15.

Córdoba, L., J. Hernández, L. Melgar, D. Osorio & D. Saavedra. 1998. Desarrollo del Ecoturismo en las áreas silvestres de Azuero. Universidad Tecnológica de Panamá. Panamá.

Cuhna-Lignon, M. 2001. Dinâmica do manguezal no Sistema de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo – Brasil. Tesis Mestrado, IOUSP, 57 p.

Da Silva, M.A.B., E. Bernini & T.M.S. do Carmo. 2005. Características estruturais de bosques de mangle do estuário do Rio Mateus, E.S. Brasil. *Acta Bot. Bras.* 19(3): 465-471.

D´Croz, L. & B. Kwiecinski. 1979. Contribución de los manglares a las pesquerías de la Bahía de Panamá. *Rev. Biol. Trop.* 28(1): 13-29.

D´Croz, L & J. Del Rosario. 1986. Ecología de la vegetación de la cuenca inferior del río Chiriquí: su posible relación con las obras hidroeléctricas. En D. Hernández & D´Croz (eds.) Evaluación Ecológica del Río Chiriquí, en relación a la construcción de la represa hidroeléctrica Edwin Fabrega (Fortuna). *Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Univ. de Panamá.* 79 p.

Felix-Pico, E.F., O.E. Holguín Quiñones, A. Hernández Herrera & F. Flores-Verdugo. 2006. Producción primaria de los mangles del Estero el Conchalito en Bahía de La Paz (Baja California Sur). *Ciencias Marinas* 32(1A): 53-63.

García-Hansen, I., J.f. Gaviria-Chiquazuque & M.C. Prada-Triana & R. Alvarez-León. 2002. Producción de hojarasca en los manglares de la Isla de San Andrés, Caribe colombiano. *Rev. Biol. Trop.* 50 (1): 273-291.

Holdridge, L. R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. IICA. Costa Rica. 216 p.

INRENARE, 1997. Medición y Cubicación Forestal. Cubicación de árboles maderables. CEMARE. Panamá. 8-17 pp.

Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. 2007. Atlas Nacional de la República de Panamá. Panamá. IV Edición. 290 p.

INVEMAR. 2003. Formulación y diseño del sistema de gestión de indicadores ambientales, marinos y costeros de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives D'Andreis. 15 pp.

Jiménez, J.A. 1994. Los manglares del Pacífico Centroamericano. Ed. Fundación UNA, Costa Rica. 336 p.

Lugo, A. & S. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 5: 39-64.

Marmillod, D., O. Cajina, C. Paniagua & E. Sediles. 2004. Elementos técnicos, económicos y sociales para el manejo forestal de los manglares del Pacífico del norte de Nicaragua. Nicaragua. CATIE. 110 p.

Melo, O. & R. Vargas. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Colombia. 183 p.

Mendieta, J. 2006. Las plantas en el bosque de mangle. *Tecnociencia* 8(2): 7-21.

Moreno, P. & D. Infante. 2009. Manglares y selvas inundables. Instituto de Ecología. A.C. CONAFOR, y OIMT, México. 150 p.

Orihuela Belmonte, D.E., C. Tovila Hernández, H.F. M. Vester & T. Alvarez Legorreta. 2004. Flujo de materia en un manglar de la costa de Chiapas, México. *Madera y Bosques*. Número especial 2: 45-61.

Osorio, O.O. 1994. Situación de los manglares de Panamá 176 – 193. En D.Suman (ed.). *El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: su manejo y conservación*. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science & The Tinker Foundation.

Pool, D.J., S.C. Snedaker & A.E. Lugo. 1977. Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, Mexico and Costa Rica. *Biotropica* 9: 195-212.

Ramos, E. & M. Medina 2002. Seminario de Guías Turísticas. Refugio de Vida Silvestre Isla Cañas. Tesis de Licenciatura. Universidad de Panamá. Panamá.

Sánchez, L., R. Miró, R. Montañez & N. Scott-Pezet. 2007. Construyendo una experiencia participativa de conservación. Lecciones aprendidas de biomonitorio comunitario en el humedal Bahía de Panamá. Sociedad Audubon de Panamá. 144 p.

Sepala, R., A. Buck & P. Katila. 2009. Adecuar los bosques al cambio climático. Una perspectiva global de los efectos del cambio climático sobre los bosques y las poblaciones y las opciones de adaptación al mismo. Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal, 37 p.

Snedaker, S. & C. Getter. 1985. Costas. Pautas para el manejo de los recursos costeros. Research Planning Institute, Inc. South Carolina. 286 p.

Universidad de Panamá. 2001. Diccionario Geográfico de Panamá. Editorial Universitaria Carlos Manuel Gasteazoro. 461p.

Watson, R.T., M.C. Zinyowera, R.H. Moss & D.J. Dokken. 1997. Impactos regionales del cambio climatic: evaluación de la vulnerabilidad. Grupo intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. OMM/PNUMA. 27 p.

Yáñez-Arancibia, A., R. Twilley & A. Lara-Domínguez. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques* 4(2): 3-19.

Recibido febrero de 2011, aceptado mayo de 2012.