

## Estructura y dinámica del manglar del delta del río Ranchería, Caribe colombiano

Luisa Fernanda Lema Vélez<sup>1</sup> & Jaime Polanía<sup>2</sup>

1 Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín; luisalema@aya.yale.edu

2 Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Calle 59 A No, 62-00 Autopista Norte, Medellín, Colombia. Fax: 57-4-4309579; jhpolanv@unalmed.edu.co

Recibido 20-XI-2005. Corregido 26-VI-2006. Aceptado 15-XII-2006.

**Abstract: Structure and dynamics of the mangrove forest in the Ranchería river delta, Colombian Caribbean.** We registered seedling survival and biomass increase for *Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* L. and *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f., main mangrove species in the Ranchería River delta, Colombia. Only seedlings of *R. mangle* were found to survive. We also measured maximum rate of litterfall. We estimated annual litterfall through interpolation within an exponential regression performed with maximum and annual litterfall data published in other sources; the value of annual litterfall for the area was estimated to be 12.9 mg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>. We found a 7.4 mg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> increase in biomass. Litterfall constitutes the larger fraction of the 20.2 mg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> productivity of this mangrove. We believe this is a very high value for a forest under unfavorable natural and human conditions, such as high seasonality and continuous use of the forest to feed goats and sheep. We consider that the high productivity is a response to both natural and anthropogenic stress. *Rev. Biol. Trop.* 55 (1): 11-21. Epub 2007 March. 31.

**Key words:** mangrove, litterfall, growth, survival, productivity.

Los manglares son asociaciones de especies que por su tolerancia a la salinidad y a los sustratos inestables pueden establecerse en zonas costeras y ribereñas con influencia mareal. La productividad de los manglares está entre las mayores de los ecosistemas costeros (Lacerda *et al.* 2001). Son ecosistemas estratégicos y vitales para las comunidades adyacentes porque a través de las corrientes de agua exportan gran cantidad de material orgánico. La calidad y la cantidad de los sedimentos y la materia orgánica exportada dependen del tipo de bosque de manglar, de su productividad y de factores limitantes físicos y biológicos. La abundante hojarasca que producen (Gattuso *et al.* 1998) es esencial para la regeneración de los nutrientes en suelos, su exportación a cadenas tróficas costeras, en especial microbianas (Wafar *et al.* 1997, Machiwa y Hallberg

2002), y la dinámica del carbono en sistemas litorales (Wafar *et al.* 1997, Gattuso *et al.* 1998, Alongi *et al.* 2001).

La productividad de los manglares, cuantificada a partir del aumento de biomasa aérea o de la caída de hojarasca, ha sido estudiada profusamente y las metodologías de campo para medirla están más o menos estandarizadas. Saenger y Snedaker (1993) recopilaron trabajos en todo el mundo que medían la productividad en manglares. Existen además estudios nacionales más recientes en Australia (Bunt 1995); Brasil (Mehlig 2001); Ecuador (Twilley *et al.* 1997); Florida, USA (Twilley *et al.* 1986, Chen y Twilley 1999, Ross *et al.* 2001); Guyana Francesa (Fromard *et al.* 1998, Betoulle *et al.* 2001); Malasia (Jin-Eong *et al.* 1995, Wafar *et al.* 1997, Tanouchi *et al.* 2000); México (Day *et al.* 1996, Barreiro-Güemes

1999) y la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia (Zamorano 1983).

Además de ser el principal patrimonio paisajístico en la urbe, el manglar de Riohacha (Caribe colombiano) es un caso interesante desde el punto de vista ecológico, ya que se desarrolla en condiciones de mínima precipitación, períodos áridos prolongados (estación seca) y considerables de inundación (estación lluviosa), elevada insolación y alta presión antrópica. Un proyecto marco permitió caracterizar la estructura del bosque, estudiar la edafología, la hidrología, la fenología, la dispersión de propágulos, el establecimiento, la supervivencia y la disponibilidad de plántulas, el crecimiento de estados inmaduros, la sucesión vegetal en el Holoceno y determinar relaciones alométricas. Con este estudio se pretende evaluar la tasa de supervivencia de la regeneración natural y generar información sobre productividad de un manglar en condiciones extremas de sitio y clima.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio:** el delta del río Ranchería se ubica a 11°33' N, 72°53'-72°54' W (Fig. 1). La planicie deltáica se encuentra en una transición entre las zonas de vida bs-ST y me-ST, según la clasificación de Holdridge (1978). La precipitación media anual es de 554 mm, con distribución bimodal y un pico máximo entre septiembre y octubre. La temperatura media anual es de 27 °C, con el período más cálido entre junio y agosto. La humedad relativa media anual es 73 % y la evaporación media de 2 293 mm a<sup>-1</sup> (Anónimo 1994b). Los vientos son fuertes una buena parte del año y registran una velocidad promedio en superficie de 30 a 40 cm s<sup>-1</sup> en dirección NE (Cuignon 1987).

La formación deltáica está compuesta por tres brazos principales, denominados Riíto (en adelante RT), Santa Rita y Calancala, y varias lagunas costeras. Se denomina Valle de los Cangrejos (VC) a la ribera izquierda del brazo Calancala, en la cual se encuentra un área inundada periódicamente por desbordamiento

en la estación lluviosa. En la estación seca suele detenerse el flujo del agua y se suspende temporalmente la conexión del sistema de cauces con el mar. La salinidad intersticial y el nivel del agua fluctúan ampliamente durante el año (Fig. 2).

El manglar de RT es de tipo ribereño, dominado por *Laguncularia racemosa*, cuyo diámetro normal promedio es 7.8 cm y el máximo es 43.7 cm. El manglar de VC es de tipo cuenca, dominado por *Avicennia germinans*; los árboles son de porte bajo, con diámetro normal promedio de 5.1 cm y máximo de 48.7 cm. En VC se encuentran exclusivamente especies de manglar, mientras que en RT se presentan otras especies halófitas en muy baja frecuencia (Vásquez 2000; Cuadros 1 y 2). RT recibe descargas de aguas servidas de la ciudad de Riohacha, que producen desalinización localizada (Martínez-Ramos y Ruiz-Ochoa 2001), y promueven la presencia de *L. racemosa* y *Rhizophora mangle* (Lema et al. 2002). Algunas de las lagunas originales del sistema deltáico han sido desecadas para extensión del área urbana. El manglar es también un área de tránsito para las comunidades vecinas de la

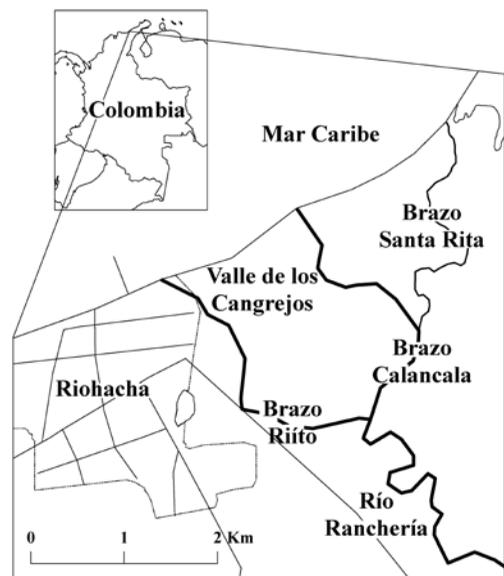


Fig. 1. Localización del delta del río Ranchería.

Fig. 1. Río Ranchería delta.

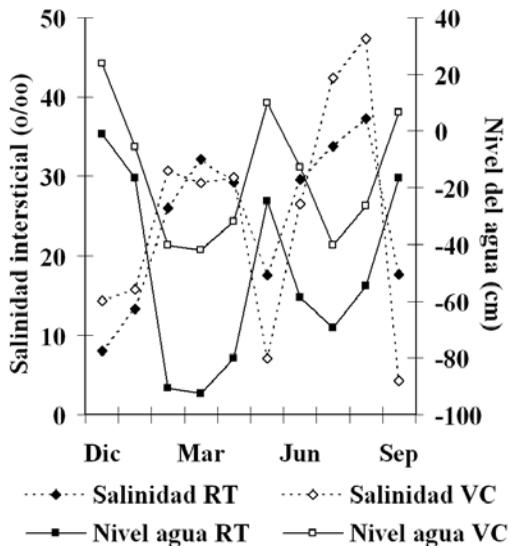


Fig. 2. Salinidad en agua intersticial y nivel del agua en el delta del río Ranchería. Datos de Maza y Zárate (2001), y Barros *et al.* (2002); promedio 2000-2001.

Fig. 2. Interstitial salinity and water level at the Ranchería river delta. Data from Maza and Zárate (2001), and Barros *et al.* (2002); average for 2000-2001.

etnia Wayuú, quienes lo usan para leña y como forraje para ganado caprino y ovino.

Para este estudio se establecieron siete corredores paralelos a la línea de costa, cinco en RT y dos en VC, todos ellos de 40 m de ancho y longitud variable según la extensión del bosque. En total se establecieron 58 unidades cuadradas de 20 m de lado. En mayo y junio de 2000 se midieron el diámetro, altura total, altura a la primera rama y altura de raíz, entre otros parámetros de estructura de bosque, en un 65 % de las unidades (Vásquez 2000). Estos parámetros fueron remedidos en mayo de 2002 sobre individuos marcados (15 *R. mangle*, 14 *A. germinans* y 15 *L. racemosa*), para determinar el crecimiento del bosque. En corredores de 10 m de ancho, adyacentes a los anteriores, se rotularon con placas de aluminio 100 plántulas de *L. racemosa*, 100 de *A. germinans* y 50 de *R. mangle* en RT, y 100 de *A. germinans* y 50 de *R. mangle* en VC (Díaz-Fuenmayor 2001). La supervivencia de las plantas se monitoreó cada diez días entre

#### CUADRO 1

*Índice de valor de importancia (IVI) para las especies encontradas en el manglar del delta del río Ranchería*

TABLE 1

*Importance value index (IVI) for mangrove species in the Ranchería River delta*

SP	Brazo Riíto				Valle de los Cangrejos				Promedio para el delta			
	Dom	Abu	Fre	IVI	Dom	Abu	Fre	IVI	Dom	Abu	Fre	IVI
Ag	35.7	41.9	26.2	103.8	67.7	39.2	57.1	164.1	46.5	40.4	38.6	125.4
Lr	51.7	46.9	33.3	131.9	25.6	57.5	25.0	108.1	42.9	52.9	30.0	125.8
Rm	7.7	4.6	16.7	29.0	6.7	3.1	14.3	24.1	7.4	3.8	15.7	26.8
Ce	3.9	2.9	9.5	16.4	0.0	0.2	3.6	3.8	2.6	1.4	7.1	11.1
Rb	0.0	0.5	7.1	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	4.3	4.5
Pj	0.6	0.9	4.8	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	2.9	3.6
Co	0.4	2.2	2.4	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	1.4	2.7

Dom: dominancia, Abu: abundancia, Fre: frecuencia; Ag: *A. germinans*; Lr: *L. racemosa*; Rm: *R. mangle*; Ce: *Conocarpus erecta*; Pj: *Prosopis juliflora*; Co: *Capparis odoratissima*; Rb: *Rhizophora mangle* (modificado de Vásquez 2000).

Dom: dominance, Abu: abundance, Fre: frequency; Ag: *A. germinans*; Lr: *L. racemosa*; Rm: *R. mangle*; Ce: *Conocarpus erecta*; Pj: *Prosopis juliflora*; Co: *Capparis odoratissima*; Rb: *Rhizophora mangle* (modified from Vásquez 2000).

CUADRO 2

*Características estructurales de los bosques de manglar en el delta del río Ranchería*

TABLE 2

*Structural characteristics of mangrove forests at the Ranchería River delta*

Sitio	N (ind ha <sup>-1</sup> )	H (m)	D (cm)	G (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Nº de especies arbóreas
Brazo Riito	1 449	6.1	7.8	13.3	6
Valle de los Cangrejos	1 557	4.4	5.1	5.5	4
Promedio para el delta	1 509	4.9	6.5	9.0	6

N: número de árboles por hectárea, H: altura promedio, D: diámetro normal promedio, G: área basal por hectárea (tomado de Vásquez 2000).

N: number of trees per hectare, H: medium height, D: mean normal diameter, G: basal area per hectare (source: Vásquez 2000).

diciembre de 2000 y abril de 2001 y luego en mayo de 2002. Se generaron ecuaciones de biomasa total y por compartimentos a partir datos de 22 *A. geminans* y 20 *L. racemosa* extraídos del bosque para este fin (Correa 2002). Con estas ecuaciones y la de Fromard *et al.* (1998) para *R. mangle* (Cuadro 3), se calculó la biomasa total del bosque y la tasa de renovación foliar, expresada como el número de días que tarda un árbol en renovar su copa.

Para cuantificar la caída de hojarasca se demarcó el suelo de RT en cinco cuadrantes de 1 m<sup>2</sup>. En cada uno de ellos se recolectó todo el material vegetal acumulado cada

segundo día durante dos semanas en mayo de 2002. El material fue secado en horno a 80 °C hasta peso constante. Mayo representa el final de la estación seca mayor, inmediatamente después de un pico en la salinidad intersticial (Fig. 2), periodo al que Twilley *et al.* (1986) hacen referencia como de máxima caída de hojarasca. Se asumió esta medición de hojarasca como pico máximo y se estimó el valor anual interpolándolo en una regresión de valor diario máximo vs. valor anual de hojarasca, ajustada con registros de Twilley *et al.* (1986, 1997), Barreiro-Güemes (1999) y Mehling (2001).

CUADRO 3

*Ecuaciones para estimación de biomasa a partir de diámetro*

TABLE 3

*Equations used for estimating biomass*

Especie	Relación	R <sup>2</sup>	Valor p	n	Fuente
<i>L. racemosa</i>	BT = 0.147 * DAP <sup>2.4</sup>	98.2	0.0000	19	Correa 2002
<i>A. germinans</i>	BT = 0.227 * DAP <sup>2.3</sup>	97.3	0.0000	21	Correa 2002
<i>R. mangle</i>	BT = 0.128 * DAP <sup>2.6</sup>	92.0	<0.0001	9	Fromard <i>et al.</i> 1998

Las ecuaciones de Correa (2002) fueron generadas con datos del sitio de estudio y la de Fromard *et al.* con datos de Guyana Francesa. El diámetro a la altura del pecho (DAP) está dado en centímetros y la biomasa total (BT) en kilogramos.

The equations taken from Correa (2002) were generated with data from the study site, while that from Fromard *et al.* (1998) comes from data registered in French Guyana. Diameter at breast height (DAP) in centimeters and total biomass (BT) in kilograms.

La productividad del manglar se estimó a partir del aumento en biomasa por año y la producción anual de hojarasca estimada como se describe arriba. El aporte a la productividad por reclutamiento de plántulas no fue considerado porque las supervivencias registradas fueron extremadamente bajas.

## RESULTADOS

El incremento en diámetro promedio registrado para cada especie se muestra en el Cuadro 4 y las ecuaciones de crecimiento diamétrico en la Figura 3. *Avicennia germinans* fue la especie que mostró mayor crecimiento relativo (5.7 % de incremento diamétrico anual). El Cuadro 5 muestra la producción por especie en los dos

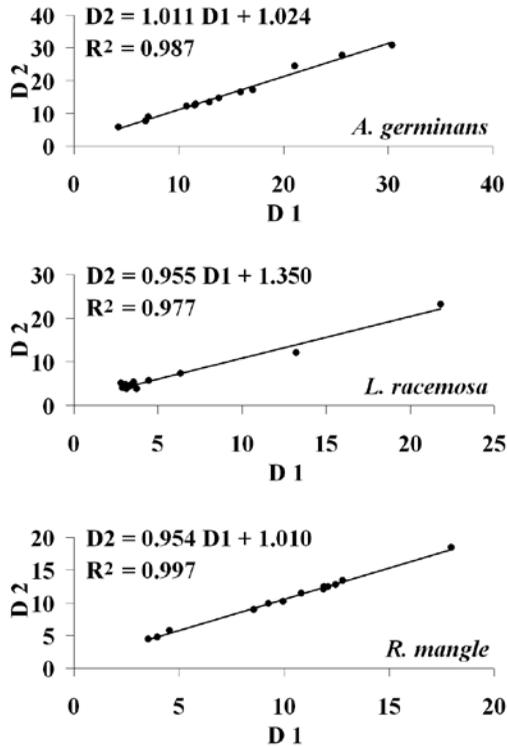


Fig. 3. Ecuaciones de crecimiento diamétrico para las especies más importantes del manglar del Río Ranchería. D1: diámetro inicial; D2: diámetro luego de dos años. Todas las ecuaciones son de tipo lineal.

Fig. 3. Diametric growth equations for the most important species in the Rancheria river mangrove forest. D1: initial diameter; D2: diameter after two years. All equations are linear.

bosques estudiados; en el bosque de rivera en RT el valor duplica al del bosque de cuenca de VC (70.9 vs. 26.8  $\text{mgha}^{-1}$ ). Entre tanto, en el nivel de especie, *L. racemosa* aporta mayor biomasa en RT (52.4 %), mientras que *A. germinans* contribuye con 72.3 % en VC; en promedio, *A. germinans* participa más en la biomasa del delta (49.5 %) gracias a su alta representación en el VC. En total, el bosque en pie aporta 7.4  $\text{mgha}^{-1}$  de biomasa al año al ecosistema. La biomasa foliar se calculó como 5 953.1  $\text{kg ha}^{-1}$ , lo cual indica una tasa de renovación foliar de 169 días en promedio para las tres especies de manglar.

La Figura 4 muestra el porcentaje de supervivencia registrado. Un año y cinco meses después de iniciado el monitoreo sólo sobrevivió el 28 % de las plántulas de *R. mangle* en RT, mientras que en VC no se registró supervivencia para ninguna de las especies.

Se midieron 5.9  $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$  de hojarasca; asumiendo este valor como máximo en el año (pico de la salinidad intersticial; *sensu* Lugo y Snedaker 1974, Twilley *et al.* 1986), la productividad del área de estudio se estimó en 12.9  $\text{mgha}^{-1} \text{a}^{-1}$ , con probabilidad de 95 % entre 10.2 y 16.1  $\text{mgha}^{-1} \text{a}^{-1}$  (Fig. 5).

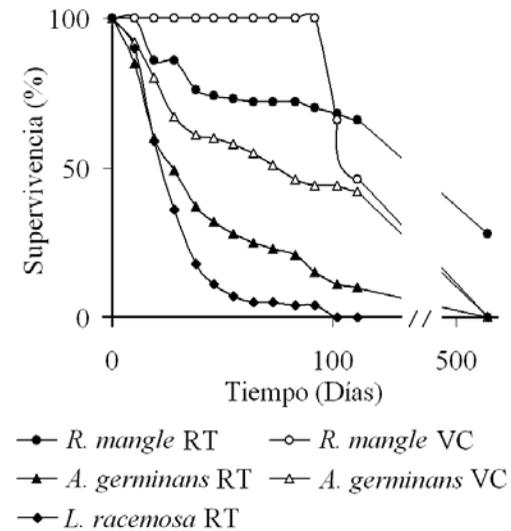


Fig. 4. Supervivencia de las plántulas de las principales especies de manglar en el delta del río Ranchería.

Fig. 4. Seedling survival for the main mangrove species at Rancheria River delta.

CUADRO 4  
Crecimiento diamétrico estimado para el área del brazo Riito

TABLE 4  
Diametric growth estimated for the Riito area

Especie	Dq <sub>1</sub> (cm)	Dq <sub>2</sub> (cm)	ΔDq (cm a <sup>-1</sup> )	ΔDq (%)
<i>A. germinans</i>	10.0	11.1	0.6	5.7
<i>L. racemosa</i>	11.4	12.2	0.4	3.7
<i>R. mangle</i>	14.1	14.4	0.2	1.3
Promedio	11.8	12.6	0.4	3.6

Dq: diámetro promedio cuadrático.

Dq: quadratic diameter.

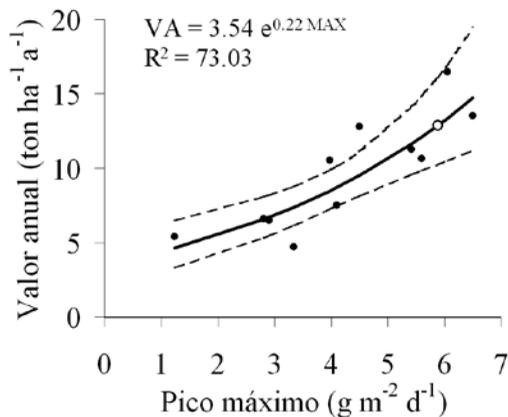


Fig. 5. Relación entre pico máximo y valor anual total de producción de hojarasca. VA: valor anual; MAX: valor mensual máximo. El punto vacío muestra el valor proyectado para el área de estudio. Límites de confianza al 95 %. Regresión a partir de datos en Twilley *et al.* 1986, 1997, Barreiro-Güemes 1999 y Mehling 2001.

Fig. 5. Relation between maximum and annual litterfall rates. VA: annual litterfall; MAX: maximum monthly litterfall. The white circle indicates the projected value for the study site. 95 % confidence limits. Regression done with data from Twilley *et al.* 1986, 1997, Barreiro-Güemes 1999 y Mehling 2001.

El delta del río Ranchería presentó una productividad total de 20.2 mgha<sup>-1</sup>a<sup>-1</sup> (ámbito 17.6 y 23.5 mgha<sup>-1</sup>a<sup>-1</sup>, con 95 % de confianza), donde la caída de hojarasca representa 63.6 %. La regeneración no fue considerada significativa para la productividad del bosque, dada la baja supervivencia encontrada.

## DISCUSIÓN

Las observaciones de supervivencia acá presentadas (Fig. 4) son comparables con las encontradas en otras áreas del Caribe Colombiano, como el antiguo delta del río Sinú y la Ciénaga Grande de Santa Marta, donde *R. mangle* mostró mayor potencial de regeneración frente a *A. germinans* y *L. racemosa* (Anónimo 1994a, Elster 1998). Ensayos de campo en otros manglares del Caribe también han mostrado que *R. mangle* tiene una mayor supervivencia y vida media, comparada con las demás especies de manglar (Rabinowitz 1978a, b, Ellison y Farnsworth 1993, McKee 1995). Finalmente, las altas tasas de mortalidad de plántulas de manglar como resultado de períodos de intensa sequía han sido informadas previamente en Costa Rica (Jiménez 1990) y Colombia (Sánchez-Páez *et al.* 1998).

Atribuimos la elevada mortalidad de plántulas a la baja disponibilidad de agua, alta irradiación, y a la depredación por ganado ovino y caprino. Nuestros resultados son consistentes en cuanto a la mayor capacidad de supervivencia y la longevidad de las plántulas de *R. mangle* con respecto a las otras especies en condiciones de relativa aridez. El tamaño y estructura inicial de los propágulos de *R. mangle* representan una ventaja ante la presencia de períodos extensos de alta inundación. Nuestros resultados confirman pues la alta sensibilidad

CUADRO 5  
*Biomasa estimada para los bosques del delta del río Ranchería*

TABLE 5  
*Estimated biomass for the Rancheria River delta forests*

	Densidad (ind/ha)	Dq1 (cm)	BT 2000 (kg ha <sup>-1</sup> )	Dq2 (cm)	BT 2002 (kg ha <sup>-1</sup> )	ΔBT(ton ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )
Brazo Riito						
Lr	679.4	11.4	37 179.8	12.2	44 261.8	3.5
Ag	607.4	10.0	25 621.5	11.1	32 695.8	3.5
Rm	66.2	14.1	8 181.1	14.4	8 740.9	0.3
Ce	42.7	12.5				
Rb	7.4	2.8				
Pj	13.2	8.6				
Co	32.4	4.8				
Total	1 448.5	10.8	70 982.3		85 698.5	7.4
Valle de Los Cangrejos						
Ag	610.7	8.8	19 355.3			
Lr	895.2	4.5	5 050.7			
Rm	48.8	9.8	2 371.0			
Ce	2.4	0.0				
Total	1 557.1	6.7	26 777.0			
Promedio para el delta						
Ag	609.2	9.3	22 131.6			
Lr	798.7	7.8	17 713.3			
Rm	56.6	12.2	4 859.3			
Ce	20.4	12.1				
Rb	3.3	2.8				
Pj	5.9	8.6				
Co	14.5	4.8				
Total	1 508.6	8.7	44 704.2			

Dq: diámetro promedio cuadrático; BT: biomasa total. Incrementos diamétricos sólo para RT. La biomasa total para 2002 no se asume como biomasa en pie ya que no considera pérdidas por mortalidad.

Dq: quadratic diameter; BT: total biomass. Diametric increments only for RT. Total biomass for 2002 is not standing living biomass, as mortality losses were not considered.

de algunas especies a ciertos niveles de inundación hallada por Elster (1998). La presión por pastoreo y sequía prolongada afectan indudablemente la regeneración natural en el delta del río Ranchería y pueden generar grupos coetáneos discretos dentro del bosque. Las plántulas de *R. mangle* son las únicas que perduran en el ecosistema, pero el curso a estados de crecimiento superiores requiere investigación adicional. Es necesario también examinar más profundamente las consecuencias del pastoreo sobre el manglar para diseñar medidas de manejo eficaces en el delta del Ranchería.

La caída de hojarasca del delta del río Ranchería, (10.2-16.1  $\text{mgha}^{-1}\text{a}^{-1}$ ,  $\alpha=0.05$ ; Fig. 5) es comparable con el ámbito superior global encontrado en la revisión de Saenger y Snedaker (1993) y otras publicaciones (Twilley *et al.* 1986, Bunt 1995, Twilley *et al.* 1997, Wafar *et al.* 1997, Barreiro-Güemes 1999, Betoulle *et al.* 2001, Ross *et al.* 2001, Sherman *et al.* 2003). Los valores hallados en el delta del río Ranchería son similares a los informados para manglares del Caribe que se están recuperando de eventos catastróficos de diferente índole (Zamorano 1983, Ross *et al.* 2001, Sherman *et al.* 2003). Aunque el dato del Ranchería parece contradecir la intuición en un bosque de bajo porte (*sensu* Vásquez 2000) y sometido a intensa aridez, monitoreos continuos de la caída de hojarasca en el delta del río Ranchería podrían confirmar que estos valores pueden ser la respuesta a los tensores fisicoquímicos o climáticos (Smith 1992). No es posible, sin embargo, descartar algún efecto del muestreo aplicado aquí.

La tasa de renovación foliar de 169 días calculada para el sitio de estudio se encuentra en el mismo ámbito encontrado por Barreiro-Güemes (1999) en México (129-397 días) y por Ross *et al.* (2001) en Florida (189-281 días). De ello se deriva que dichas tasas son comparables, con una prolongación relacionada posiblemente con el aumento en latitud (Duke 1992).

Sánchez-Páez *et al.* (1998) registraron los incrementos de hasta 4.6 % para *A. germinans* en el Caribe colombiano, en un bosque

monoespecífico maduro de tipo cuenca y estructura semejante al de RT, pero con mayor densidad. Los incrementos de *R. mangle* acá presentados (Cuadro 4) se asemejan a los encontrados por los mismos investigadores en bosques de franja en Islas del Rosario, aunque los de *L. racemosa* en RT fueron inferiores, lo que podría apuntar a respuestas específicas diferenciales. Jiménez (1990) hizo una revisión de trabajos que registran ámbitos de crecimiento diamétrico en manglar, entre 0.00 y 0.86  $\text{cm a}^{-1}$ , mismo ámbito de los datos aquí presentados, y registró un valor de 0.33  $\text{cm a}^{-1}$  en un bosque de *A. bicolor* en Costa Rica, estructuralmente semejante al del VC. Los crecimientos diamétricos que encontramos son entonces mayores a los esperados para manglares de clima seco, sometidos a largos períodos de aridez. El género *Avicennia* tolera mejor dichas condiciones y se expresa con abundancia y dominancia y, como se ve en este caso, en crecimiento diamétrico, incluso mayor al encontrado en sitios con condiciones ambientales más benignas.

La producción, que en RT valor duplica a VC, no parece responder a diferencias en precipitación o evapotranspiración y, a falta de mayor información, cabría reconocer la posibilidad de que los aportes de las alcantarillas que drenan allí aguas servidas favorezcan esta situación. Los valores de biomasa del Ranchería (Cuadro 5) se comparan con registros de Ross *et al.* (2001) en un bosque enano en Florida (22.3  $\text{mgha}^{-1}$ ), donde la densidad es de 608  $\text{ind ha}^{-1}$ . Valores de este orden son documentados también por Saenger y Snedaker (1993) en bosques bajos en Australia, lo que apunta nuevamente a que ciertas características estructurales podrían responder de manera comparable a factores climáticos, con independencia de su composición específica.

La biomasa aérea en el Ranchería se contrasta con los bosques de franja y achaparrados mencionados por Saenger y Snedaker (1993), Chen y Twilley (1999), Ross *et al.* (2001), respecto de otros ribereños. Cabe especular, nuevamente, que esto se atribuye a la dramática estacionalidad de los aportes de agua, las variaciones en salinidad y la elevada insolación.

El aporte anual de biomasa del bosque de manglar de Riohacha al ecosistema se halla en el mismo orden de magnitud señalado por Chen y Twilley (1999) para un sistema estuarino en Florida y su productividad se compara con Ross *et al.* (2001), quienes relacionaron valores para bosques en recuperación tras el paso de un huracán en el mismo estado.

Este estudio sugiere que manglares con baja biomasa en pie y sometidos a condiciones ambientales y antrópicas extremas pueden responder a éstas con una alta productividad, semejante a otros bosques en condiciones que podrían entenderse como más favorables para la producción de masa vegetal.

### AGRADECIMIENTOS

Este estudio se desarrolló en el marco del proyecto cofinanciado por Colciencias “Estructura, fenología y demografía del manglar del Riito y el Valle de los Cangrejos, delta del río Ranchería”, código 1145-09-648-98. Los autores agradecen al personal y estudiantes vinculados al Centro de Investigaciones Científicas de la U. de la Guajira, a Jorge Vásquez y a Alexander Correa por suministrar información técnica. Agradecemos también a María Fernanda Buitrago por su contribución al contenido de este artículo.

### RESUMEN

Se estudió de la supervivencia de plántulas y aumento de biomasa de *Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* L. y *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f., principales especies de manglar del delta del río Ranchería, Colombia. Se encontró supervivencia de plántulas sólo de *R. mangle*. Se cuantificó también la tasa máxima de caída de hojarasca en el bosque; este valor se interpoló dentro de una regresión exponencial elaborada a partir valores máximos y anuales publicados en diferentes fuentes, y se halló un valor anual de  $12.9 \text{ mgha}^{-1}\text{a}^{-1}$ . A partir ecuaciones alométricas elaboradas para la zona y otras de fuentes secundarias puede calcularse un aumento de biomasa en  $7.4 \text{ mgha}^{-1}\text{a}^{-1}$ . La productividad del manglar del río Ranchería ( $20.2 \text{ mgha}^{-1}\text{a}^{-1}$ ) está representada en su mayoría por caída de hojarasca. Consideramos que esta productividad es alta para

un bosque sometido a condiciones naturales y antrópicas tan desfavorables, como son la extrema estacionalidad y el continuo forrajeo de ganado ovino y caprino. Suponemos que la alta productividad se trata precisamente de una respuesta de la vegetación a la tensión ambiental.

**Palabras clave:** manglar, caída de hojarasca, crecimiento, supervivencia, productividad.

### REFERENCIAS

- Alongi, D., G. Wattayakorn, J. Pfitzner, F. Tirendi, I. Zagorskis, G. Brunskill, A. Davidson & B. Clough. 2001. Organic carbon accumulation and metabolic pathways in sediments of mangrove forests in southern Thailand. *Mar. Ecol* 179: 85-103.
- Anónimo. 1994a. *In* Informe final del Proyecto Manejo silvicultural del bosque de mangle del antiguo delta del río Sinú; estudio de regeneración natural del bosque de mangle. Forestales FVE Ltda. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Río Sinú y San Jorge, Medellín, Colombia. 24 p.
- Anónimo. 1994b. Calendario meteorológico 1994. Instituto colombiano de hidrología, meteorología y adecuación de tierras, HIMAT, Santa Fe de Bogotá, Colombia. 169 p.
- Barreiro-Güemes, M.T. 1999. Aporte de hojarasca y renovación foliar del manglar en un sistema estuarino del sureste de México. *Rev. Biol. Trop.* 47: 729-737.
- Barros, O., C. Pinzón & L. Bastidas. 2002. Hidrología y dinámica del delta del río Ranchería y posibles efectos sobre el manglar del Riito y Valle de los Cangrejos, Caribe colombiano. Trabajo de pregrado, Universidad de La Guajira, Riohacha, Colombia.
- Betoulle, J.L., F. Fromard, A. Fabre & H. Puig. 2001. Caractérisation des chutes de litière et des apports au sol en nutriments dans une mangrove de Guyane française. *Can. J. Bot.* 79: 238-249.
- Bunt, J.S. 1995. Continental scale patterns in mangrove ecosystems. *Hydrobiologia* 295: 135-140.
- Correa, M.A. 2002. Ecuaciones de biomasa y existencias de carbono de *A. germinans* y *L. racemosa* en el delta del Río Ranchería. Manuscrito Proyecto Colciencias-Universidad de La Guajira, Medellín, Colombia. 11 p.
- Cuignon, R. 1987. Estudio de la plataforma del Caribe colombiano, fase Guajira. *Boletín Científico, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas* 7: 53-72.

- Chen, R. & R.R. Twilley. 1999. Patterns of mangrove forest structure and soil nutrient dynamics along the Shark River estuary, Florida. *Estuaries* 22: 955-970.
- Day, J.W., Jr., C. Coronado-Molina, F.R. Vera-Herrera, R. Twilley, V.H. Rivera-Monroy, H. Alvarez-Guillen, R. Day & W. Conner. 1996. A 7 year above-ground net primary production in a southeastern Mexican mangrove forest. *Aquat. Bot.* 55: 39-60.
- Díaz-Fuenmayor, K. 2001. Regeneración natural del manglar en el Riito y el Valle de los Cangrejos, delta del río Ranchería. Trabajo de pregrado, Universidad de La Guajira, Riohacha, Colombia. 65 p.
- Duke, N.C. 1992. Mangrove floristics and biogeography, p 63-100. *In* A.I. Robertson & D.M Alongi (eds.). *Tropical mangrove ecosystems*. Coast. Estuar. Stud. 41. Amer. Geophys. Union, Washington, D.C., EEUU.
- Elster, C. 1998. Posibilidades de regeneración del manglar en la zona de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia). Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Eschborn, Alemania. 68 p.
- Ellison A.M. & E.J. Farnsworth. 1993. Seedling, survivorship, growth and response to disturbance in Belizean mangal. *Amer. J. Bot.* 80: 1137-1145.
- Fromard, F., H. Puig, E. Mougín, G. Marty, J.L. Betoulle & L. Cadamuro. 1998. Structure, above-ground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana. *Oecologia* 115: 39-53.
- Gattuso, J.P., M. Frankignoulle & R. Wollast. 1998. Carbon and carbonate metabolism in coastal aquatic ecosystems. *An. Rev. Ecol. Syst.* 29: 405-434
- Holdridge, L.R. 1978. *Ecología basada en las zonas de vida*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, San José, Costa Rica. 77 p.
- Jiménez, J.A. 1990. The structure and function of dry weather mangroves on the Pacific coast of Central America, with emphasis on *Avicennia bicolor* forest. *Estuaries* 13: 182-192.
- Jin-Eong, O., G.W. Khoon & B.F. Clough. 1995. Structure and productivity of a 20-year-old stand of *Rhizophora apiculata* Bl. mangrove forest. *J. Biogeog.* 22: 417-242.
- Lacerda, L.D., J.E. Conde, B. Kjerfve, R. Álvarez-León, C. Alarcón & J. Polanía. 2001. American Mangroves, p. 1-62. *In* L.D. Lacerda (ed.). *Mangrove ecosystem, function and management*. Springer, Berlín, Alemania.
- Lema, L.F., J.L. Vásquez & J. Polanía. 2002. Evaluación de criterios ecológicos para el manejo sostenible de los bosques de manglar en una zona semiárida del Caribe colombiano. Trabajo presentado en el II Congreso Forestal Latinoamericano, Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Lugo A.E. & S.C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *An. Rev. Ecol. Syst.* 5: 39-64.
- Machiwa, J.F. & R.O. Hallberg. 2002. An empirical model of the fate of organic carbon in a mangrove forest partly affected by anthropogenic activity. *Ecol. Model.* 147: 69-83.
- Martínez-Ramos, L. & M. Ruiz-Ochoa. 2001. Caracterización de algunas propiedades físicas y físico-químicas del suelo manglárico en el Valle de los Cangrejos. Trabajo de pregrado, Universidad de la Guajira, Riohacha, Colombia. 70 p.
- Maza, E. & Y. Zárate. 2001. Hidroclimatología en el delta del río Ranchería: posibles efectos sobre la estructura del manglar en el Riito y Valle de los Cangrejos, Caribe colombiano. Trabajo de pregrado, Universidad de La Guajira, Riohacha, Colombia. 124 p.
- McKee, K.L. 1995. Seedling recruitment in a Belizean mangrove forest: effects of establishment ability and physico-chemical factors. *Oecologia* 101: 448-460.
- Mehlig, U. 2001. Aspects of tree primary production in an equatorial mangrove forest in Brazil. Tesis de doctorado, Universidad de Bremen, Bremen, Alemania. 155p.
- Rabinowitz, D. 1978a. Early growth of mangrove seedlings in Panamá, and an hypothesis concerning the relationship of dispersal and zonation. *J. Biogeog.* 5: 113-133.
- Rabinowitz, D. 1978b. Mortality and initial propagule size in mangrove seedlings in Panamá. *J. Ecol.* 66: 45-51.
- Ross, M.S., P. Ruiz, G.J. Telesnicki & J.F. Meeder. 2001. Estimating above-ground biomass and production in mangrove communities of Biscayne National Park, Florida (USA). *Wetl. Ecol. Manag.* 9: 27-37.
- Saenger, P. & S.C. Snedaker. 1993. Pantropical trends in mangrove above-ground biomass and annual litter-fall. *Oecologia* 96: 293-299.

- Sánchez-Páez, H., G.A. Ulloa-Delgado & R. Álvarez-León. 1998. Conservación y uso sostenible de los manglares del Caribe colombiano. Ministerio del Medio Ambiente/Asociación colombiana de reforestadores-ACOFOR/Organización Internacional de Maderas Tropicales OIMT, Colombia. 224 p.
- Sherman, R.E., T.J. Fahey & P. Martinez. 2003. Spatial patterns of biomass and aboveground net primary productivity in a mangrove ecosystem in the Dominican Republic. *Ecosystems* 6: 384–398
- Smith III, T.J. 1992. Forest structure, p 101-136. *In* A.I. Robertson & D.M. Alongi (eds.). Tropical mangrove ecosystems. *Coast. Estuar. Stud.* 41. Amer. Geophys. Union, Washington D.C., EEUU.
- Tanouchi, H., S. Nakamura, Y. Ochiai & H. Azman. 2000. Profiles of species composition and aboveground biomass in a mangrove forest, Peninsular Malaysia. *Japan Agricultural Research Quarterly* 34: 147-151.
- Twilley, R.R., A.E. Lugo & C. Patterson-Zucca. 1986. Litter production and turnover in basin mangrove forests in southwest Florida. *Ecology* 67: 670-683.
- Twilley, R.R., M. Pozo, V.H. García, V.H. Rivera-Monroy, R. Zambrano & A. Boderó. 1997. Litter dynamics in riverine mangrove forests in the Guayas River estuary, Ecuador. *Oecologia* 111: 109-122.
- Vásquez, J.L. 2000. Estructura de los bosques de mangle del Valle de los Cangrejos y el Riño, delta del río Ranchería, Caribe Colombiano. Trabajo de pregrado, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín, Colombia. 109 p.
- Wafar, S., A.G. Untawale & M. Wafar. 1997. Litter fall and energy flux in a mangrove ecosystem. *Estuar. Coast. Shelf S.* 44: 111-124
- Zamorano, A.D. 1983. Productividad del manglar y su importancia para el pelagial de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Santa Fe de Bogotá, Colombia. 122 p.

