

**INFLUENCIA DEL FLUJO DE LA MAREA
Y LA SALINIDAD EN LA PRODUCCIÓN
DE LA GOMA DEL MANGLE BLANCO
(*Laguncularia racemosa*)**

Antonio Vera¹, Flora Barboza², Délima Acosta², Maritza Martínez³
y Gladys León de Pinto³

¹Centro de Investigaciones Biológicas, Facultad de Humanidades y Educación,
Universidad del Zulia, Apartado 526, Maracaibo 4001-A, estado Zulia, Venezuela.
Telf: (061-597423), Tele-fax: (061) 597422, E-mail: ajvera68@latinmail.com.

²Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias,
Universidad del Zulia, Apartado 526,
Maracaibo 4001-A, estado Zulia, Venezuela.

³Centro de Investigaciones en Química de los Productos Naturales,
Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia, Apartado 526,
Maracaibo 4001-A, estado Zulia, Venezuela.

Resumen. Se evaluó la producción de goma del mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) en dos zonas con desigual flujo de la marea en el manglar de caño El Bongo, ciénaga La Tigra, municipio Mara, estado Zulia. El estudio se llevó a cabo durante siete semanas consecutivas en el periodo de sequía (Mayo-Julio, 1997), trazando una transecta de cien metros de longitud en cada una de las zonas. Se practicaron heridas en surco, a nivel del tronco, en individuos con diámetro a la altura de pecho, entre 65-190 cm. La mayor producción del exudado gomoso tiene lugar bajo flujo y reflujos regulares de la marea ($P < 0,05$), mientras que su rendimiento disminuye bajo condiciones de anegación o restricción hídrica. Se evidenció el efecto de la salinidad sobre el rendimiento de la goma en la zona 1 ($P < 0,05$). Los resultados indican que existe un valor óptimo de salinidad, entre 20-24 ppm, al cual se produce probablemente la mayor exudación. Los mecanismos ecofisiológicos de *L. racemosa* involucrados en este hecho deben ser investigados, al igual que realizar el estudio en áreas con valores de hipersalinidad.
Recibido: 10 Julio 2000, *aceptado:* 22 Octubre 2000.

Palabras clave: caño El Bongo, goma, *Laguncularia racemosa*, manglar, mangle blanco, marea, salinidad, Venezuela.

INFLUENCE OF TIDE FLOW AND SALINITY ON WHITE MANGROVE (*Laguncularia racemosa*) GUM PRODUCTION

Abstract. Gum production of White Mangrove (*Laguncularia racemosa*) at two zones with different tidal flow, at Caño El Bongo mangrove, Mara County, Zulia State, was evaluated. Samples were taken during seven successive weeks in the dry season (May-July 1997), using a 100 m transect in each zone. Cannal-shaped cuts were made on the trunk of trees at a breast-height diameter between 65-190 cm. The effect of salinity on gum yield in zone 1 was significant ($P < 0.05$). Highest gum production took place under normal tidal flow ($P < 0.05$), at an optimal salinity of 20-24 ppm. Yield decreased under flooding and water restriction conditions. The ecophysiological mechanisms in relation to this process must be further investigated, especially in areas of hypersalinity. *Received:* 10 July 2000, *accepted:* 22 October 2000.

Key words: caño El Bongo, gum, *Laguncularia racemosa*, mangrove, salinity, tide, Venezuela, white mangrove.

INTRODUCCIÓN

En la literatura existe un gran número de investigaciones sobre la caracterización analítica y la estructura química de los exudados gomosos (Anderson y Dea 1968, León de Pinto 1979, Martínez *et al.* 1996). Estos productos naturales, incluidos en el grupo de los heteropolisacáridos ácidos, son excretados por plantas de regímenes tropicales y subtropicales (Hill 1965). Sin embargo, los estudios sobre los factores ecológicos que promueven la producción de la goma son escasos.

Clamens *et al.* (2000) han reportado que las condiciones de excesiva humedad no favorecen la producción de goma en diversas especies distribuidas en nuestro país.

Laguncularia racemosa Gaertn. f. (Combretaceae), (mangle blanco), especie integrante del manglar de caño El Bongo, ciénaga La Tigra, Sector río Limón-San Carlos, Edo Zulia, produce una goma clara, muy soluble en agua (León de Pinto *et al.* 1993). En este

ecosistema la construcción de la carretera El Moján-Puente sobre el río Limón-La Tigra-Fuerte Mara ha originado la interrupción parcial de la corriente de agua, afectando el flujo de la marea y la salinidad en el área (Barboza y Narváez, comunicación personal). Se ha reportado que la cantidad y movimiento del agua en el manglar (régimen hidrológico) y la salinidad representan factores importantes involucrados en los aspectos ecofisiológicos de este ecosistema (Brown y Lugo 1982, Medina *et al.* 1990, Chen y Twilley 1996).

El objetivo de esta investigación es determinar la influencia del flujo de la marea y la salinidad en la producción de la goma de *Laguncularia racemosa* en el manglar de caño El Bongo.

MATERIALES Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en caño El Bongo, ciénaga La Tigra, perteneciente al manglar del Sector río Limón - San Carlos, ubicado en la zona aledaña a la intersección de la carretera El Moján-Puente sobre el río Limón-La Tigra-Campo Mara (10° 58' 39" LN, 71° 46' 27" LO), municipio Mara, estado Zulia (Fig. 1).

El climograma del área muestra una precipitación media anual de 397.1 mm, una temperatura media anual de 27,4°C, un prolongado periodo de sequía de Diciembre a Agosto, y una breve época lluviosa de Septiembre a Octubre (Fig. 2).

El área se caracteriza como una zona árida, subsidiada únicamente por el río Limón, integrada por individuos de *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Avicennia germinans* (mangle negro), dominando las dos primeras especies. Presenta un desarrollo estructural elevado, con un dosel entre 18-25 m y árboles emergentes que alcanzan hasta 30 m de altura. El régimen de las mareas es semidiurno, con un tiempo de cambio de 6 horas, presentando una altura máxima de 1,5 m y una mínima de 0,1 m.

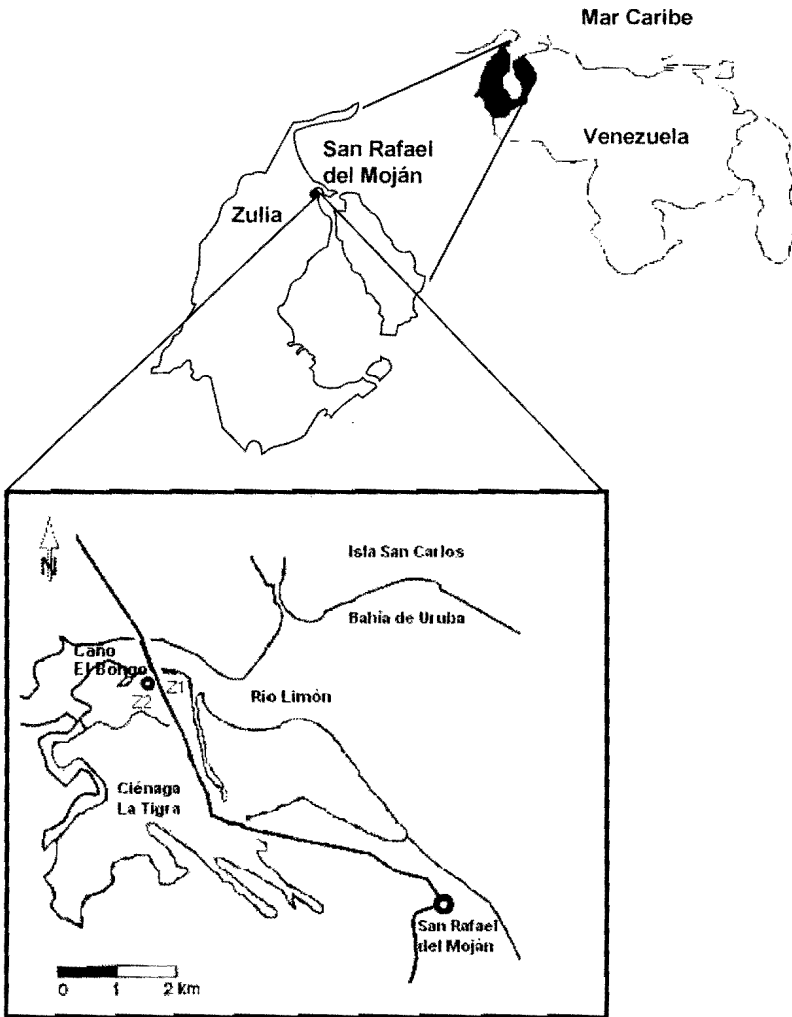


FIGURA 1. Ubicación del área de estudio. Z1= Zona 1 y Z2= Zona 2).

MUESTREO Y RECOLECCIÓN DE LA GOMA

La investigación se realizó durante Mayo, Junio y Julio de 1997, correspondiendo con el periodo de sequía.

Se consideró el tensor construcción de la carretera, la cual divide al caño en dos zonas: una con curso normal de la corriente (zona 1), y otra con cambios en la circulación del agua (zona 2) (Fig. 1).

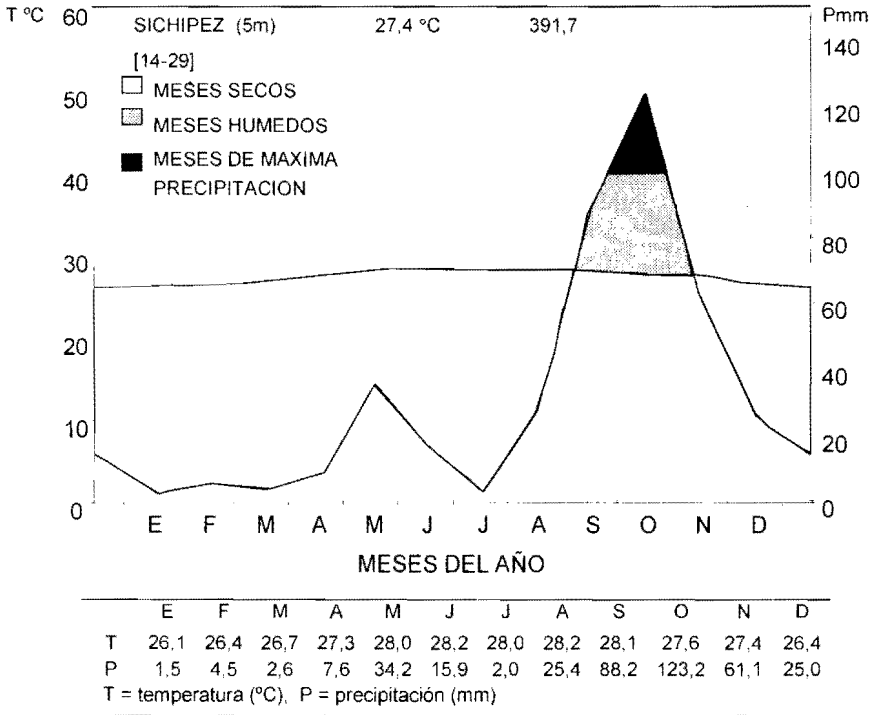


FIGURA 2. Climograma del área de estudio (Estación: Sichipez, 5 msnm). Datos anuales: Temperatura = 14 años, Precipitación = 29 años. Período = 1971- 1999.

Se trazó una transecta de 100 x 20 m, en cada una de las zonas, y se delimitaron las cuadratas (20 x 20 m), obteniéndose cinco (5) cuadratas en cada una de ellas.

Se seleccionaron 9 individuos en cada una de las zonas, todos de apariencia sana, y diámetro a la altura de pecho entre 65-190 cm; a ese mismo nivel se practicaron cortes en surco, estableciendo correspondencia en el número de individuos de las cuadratas de ambas zonas (homogeneidad de las muestras).

Las heridas iniciales se removieron en el momento de la recolección de la goma. Se evaluó el rendimiento en un lapso de siete semanas consecutivas. El material exudado se limpió manualmente, y se secó en una estufa Fisher Isotemp Oven Modelo 318 F a 30°C por

2 horas. La goma se pesó en una balanza digital con una precisión de 0,001 g, Fisher, Modelo 2000 y se almacenó a temperatura ambiente, en recipientes secos y cerrados herméticamente.

DETERMINACIÓN DE LA SALINIDAD

Se obtuvieron muestras de agua intersticial, en Mayo y Junio, empleando tubos PVC de 1 m x 5 cm de diámetro, a 15 cm de profundidad al pie de cada árbol. La salinidad se registró con un salinómetro de campo YSI 33 M. También, se llevaron a cabo mediciones de salinidad del agua superficial.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La prueba de Kruskal-Wallis se aplicó para verificar las diferencias significativas, a un nivel de confianza ($P < 0,05$), en el rendimiento de la goma para ambas zonas en estudio. El análisis de varianza se llevó a cabo para evaluar el efecto de la salinidad sobre dicho rendimiento. Se utilizó el programa Statgraphics versión 7.0.

Se aplicó la Ecuación de Regresión de segundo grado (cuadrática):

$$y = \beta_0 + \beta_1 (\text{sal}) + \beta_2 (\text{sal})^2$$

donde:

y = rendimiento de la goma

β_0 = media

β_1 = coeficiente del efecto lineal de la salinidad

β_2 = coeficiente del efecto cuadrático de la salinidad

Para ello, se utilizó el programa estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Laguncularia racemosa mostró mayor producción del exudado gomoso en la zona 1 (natural) en comparación con la zona 2 (altera-

da) (Tablas 1 y 2), obteniéndose un rendimiento significativo según la prueba de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$). Esto podría explicarse ya que el flujo de la marea en el manglar determina la renovación de las aguas superficiales e intersticiales, transportando Oxígeno y materia orgánica disuelta y/o particulada al ecosistema (Sheaffer Novelli 1995).

En la zona 2 se observaron individuos bajo condiciones de anegación o de restricción hídrica que no produjeron goma; esto evidencia que existe una posible vinculación entre el flujo regular de la marea y la producción de goma.

De igual forma algunos individuos de la zona 1, bajo condiciones de anegación casi permanente, no produjeron exudado gomoso durante las tres primeras semanas del estudio. En contraste, al encon-

TABLA 1. Rendimiento de la goma/individuo de *Laguncularia racemosa* y la salinidad en la Zona 1 del manglar caño El Bongo.

INDIVIDUO	RENDIMIENTO (g)	SALINIDAD PROMEDIO (ppm)
1	2,99	13
2	8,45	15
3	0,62	16
4	1,7	20
5	7,19	22
6	7,61	22
7	28,27	24
8	4,04	31
9	1,59	31
Suma	62,46	194
Media	6,94	21,56
Desv. Estándar	8,50	6,46
Varianza	72,22	41,78

^aA pie del árbol.

TABLA 2. Rendimiento de la goma/individuo de *Laguncularia racemosa* y la salinidad en la Zona 2 del manglar caño El Bongo.

INDIVIDUO	RENDIMIENTO (g)	SALINIDAD PROMEDIO (ppm)
1	0,00	13
2	0,25	14
3	1,14	14
4	3,83	15
5	0,01	17
6	0,96	17
7	2,88	17
8	0,04	18
9	1,7	19
Suma	10,81	144
Media	1,20	16
Desv. Estándar	1,38	2,06
Varianza	1,89	4,25

^aA pie del árbol.

trarse el sedimento no anegado, con un substrato de estructura compacta, se evidenció, en estos árboles, una producción ascendente durante el resto del muestreo. Existen investigaciones que señalan a la anegación (anaerobiosis) como un factor que ejerce influencia sustancial sobre la conductancia estomática, la transpiración, la asimilación neta de Carbono y la eficiencia en el uso del agua (Andrews y Muller 1985, Clough y Sim 1989, Pezeshki *et al.* 1989); lo que podría restringir la biosíntesis de la goma como producto del metabolismo secundario.

El análisis de varianza evidenció que la salinidad ejerce un efecto significativo ($P < 0,05$), sobre el rendimiento de la goma en la zona 1. La curva de ajuste reveló la tendencia a un posible valor óptimo de rendimiento a una salinidad entre 20-24 ppm (Fig. 3). Se ha re-

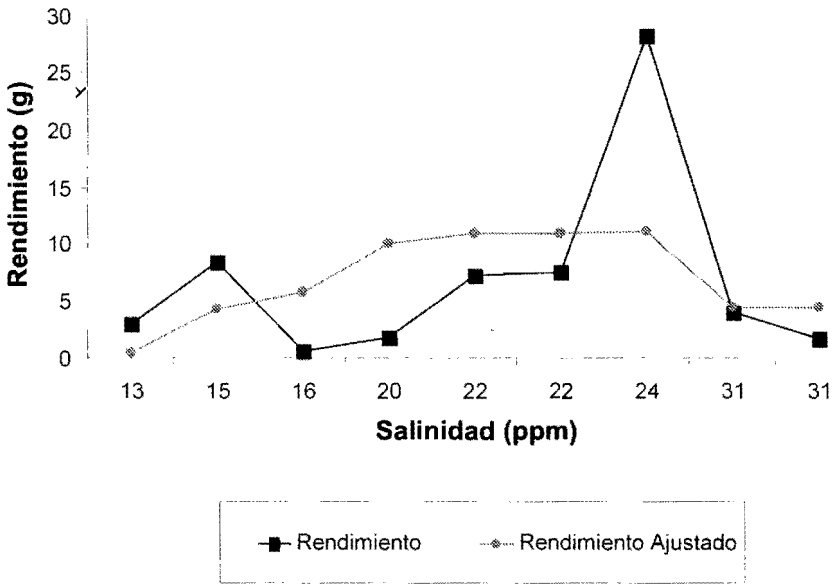


FIGURA 3. Efecto de la salinidad sobre el rendimiento de la goma de *Laguncularia racemosa* en la Zona 1 del manglar de caño El Bongo.

portado que las especies de mangle requieren una cierta cantidad de cloruros de sodio y de magnesio (plantas halófitas) para optimizar sus procesos fisiológicos, de desarrollo, y así alcanzar su máxima productividad en el ecosistema (Stewart y Popp 1987). Este hecho podría estar vinculado con el metabolismo de la producción del exudado gomoso.

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas ($P < 0,05$), para la variable tiempo (semanas) sobre el rendimiento en cada una de las zonas (Tablas 3 y 4).

Los resultados de esta investigación señalan al flujo de la marea y a la salinidad como factores potenciales involucrados en la producción de goma en *L. racemosa*; sin embargo es importante profundizar en el conocimiento de los parámetros ecofisiológicos inmersos en este proceso.

TABLA 3. Rendimiento de la goma/semana de *Laguncularia racemosa* en la Zona 1 del manglar caño El Bongo.

Semana N°	Rendimiento ^b (g)
1	0,92
2	0
3	2,93
4	1,57
5	0,81
6	0,33
7	0,28
Suma	6,84
Media	0,98
Desv. Estandáandar	1,00
Varianza	1,01

^bPromedio de los nueve individuos.

TABLA 4. Rendimiento de la goma/semana de *Laguncularia racemosa* en la Zona 2 del manglar caño El Bongo.

Semana N°	Rendimiento ^b (g)
1	0,19
2	0
3	0,14
4	0,18
5	0,23
6	0,12
7	0,34
Suma	1,20
Promedio	0,17
Desv. Estandáandar	0,10
Varianza	0,01

^bPromedio de los nueve individuos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Instituto para la Conservación de la Cuenca del Lago de Maracaibo (ICLAM) por el valioso apoyo logístico brindado en el desarrollo de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, D. y I. DEA. 1968. Some structural features of *Acacia drepanolobium* gum. *Carbohydrate Research*, 7: 109-120.
- ANDREWS, T. J. y G. J. MULLER. 1985. Photosynthetic gas exchange of the mangrove, *Rhizophora stylosa* in its natural environment. *Oecologia (Berl.)* 65: 449-455.
- BROWN, S. y A. E. LUGO. 1982. A comparison of structural and functional characteristic of freshwater forest wetlands. *Limnology Oceanography* 27: 1141-1155.
- CLAMENS, C., F. RINCÓN, A. VERA, L. SANABRIA y G. LEÓN DE PINTO. 2000. Species widely disseminated in Venezuela which produce gum exudates. *Food Hydrocolloids* 14: 253-257.
- CHEN, R. y R. TWILLEY. 1996. Mangroves forest dynamics along gradients of soil nutrient resource and salinity: a simulation approach. *Journal of Ecology* 78: 113-133.
- CLOUGH, B. F. y R. G. SIM. 1989. Changes in gas exchange characteristics and water use efficiency of mangroves in response to salinity and vapour pressure deficit. *Oecologia (Berl.)* 79: 38-44.
- HILL, A. F. 1965. Plantas útiles y productos vegetales. *Botánica Económica*. Ediciones Omega, S. A., Barcelona, 180 pp.
- LEÓN DE PINTO, G. 1979. Analytical and structural studies of plant polysaccharides. Ph. D Thesis, Edingburg Univ., 133 pp.
- LEÓN DE PINTO, G., M. NAVA, M. MARTÍNEZ y C. RIVAS. 1993. Gum polysaccharides of nine specimens of *Laguncularia racemosa*. *Biochemical Systematics and Ecology* 21: 463-466.

- MARTÍNEZ, M., G. LEÓN DE PINTO, C. RIVAS y E. OCANDO. 1996. Chemical and spectroscopic studies of the gum polysaccharide from *Acacia macracantha*. *Carbohydrate Polymers* 29: 247-252.
- MEDINA, E., E. CUEVAS, M. POPP y A. LUGO. 1990. Soil salinity, sun exposure and growth of *Acrostichum aureum*, the mangrove fern. *Bot. Gaz.* 151: 41-49.
- PEZESHKI, S. R., R. D. DELAUNE y W. H. PATRICK JR. 1989. Differential response of selected mangroves to soil flooding and salinity: gas exchange and biomass partitioning. *Can. J. For. Res.* 20: 869-874.
- SHEAFFER-NOVELLI, Y. 1995. Manguezais. *Caribbean Ecological Research*. 7-3, 31-39 p.
- STEWART, G. R. y M. POPP. 1987. The ecophysiology of mangroves. *In* R. M. M. Crawford (Ed.). *Plant life in aquatic and amphibious habitats*, pp. 333-345. British Ecological Society. Blackwell Scientific Publications, Ltd., Oxford, England.