

BOLETÍN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
VOL. 46. NO. 1, ENERO-MARZO 2012, PP 19 - 31
UNIVERSIDAD DEL ZULIA, MARACAIBO, VENEZUELA

**DESCOMPOSICIÓN DE MATERIAL FOLIAR
DE *Rhizophora mangle* EN EL MANGLAR
DE PUNTA CAPITÁN CHICO, ESTADO ZULIA,
VENEZUELA**

Yisliú Querales¹, Flora Barboza¹, Juliana Briceño¹
y Ernesto Medina²

¹Laboratorio de Ecofisiología Vegetal, Facultad Experimental de Ciencias,
Universidad del Zulia (LUZ). Maracaibo, Venezuela.

²Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).
Correo electrónico: florabarboza@gmail.com

Resumen. Los manglares son ecosistemas costeros de transición entre ambientes terrestres y marinos que colonizan sedimentos predominantemente lodosos, generalmente hipóxicos y salinos. Su producción de hojarasca sostiene una compleja cadena trófica terrestre y acuática. Se determinó la descomposición de hojas senescentes de *Rhizophora mangle* en el manglar de Punta Capitán Chico ubicado en la Costa Occidental del Estrecho del Lago de Maracaibo. Para ello se distribuyeron aleatoriamente en 300 m² de bosque de mangle un total de 130 bolsas de descomposición, cada una con 25 g de material foliar senescente. Las bolsas de descomposición se recolectaron mensualmente durante un año. El material foliar de las bolsas se lavó con agua en el laboratorio, y seguidamente se secó en una estufa por 72 horas a 65°C hasta obtener el peso seco constante. La tasa de descomposición fue de $-0,01245 \pm 0,0005232$, $R^2=0,78$, la cual es considerada de media a alta al compararse con otros manglares. El 50% del material foliar se perdió durante los primeros 55-56 días debido al ataque y colonización del material vegetal por parte de las bacterias y hongos acuáticos así como al lixiviado de los materiales orgánicos solubles y compuestos inorgánicos y luego la pérdida de materiales más resistentes. *Recibido: 12 julio 2011 / Aceptado: 28 febrero 2012.*

Palabras clave: manglar, *Rhizophora mangle*, descomposición, Lago de Maracaibo, material foliar.

DECOMPOSITION OF LEAF MATERIAL FROM *RHIZOPHORA MANGLE* IN THE MANGROVES OF PUNTA CAPITAN CHICO, STATE OF ZULIA, VENEZUELA

Abstract. Mangroves are transitional coastal marine ecosystems between terrestrial and marine environments, established on predominantly muddy, usually hypoxic and saline, sediments. Their litter production maintains a complex terrestrial and aquatic food chain. The decomposition of *Rhizophora mangle* leaves was determined in the mangrove forest of Punta Capitan Chico, located on the west coast of the Lake Maracaibo Strait. Within 300 m² of mangrove forest, a total of 130 litterbags with 25 g of senescent leaves were distributed. The litter bags were collected monthly for one year. Contents of the bags was washed with water in the laboratory, then dried in an oven for 72 hours at 65°C until reaching constant dry weight. The decomposition rate was -0.01245 ± 0.0005232 , $R^2 = 0.78$, considered medium to high when compared to other mangroves. Fifty percent of the leaf material was lost during the first 55-56 days due to colonization of the plant material by aquatic organisms as well as the leaching of soluble organic and inorganic compounds and the subsequent loss of more resistant compounds. *Received: 12 July 2011 / Accepted: 28 February 2012.*

Keywords: mangrove, *Rhizophora mangle*, decomposition, Lake Maracaibo, leaf material.

INTRODUCCIÓN

Los bosques de manglar son ambientes complejos y dinámicos caracterizados por altos niveles de productividad primaria, que constituyen áreas de refugio y crianza para una amplia variedad de peces y fauna silvestre, y desempeñan un papel fundamental en la protección de la línea de costa, la prevención de inundaciones, el mantenimiento de la calidad del agua y la recarga de agua de los mantos freáticos (Robles y Luna 2007). Así mismo, son fuente de recursos alimenticios para las comunidades rurales que viven asociadas a ellos (CONABIO 2008).

El proceso de descomposición de hojarasca consiste en la mineralización de la materia orgánica y la liberación de los elementos que la componen (Swift *et al.* 1979). En un cuerpo de agua, el proceso de descomposición se inicia con el lixiviado de la hojarasca, mediante el cual se extraen los compuestos solubles, seguido por el ataque y la

colonización del material vegetal por parte de microorganismos heterótrofos (bacterias y hongos acuáticos) y la degradación de la hojarasca por la abrasión ocasionada por el movimiento del agua, y el fraccionamiento biológico, por parte de los invertebrados detritívoros (Raulerson 2004).

Los manglares exportan materia orgánica que proporciona alimento a una gran variedad de animales acuáticos como moluscos y cangrejos. La cantidad de energía y materia orgánica que es exportada depende de las tasas de descomposición de la hojarasca, reguladas a su vez por la profundidad y frecuencia de la inundación por las mareas, los factores edáficos y climáticos (temperatura y precipitación), y por la presencia o ausencia de organismos consumidores (Raulerson 2004). La dinámica de descomposición de la hojarasca puede variar entre sitios y tipos de manglares.

Otros factores a considerar en el proceso de descomposición son las características anatómicas y la composición química de las hojas de las diferentes especies presentes en los manglares (Valiela *et al.* 1985, Flores-Verdugo *et al.* 1987, Twilley *et al.* 1997, Tam *et al.* 1998, Raulerson 2004, Aké-Castillo *et al.* 2006).

La descomposición es de suma importancia en el funcionamiento de los ecosistemas ya que su productividad depende del reciclaje de nutrientes, y este depende a su vez, de la descomposición de materia orgánica y de la liberación de los nutrientes que contiene (Álvarez-Sánchez y Harmon, 2003).

En el país han sido pocos los estudios relacionados con la tasa de descomposición en manglares, reportándose solo las evaluaciones realizadas en la Ciénaga de Los Olivitos (Méndez, 2002) y Punta de Palma (Briceño, 2010). La presente investigación se plantea como objetivo determinar la tasa de descomposición del material foliar de la especie *Rhizophora mangle* en el manglar Punta de Capitán Chico, estado Zulia, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El manglar de Punta de Capitán Chico se ubica al noroeste del estrecho del Lago de Maracaibo, en la jurisdicción de la parroquia Coquivacoa, Municipio Maracaibo del Estado Zulia (Figura 1). El bosque de manglar que cubre esta punta tiene una extensión de 130 ha (Pannier y Fraíno 1989), es una comunidad constituida esencialmente por árboles de *Rhizophora mangle* de gran porte, con fustes mayores de 15 m de altura. El borde del manglar orientado hacia el estrecho se puede describir como un manglar de franja con una berma arenosa que separa las aguas del estrecho de la depresión o albufera.

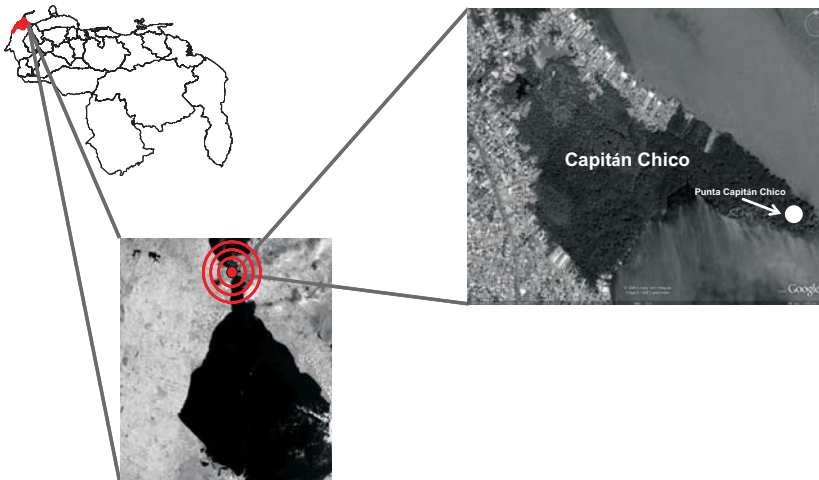


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

En la depresión se desarrolla una comunidad densa monoespecífica de *R. mangle* con diámetros promedio de 37 cm, área basal de 46,3 m²/ha y alturas que oscilan alrededor de 23,4 m, por lo que podría ser considerado como un manglar ribereño (Barboza 2009). La berma arenosa está ocupada principalmente por individuos aislados de *Thespesia populnea* (cremón) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) (Barboza 2009).

El suelo de la comunidad de manglar se caracteriza por su riqueza en materia orgánica, una alta densidad de raíces finas, similares a las descrita por Barboza *et al.* (2007).

Este manglar se alimenta de las aguas estuarinas provenientes del estrecho del Lago de Maracaibo por acción de las mareas semi-diurnas que caracterizan a la zona. También recibe las aguas de escorrentía producto de las lluvias y aguas residuales domésticas provenientes de la población de Santa Rosa de Agua que son descargadas sin tratamiento alguno.

El clima del área de estudio muestra una marcada biestacionalidad pluvial, con un período seco que va desde diciembre a julio, y uno relativamente húmedo que va desde agosto a noviembre, con una precipitación media anual es de 389,1 mm, con un valor mínimo de 53 y 110 mm, respectivamente. La temperatura promedio anual es de 28,4°C con una máxima de 33,4°C y una mínima de 23,4°C (Figura 2). La dirección predominante de

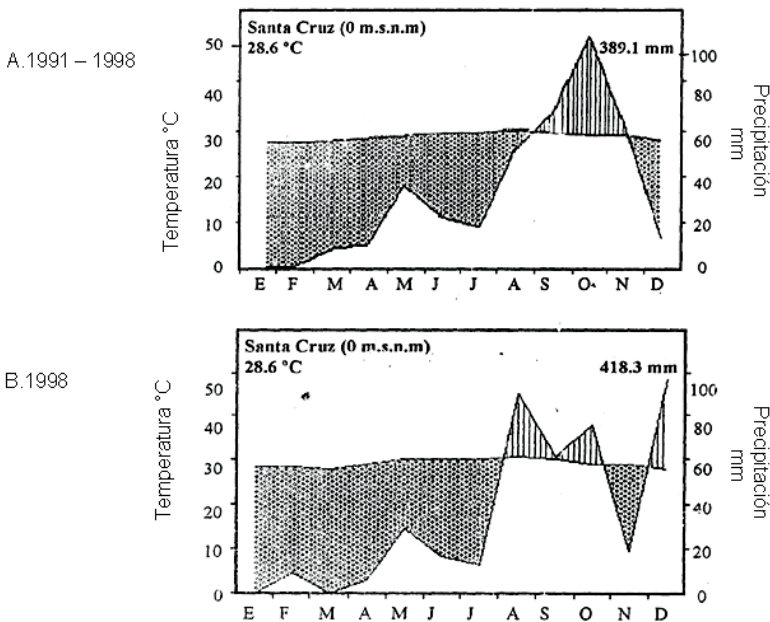


Figura 2. Climadiagramas de la Estación Santa Cruz. A: Santa Cruz 1991-1998. B: Santa Cruz 1998 (Fernández 1999).

los vientos es noreste y tienen una velocidad promedio en el rango de 5 a 15 km/h, con una ligera calma en los meses de agosto, septiembre y octubre. En el sentido sureste se registran con cierta frecuencia vientos con velocidades mayores en horas de la tarde (Fernández 1999).

METODOLOGÍA

La tasa de descomposición del material foliar, se determinó a través de la técnica de las bolsas de descomposición de 20 × 40 cm, elaboradas con malla de plástico con un poro de 2 mm × 2 mm. Se pesaron aproximadamente 25 g de hojas senescentes, las cuales se recolectaron previamente en el bosque de manglar, se secaron a temperatura ambiente e introdujeron en cada bolsa de malla plástica (Twilley *et al.* 1986).

En la zona de la depresión donde existe la mayor cobertura de *R. mangle*, se estableció una parcela de 300m², donde se distribuyó un total de 130 bolsas de descomposición, las cuales se agruparon en 10 grupos de 13 bolsas cada uno, posteriormente los grupos de bolsas se trasladaron al manglar y cada paquete fue distribuido al azar, colocando las bolsas a nivel del suelo y se sujetaron a las raíces zancos de los individuos presentes, con el objeto de que permanecieran sumergidas al subir el nivel de la marea sin ser arrastradas por ella.

Al momento de iniciar el experimento (colocación de bolsas en el área de estudio), se tomó una bolsa de cada sitio establecido para un total de 10 bolsas que fueron devueltas al laboratorio para pesarlas nuevamente y con esto corregir la pérdida de material por transporte y humedad. Luego el material foliar fue secado en una estufa por 72 horas a 65°C hasta obtener el peso constante.

Durante un año, y de forma mensual de diciembre 2007 a diciembre 2008, se retiró una bolsa de cada punto (10 bolsas mensuales), se colocaron en una bolsa plástica debidamente identificada y se transportaron al laboratorio en una cava con hielo para evitar la exposición a altas temperaturas durante el transporte.

En el laboratorio el material foliar de cada bolsa fue extraído y lavado cuidadosamente en un envase plástico para retirar el sedimento adherido, evitando perder parte del material vegetal. El material foliar lavado y escurrido se envolvió en papel parafinado, y se colocó dentro de una bolsa de papel identificada (fecha y punto), y se secó en una estufa a temperaturas de 65°C por 72 horas, hasta obtener peso constante. Para obtener el peso real de la materia orgánica el material foliar seco fue convertido a cenizas, utilizando el método de combustión descrito en el Standard Methods 1992 (APHA *et al.* 1992).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La biomasa seca mensual del material foliar remanente de la descomposición se organizó en una hoja de cálculo y procesados con el programa estadístico GraphPad Primas versión 5.00 para ajustar los valores a un modelo exponencial decreciente ($M_t = M_o \cdot e^{-kt}$), y así calcular la tasa de descomposición ($-k$).

RESULTADOS

La pérdida de peso del material foliar durante los 360 días siguió un patrón exponencial decreciente (Figura 3). La tasa de descomposición ($-k$) para las hojas de *R. mangle* tuvo un valor de $-0,01245 \pm 0,0005232$; $R^2=0,7805$. La curva de pérdida de biomasa se caracteriza por tener una pendiente más pronunciada en la fase inicial de descomposición, donde observa que el 50% del material foliar se pierde entre 55-56 días.

A los 90 y 120 días se observaron algunas bolsas con un porcentaje de remanencia superior al 55%, indicando esto una disminución del proceso de descomposición del material foliar, y es a partir de los 120 días y a 240 días cuando se pierde el 93% del material inicial.

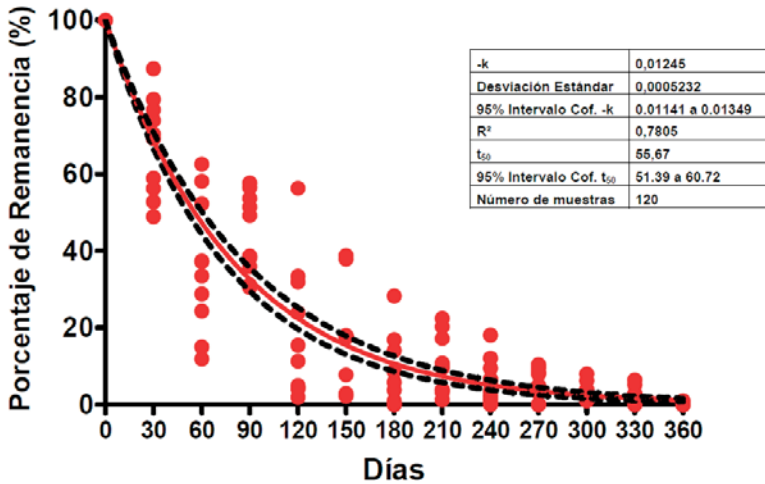


Figura 3. Ajuste de Regresión no lineal del porcentaje de remanencia durante el proceso de descomposición del material foliar de *R. mangle*.

DISCUSIÓN

La tasa de descomposición ($-k$) de las hojas *R. mangle* fue de $-0,01245 \pm 0,0005232$, por lo que se alcanza la pérdida total del material foliar a los 360 días. Esta tasa es similar a la obtenida por Colmenares *et al.* (2006) en un bosque de manglar de *R. mangle* ubicado en el estero de un humedal costero en la Laguna de Chantuto, México con un valor de $-0,0128$ ($R^2=0,95$), en dicha localidad se alcanza la descomposición total del material en 212 días.

Igualmente es comparable a la descrita por Méndez (2002), cuya tasa de descomposición foliar, para el manglar de la Ciénaga de Los Olivitos (Venezuela), fue de $-0,01176$, así como a la reportada ($-0,01242$) por Aké-Castillo *et al.*, (2006) para la época de lluvia en el Golfo de México, y superior a los señalados por Juman (2005) para un bosque de franja de *R. mangle* en la Laguna de Bon Accord en Tobago, Aké-Castillo *et al.* (2006) en el Golfo de México en la estación seca ($-0,0048$), y por Briceño (2010) para un bosque monoespecífico de la misma especie con características fisiográficas y estructurales muy similares (Tabla 1).

Tabla 1. Diferentes tasas de descomposición de material foliar de *Rhizophora mangle*.

Especie	Localización	-k	R ²	Fuente
<i>R. mangle</i>	Los Olivitos, Venezuela	0,01176	(-)	Méndez, 2002
<i>R. mangle</i>	Tobago Acoord. Trinidad y Tobago	0,004	(-)	Juman, 2005
<i>R. mangle</i>	Golfo de México	0,0048 – 0,0142	0,63 – 0,91	Aké-Castillo <i>et al.</i> , 2006
<i>R. mangle</i>	Laguna de Chantuto. México	0,0128	0,945	Colmenares <i>et al.</i> , 2006
<i>R. mangle</i>	Punta de Palma. Venezuela	0,009130	0,75	Briceño, 2010
<i>R. mangle</i>	Punta de Capitán Chico. Venezuela	0,01245	0,82	Este Estudio

Elaboración propia. (-) no se tiene la data.

Los resultados demostraron que el 50% del material foliar se perdió entre los 55-56 días. La relativa alta tasa de descomposición medida en este trabajo podría estar relacionada con las descargas de aguas residuales sin tratamiento en el manglar de Punta Capitán Chico, que favorecen la actividad de microorganismos que intervienen en la descomposición del material foliar. Estos resultados coinciden con lo reportado en otras investigaciones realizadas en manglares asociados a descargas de aguas residuales (Tam *et al.* 1990).

La disminución de la descomposición a los 90 y 120 días podría deberse a la presencia de sedimento sobre las bolsas que actuarían como una barrera para la presencia de microorganismos, y la penetración de invertebrados detritívoros (Méndez 2002 y Santelloco 2005).

En un estudio evaluando la tasa de descomposición en hojas de plantas de bosques ribereños, Santelloco (2005), reporta tendencias similares en sus bolsas de descomposición y sugiere que la presencia

de sedimento no solo afecta la descomposición del material, sino que también disminuye la producción de conidios de hifomicetos acuáticos y la formación de la biopelícula (algas, bacterias y protozoarios).

La reducción en la tasa de desaparición del material remanente después de 120 días puede tener relación con la etapa de descomposición del material foliar con mayor contenido de lignina y taninos. Se ha demostrado que los materiales vegetales con un mayor contenido de lignina o valores altos del cociente C:N son más recalcitrantes y por tanto, se descomponen más lentamente que los materiales vegetales con una concentración inicial menor de estos compuestos (Wieder y Lang 1982). Por su parte, Twilley *et al.* (1986), observaron que las diferencias del contenido de taninos en la hojarasca podría contribuir a las diferencias en la tasa de descomposición de las hojas, por ello, presumen que la colonización microbiana en la hojarasca de *R. mangle* se facilita después de que el contenido de taninos en la descomposición de las hojas se redujo.

CONCLUSIONES

La tasa de descomposición del material foliar de *R. mangle* en el manglar de Punta Capitán Chico fue de -0,01245 la cual es considerada de media a alta, este proceso en los ecosistemas provee una importante fuente de materia orgánica que sostiene complejas redes tróficas estuarinas y marinas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la comunidad de Santa Rosa de Agua por el apoyo para realizar esta investigación.

LITERATURA CITADA

AKÉ-CASTILLO J., VÁZQUEZ G. y LÓPEZ-PORTILLO J. 2006. Litter fall and decomposition of *Rhizophora mangle* L. in a coastal lagoon in the southern Gulf of Mexico. *Hidrobiología* 559: 101-111 pp.

- ÁLVAREZ-SÁNCHEZ J. y HARMON M. 2003. Descomposición de hojarasca, hojas y madera. En: ÁLVAREZ-SÁNCHEZ, J. y NARANJO-GARCÍA, E. (eds.) Ecología del suelo en la selva tropical húmeda de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. Pp. 108-122.
- APHA, AWWA & WEF. 1992. Standard Methods for the examination of water and waste water. Edited by Arnold, E. Gernberd, S. Clesceri & Andrew, D. Eaton 18th Edition. Washington DC. United States of America. 1100 pp.
- BARBOZA F. 2009. Estudio de línea base del manglar de Capitán Chico. Informe final CONDES-LUZ. Proyecto Condes LUZ CC-0388-06. Maracaibo, Venezuela. 42 pp.
- BARBOZA F., NARVÁEZ E., SÁNCHEZ J. y VILLARREAL, A. 2007. Evaluación del derrame de hidrocarburo en los manglares de la Costa Occidental del Lago de Maracaibo, desde playa ENELVEN hasta Punta de Capitán Chico, Estado Zulia, Venezuela. Informe de Avance. 30 pp.
- BRICEÑO J. 2010. Variación temporal de producción y descomposición de la hojarasca de *Rhizophora mangle* presente en el manglar de Punta de Palmas, Municipio Miranda Estado Zulia. Trabajo Especial de Grado, Dpto. de Biología, Facultad Experimental de Ciencias, Univ. del Zulia, Maracaibo, 84 pp.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO). 2008. Manglares de México.
- COLMENARES S., FLORES M., SANTOS R., VÁSQUEZ P. y TOVILLA C. 2006. Degradación de Hojas de manglar en un Humedal Costero. III Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia. 5pp.
- FERNÁNDEZ W. 1999. Variación puntual y temporal de la producción de hojarasca y de las características morfológicas de las hojas de diferentes edades de *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* en ambientes salinos (Laguna de las Peonías, Estado Zulia). Trabajo Especial de Grado, Dpto. de Biología, Facultad Experimental de Ciencias, Univ. del Zulia, Maracaibo, 50 pp.
- FLORES VERDUGO F., DAY J. and BRICEÑO-DUEÑAS R. 1987. "Structure, Litter Fall, Decomposition, and Detritus Dynamics of Mangroves in a

- Mexican Coastal Lagoon with an Ephemeral Inlet”, *Marine Ecology-Progress Series* 35. 83-90 pp.
- GraphPad Prisma version 5.00 for Windows. GraphPad Software, San Diego California USA, Disponible en: www.graphpad.com.
- JUMAN R. 2005. Biomass, litterfall and decomposition rates for the fringed *Rhizophora* mangrove forest lining the Bon Accord Lagoon, Tobago. *Revista de Biología Tropical*. 53 (1). 207-217 pp.
- MÉNDEZ N. 2002. Caracterización de los artrópodos asociados a la hojarasca en el bosque de manglar en la Ciénaga de los Olivitos. Estado Zulia. Venezuela. Trabajo de Grado, Maestría en Ciencias Biológicas Mención Ecología Acuática, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia, Maracaibo, 108 pp.
- PANNIER F. y R. FRAINO. 1989. Los manglares de Venezuela. Colección Cuadernos Lagoven. Caracas. 68 pp.
- RAULERSON E. 2004. Leaf litter processing by macrodetritivores in natural and restored neotropical mangrove forests. Tesis Doctoral. University of Kentucky 142 pp.
- ROBLES C. y LUNA A. 2007. Análisis de las tendencias de cambio del bosque de mangle del Sistema Lagunar Teacapán-Agua Brava, México. Una aproximación con el uso de Imágenes de Satélite Landsat. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*. 23 (1):29-46.
- SANTELLOCO R. 2005. Colonización de hifomicetos acuáticos durante el proceso de descomposición de hojarasca *Ficus* sp. en el Caño Carichuano (Guasare-Estado Zulia). Trabajo especial de grado, Dpto. Biología, Facultad Experimental de Ciencias, Univ. del Zulia, Maracaibo, 93 pp.
- SWIFT M., HEAL O. and ANDERSON J. 1979. *Studies in Ecology* Vol. 5. Decomposition in Terrestrial Ecosystems. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 372 pp.
- TAM N., VRIJMOED L. and WONG Y. 1990. Nutrient dynamics associated with leaf decomposition in a small subtropical mangrove community in Hong Kong. *Bulletin of Marine Science*. 47 (11), 68-78 pp.

- TAM N., WONG Y., LAN C. and WANG L. 1998. Litter production and decomposition in a subtropical mangrove swamp receiving wastewater. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 226: 1-18 pp.
- TWILLEY R., LUGO A. and ZUCCA C. 1986. Litter production and turnover in basin mangrove forests in South-West Florida, USA. *Ecology*. 67. (3):670-683 pp.
- TWILLEY R., POZO M, GARCÍA V., RIVERA-MONROY V., ZAMBRANO, R. and BODERO, A. 1997. Litter dynamics in riverine mangrove forests in the Guayas River estuary, Ecuador. *Oecologia* 111: 109-122 pp.
- VALIELA I., TEAL J., ALLEN S., VAN R., GOEHRINGER, D. and VOLKMANN, S. 1985. Decomposition in salt marsh ecosystems: the phases and major factors affecting disappearance of above-ground organic matter. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 89:29-54 pp.
- WIEDER R. and LANG, G. 1982. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. *Ecology* 63: 1636-1642 pp.