

## DESCOMPOSICIÓN DE HOJARASCA EN UNA CORRIENTE INTERMITENTE TROPICAL (ESTADO ZULIA, VENEZUELA)

MARIELA VILLALOBOS, DANILO DE J. GUZMÁN,  
POLLY URRIBARRÍ, CARLOS LÓPEZ Y JOSÉ E. RINCÓN

Laboratorio de Limnología, Departamento de Biología, Facultad de  
Ciencias, Universidad del Zulia, Apartado 15247, Maracaibo 4005-A,  
Las Delicias, Estado Zulia, Venezuela.

**RESUMEN.-** La tasa de descomposición de hojas de *Tabebuia rosea* (Bertol.)DC fue determinada *in situ* durante la época de sequía, en una corriente intermitente tropical (2<sup>do</sup> grado) ubicada al noroeste de Venezuela. El experimento se realizó colocando hojas senescentes ( $3 \pm 0.01$  g) en bolsas con 5 mm y 340  $\mu$ m de abertura de poro. Las bolsas fueron incubadas en la corriente por un período de 39 días. La tasa de descomposición fue similar para ambos tratamientos ( $-k = 0.015$  para malla fina y  $-k = 0.016$  para malla gruesa), colocando a esta especie en la categoría de procesamiento "rápido" ( $-k > 0.01$ ). La similitud en las velocidades de procesamiento en los dos tipos de bolsas y la ausencia de macroinvertebrados desmenuzadores sugiere que los microorganismos muestran una mayor participación en la descomposición de la hojarasca en la época de sequía. *Recibido:* 17 Octubre 1997, *aceptado:* 28 Noviembre 1997.

*Palabras claves:* Descomposición, hojarasca, *Tabebuia rosea*, microorganismos, macroinvertebrados, corriente intermitente, Neotrópico, Venezuela.

## LEAF LITTER DECOMPOSITION IN A TROPICAL INTERMITTENT STREAM (ZULIA STATE, VENEZUELA)

**ABSTRACT.-** We determined the decomposing rate of *Tabebuia rosea* (Bertol.)DC *in situ* in an intermittent tropical stream (2<sup>nd</sup> order) in northwestern Venezuela during the dry season. Senescent leaves ( $3 \pm 0.01$  g) were contained

in bags of 5 mm and 340  $\mu\text{m}$  mesh size, and incubated in the stream for 39 days. Processing rates were similar for both treatments ( $-k = 0.015$  for fine mesh bags and  $k = 0.016$  for coarse mesh bags), putting this species in the rapid category ( $-k > 0.01$ ). The similar processing rates for both bag treatments and the lack of shredder invertebrates suggest that microorganisms play a major role in organic matter processing during the dry season. *Received:* 17 October 1997, *accepted:* 28 November 1997.

*Key words:* Decomposition, leaf litter, *Tabebuia rosea*, microorganisms, macroinvertebrates, intermittent stream, Neotropics, Venezuela.

### INTRODUCCIÓN

Durante las dos últimas décadas, varios autores han demostrado la importancia de la materia orgánica alóctona en los ríos (Chauvet 1987), y que el funcionamiento de los ecosistemas en pequeñas corrientes boscosas es dependiente de la considerable contribución de hojas (la principal fuente de energía) provenientes de los árboles de la ribera (Fisher y Likens 1973, Cummins 1974, Chauvet 1987, Casas y Carcelen 1994).

En la cinética de desaparición de la hojarasca en el agua se ha reconocido la influencia de numerosos factores, entre ellos: La especie vegetal a la que pertenece la hoja (Campbell *et al.* 1992), colonización por bacterias y hongos, actividad de invertebrados acuáticos, y los procesos de lixiviación, fragmentación mecánica y abrasión generada por la corriente (Boulton y Boon 1991).

Hasta el momento se ha demostrado que los macroinvertebrados (Petersen *et al.* 1989), o los microorganismos (Buzby 1993, Chauvet *et al.* 1993) pueden tener una mayor participación en la descomposición del material vegetal, lo cual podría estar sujeto a gradientes latitudinales (Irons *et al.* 1994), características físicas y químicas de la corriente (Chamier 1992, Jenkins y Suberkropp 1995) y a la estructuración del bosque circundante (Webster y Benfield 1986). Los resultados obtenidos en

zonas tropicales indican que los microorganismos contribuyen más al procesamiento de la hojarasca que los macroinvertebrados (Buzby 1993, Irons *et al.* 1994).

El proceso de descomposición de la hojarasca se ha estudiado en una amplia variedad de corrientes templadas, observación que contrasta enormemente con los pocos estudios realizados en corrientes tropicales (Buzby 1993, Jackson y Sweeney 1995). En el Neotrópico, particularmente en Venezuela, son escasos los trabajos orientados al esclarecimiento del proceso de descomposición de hojarasca en ríos (Cressa *et al.* 1993).

El objetivo de nuestro estudio es determinar el papel diferencial de microorganismos y macroinvertebrados en la descomposición de hojarasca en una pequeña corriente intermitente del noroeste de Venezuela; y específicamente, determinar la tasa de descomposición de *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La corriente Caño Carichuano está ubicada en la cuenca media del Río Guasare (Fig.1), zona noroccidental del Estado Zulia, Venezuela, a unos 100 msnm y a 70 km de la ciudad de Maracaibo y 72° 14'-72° 22' Oeste y los 10° 42'-11° 8' Norte. Se caracteriza por ser un río de 2<sup>do</sup> orden y constituye uno de los cauces secundarios naturales más importantes de la zona (Bello 1985).

La zona presenta un clima tropical isotérmico, con una temperatura media anual de 28.4 °C y una marcada biestacionalidad. El período de sequía va desde Enero hasta Abril, mes en el cual comienza la estación de lluvia, presentando un patrón bimodal, con dos máximos, el primero, de Abril a Junio, con un total de 295.2 mm, el cual representa un 26 % de la precipitación, y el segundo, entre Agosto y Noviembre con 800.4 mm, que conforma el 70% de las precipitaciones, generando un total anual de 1.141 mm (Fig. 2). La evaporación promedio anual fue de 1.844 mm para el período de

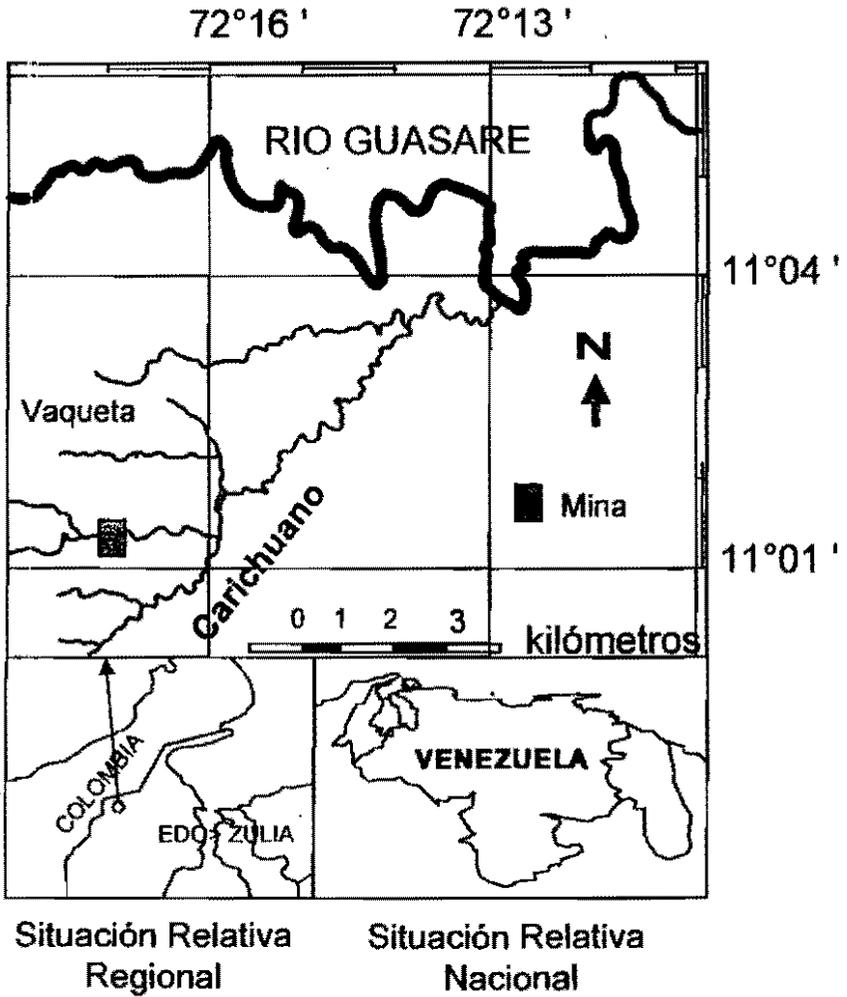


FIGURA 1. Localización de la cuenca media del Río Guasare, zona Noroccidental del Estado Zulia, Venezuela.

1988-1993 (Estación Meteorológica Carichuano, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables).

Las formaciones geológicas presentes son: Misoa, Guasare y Marcelina, concentrándose la atención en esta última por poseer

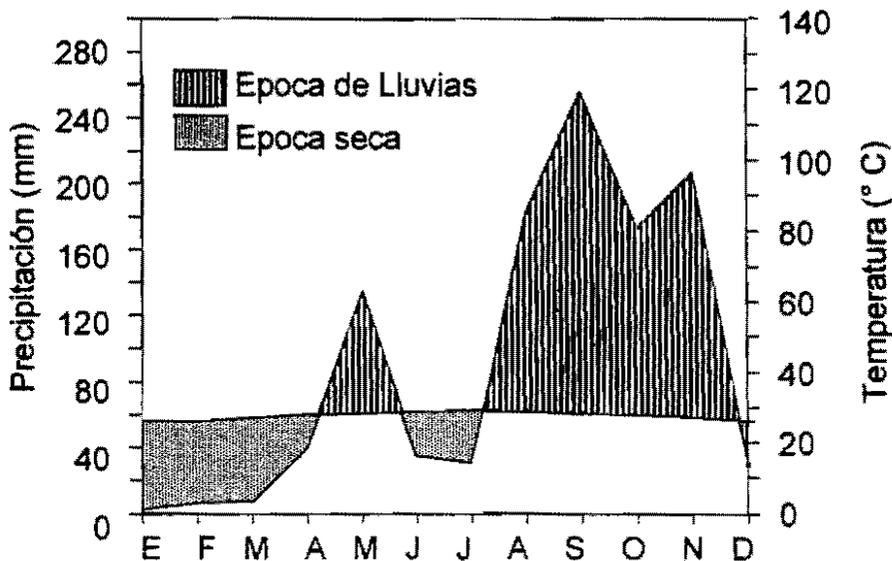


FIGURA 2. Climadiagrama para el área de estudio durante el período 1988-1993.

grandes series de mantos de carbón, que alternan con pizarra y arenisca. También existen yacimientos de caliza (Bello 1985).

De acuerdo al método de clasificación de Mueller-Dombois y Elleberg (1974), la vegetación corresponde a un bosque semidecíduo tropical, denso a medio-denso de alturas bajas (10-12 m). Sus estratos arbustivos y herbáceos son abiertos y dispersos en una matriz pedregosa con abundante hojarasca sobre el suelo forestal. Las Fabaceae, Mimosaceae, Caesalpinaceae y Bignoniaceae representan los elementos arbóreos dominantes y típicos de esta formación. Entre éstas se destacan las Bignoniaceae, especialmente *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC, cuya abundancia relativa y densidad absoluta han sido altas en la zona del Guasare (Soto y Pietrangeli 1997, Zapata y Hernández, comun. pers. 1997).

La vegetación de la cuenca media del Río Guasare ha sido sometida a perturbaciones de tipo agrícola y pecuaria, y a la minería

de carbón a cielo abierto que de manera intensiva se realiza desde 1986. Es importante señalar que la minería contempla un macroproyecto de explotación carbonífera que inevitablemente expandirá su acción degradadora sobre la vegetación en el área (Soto y Pietrangeli 1997).

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para el experimento de descomposición de la hojarasca se colectaron hojas recién abscisadas de *T. rosea* en las riberas del Caño Carichuano en el mes de Enero de 1996.

Las muestras del material foliar de peso estandarizado ( $3 \pm 0.001$  g), previamente secadas a temperatura ambiente (Boulton y Boon 1991), fueron colocadas en 42 bolsas de descomposición (21 con abertura de poro de 5 mm y 21 con abertura de 340  $\mu\text{m}$ ), a su vez se colocaron dentro de 42 cajas de 11 x 11 x 5 cm de tela plástica con retícula de 5 mm.

Las bolsas fueron ubicadas en lugares donde la corriente tuviese un flujo estable, sin grandes fluctuaciones a lo largo del período de estudio y donde la profundidad permitiera la inmersión total de las mismas. Se retiraron 3 bolsas por cada tipo después de 2, 5, 11, 18, 25, 32 y 39 días de incubación. Al término de cada intervalo, las bolsas fueron extraídas de la corriente para evitar la pérdida de los macroinvertebrados por perturbación y posteriormente se colocaron de manera individual en bolsas plásticas. En el laboratorio las muestras fueron lavadas con agua potable para separar invertebrados y detritus. El material foliar remanente fue secado a temperatura ambiente por 36 h y luego pesado.

La pérdida de peso del material vegetal debido al lixiviado se registró a las 48 horas de incubación. Los macroinvertebrados asociados con el paquete de hojas fueron colocados en alcohol etílico al 70 %, para su enumeración y agrupación en familias.

Las pérdidas de peso del material vegetal se calcularon utilizando la ecuación:  $\ln p = -Kt$ , donde  $p$  es la proporción del peso

remanente inicial al tiempo  $t$ ,  $-K$  es el coeficiente de procesamiento y  $t$  es el tiempo transcurrido en días (Campbell *et al.* 1992). Los coeficientes de descomposición fueron expresados como  $-KF$  (malla fina) y  $-KG$  (malla gruesa). Además, se determinó la velocidad de la corriente, la temperatura y el pH.

Se aplicó análisis de correlación para establecer las relaciones entre las diferentes variables, y la prueba de t-student ( $P < 0.05$ ) para comparar las velocidades de descomposición entre los dos tratamientos. Todos los análisis fueron realizados utilizando el paquete estadístico Statistica, versión 4.3.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 3 se muestra el comportamiento de los valores de pérdida de peso del material vegetal durante el período de incubación. El comportamiento de las curvas es similar para ambos tipos de bolsas (malla fina y malla gruesa). El valor de la constante de descomposición de la hojarasca obtenido al cabo de 39 días de incubación fue de 0.0151 ( $\pm 0.00075$ ) para las bolsas con malla fina ( $-KF$ ) y de 0.0165 ( $\pm 0.00125$ ) para las bolsas con malla gruesa ( $-KG$ ). La velocidad de descomposición de la hojarasca no mostró diferencias significativas al comparar ambos tipos de bolsas ( $t = -1.782, P > 0.05$ ).

Los porcentajes de pérdida del material vegetal en el mismo intervalo de incubación fueron de 55.5 % y 52.4 % para las bolsas de malla fina y de malla gruesa, respectivamente (Tabla 1). Para las bolsas de malla gruesa el valor del porcentaje de pérdida diaria fue de 1.66 %, la vida media del material vegetal de 35.1 días y el tiempo de pérdida del 90 % del peso inicial de 54.2 días. El porcentaje de pérdida de peso por lixiviación obtenida para las bolsas de malla gruesa fue de 6.05 % y para las bolsas de malla fina de 3.81 %.

Los macroinvertebrados estuvieron representados por los Diptera (38.2 %), Trichoptera (34.8 %), Ephemeroptera (19.8 %), Coleoptera (4.1 %) , Plecoptera (2.3 %) y otros (0.8 %).

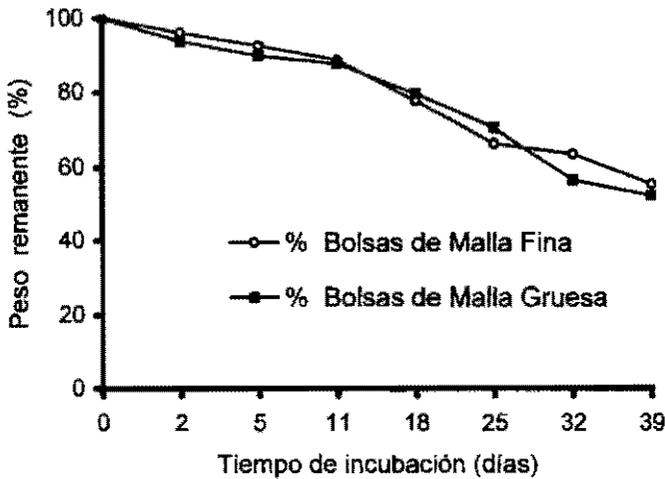


FIGURA 3. Variación del porcentaje de peso remanente en hojas de *Tabebuia rosea* para las bolsas de malla fina y malla gruesa, en el Caño Carichuano, Estado Zulia, Venezuela.

TABLA 1. Pérdida de peso en gramos y en porcentaje de hojas de *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC, en el Caño Carichuano durante 39 días de incubación en la época de sequía.

Días de Incubación	Tratamiento Malla Fina		Tratamiento Malla Gruesa	
	Peso Promedio (g)	(%)	Peso Promedio (g)	(%)
0	3.00	100.0	3.00	100.0
2	2.88	96.2	2.81	93.9
5	2.72	92.7	2.70	89.9
11	2.66	88.7	2.63	87.7
18	2.32	77.5	2.38	79.5
25	1.98	66.3	2.11	70.4
32	1.90	63.6	1.69	56.6
39	1.66	55.5	1.57	52.4

En la Tabla 2, se observan los valores de temperatura, pH y velocidad de la corriente. El análisis de correlación entre los parámetros fisicoquímicos y la tasa de procesamiento de la hojarasca no mostró relación significativa entre éstos.

TABLA 2. Variación de la temperatura, pH y velocidad de la corriente en el Caño Carichuano durante 39 días de incubación en la época de sequía.

Días de Incubación	Temp. ( °C )	pH	Velocidad de la corriente (m/seg)
2	26.0	7.78	0.22
5	25.5	7.69	0.18
11	26.0	8.40	0.31
18	26.0	8.60	0.28
25	27.0	8.40	0.14
32	26.0	8.40	0.15
39	26.5	8.50	0.15

Los valores obtenidos de la velocidad de descomposición en ambos tipos de bolsas, junto con el porcentaje de remanencia anual permiten ubicar a *T. rosea* en la categoría de procesamiento rápido descrita por Petersen y Cummins (1974), ya que en un período menor a un año, las hojas de esta especie son totalmente procesadas.

Debido a que la durabilidad de las hojas en corrientes arboladas parecen estar fuertemente influenciadas por factores específicos vinculados con cada tipo de corriente, tales como: temperatura, concentración de nutrientes en el agua y la abundancia y actividad de la microflora, micro y macroinvertebrados colonizadores (Bärlocher 1990, Bird y Kaushik 1992), así como factores inherentes a la hoja: nutrientes y composición química (Campbell y Fuchshuber 1995), resulta inconsistente categorizar a las especies vegetales considerando solamente la velocidad de su degradación. Se ha encontrado que la velocidad de descomposición puede variar contradictoriamente en diferentes regiones y espacios de tiempo (Stout 1989, Irons *et al.* 1994, Campbell y Fuchshuber 1995).

Al comparar los valores de pérdida de peso del material por efecto del lixiviado inicial con lo señalado en la literatura se encuentra que nuestros valores son bajos. Esto puede atribuirse a los bajos valores encontrados en la velocidad de la corriente (0.178 m/s)

durante el período de estudio que coincidió con el período de sequía en la zona. Por estas mismas razones, no se consideran importantes las pérdidas debidas a fragmentación mecánica y abrasión producidas por la velocidad de la corriente. Sin embargo, no se descarta que durante otros niveles de flujo superiores a los hallados en este estudio, la velocidad de la corriente acelere de manera significativa el proceso de descomposición de hojarasca. Buzby (1993) hace referencia a la importancia de los procesos físicos en la descomposición de hojarasca en corrientes tropicales.

Al examinar los valores de las tasas de procesamiento de la hojarasca en ambos tipos de bolsas se deduce que la participación de la comunidad béntica en el procesamiento de la materia orgánica gruesa es baja. Trabajos previos han mostrado la ausencia o baja densidad de macroinvertebrados de la categoría funcional de los desmenuzadores en la comunidad béntica del caño estudiado, lo que apoya la escasa participación de estos en el proceso (Rincón 1996). Estos resultados son similares a los reportados por Buzby (1993) en una corriente tropical de 2<sup>do</sup> orden, en la que la exclusión o inclusión de insectos acuáticos en las bolsas de descomposición no modificó significativamente la velocidad de procesamiento de la hojarasca. Nuestros resultados apoyan la teoría propuesta por Irons *et al.* (1994), la cual plantea la importancia relativa de los invertebrados y los microorganismos en el procesamiento del material vegetal. De acuerdo a esta teoría, existe un gradiente latitudinal en donde los invertebrados son más importantes en la descomposición de hojarasca a altas latitudes, mientras que los microorganismos adquieren mayor participación a bajas latitudes. Acorde con la misma teoría, la temperatura del agua podría ser la responsable en alto grado de este patrón latitudinal.

La carencia de relación entre los parámetros fisicoquímicos y la tasa de procesamiento de la hojarasca se explica en base a: 1) La temperatura y el pH registraron pocas fluctuaciones durante el período de estudio, y 2) el experimento se realizó en época de sequía cuando la velocidad de la corriente fue demasiado baja como para influir en el procesamiento de la hojarasca.

Los estudios futuros deben estar dirigidos a responder lo siguiente: 1) ¿Cuál será la participación de los macroinvertebrados en el proceso de descomposición durante diferentes fases del flujo?, 2) ¿Qué grupos de microorganismos participan mayormente en el proceso?, y 3) ¿Determinan los altos niveles de calcio característico de la corriente en estudio la mayor participación de Hyphomycetes acuáticos en el proceso de descomposición?

#### AGRADECIMIENTO

Al personal adscrito al Laboratorio de Limnología de la Facultad Experimental de Ciencias de la Universidad del Zulia por la colaboración prestada en la realización del proyecto y elaboración del manuscrito.

#### LITERATURA CITADA

- BÄRLOCHER, F. 1990. Factors that delay colonization of fresh alder leaves by aquatic Hyphomycetes. *Archiv fur Hydrobiologie* 119: 249-255.
- BELLO, C. 1985. Consideraciones ecológicas de los caños de la región carbonífera del Guasare, Estado Zulia. Ediluz, Maracaibo, Venezuela, 109 pp.
- BIRD, G. Y N. KAUSHIK. 1992. Invertebrate colonization and processing of maple leaf litter in a forested and an agricultural reach of a stream. *Hidrobiología* 234: 65-77.
- BOULTON, A Y P. BOON. 1991. A review of methodology used to measure leaf litter decomposition in lotic environments: Time to turn over an old leaf? *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 42: 1-43.
- BUZBY, K. 1993. Leaf decomposition in a Puerto Rican stream. *Bull. North Amer. Benthol. Soc.* 10: 156.

- CAMPBELL, I. Y L. FUCHSHUBER. 1995. Polyphenols, condensed tannins, and processing rates of tropical and temperate leaves in an Australian stream. *J. North Amer. Benthol. Soc.* 14: 174-182.
- CAMPBELL, I., K. JAMES, B. HART Y A. DEVEREAUX. 1992. Allochthonous coarse particulate organic material in forest and pasture reaches of two south-eastern Australian streams, II: Litter processing. *Freshwater Biology* 27: 353-365.
- CASAS, J. Y M. CARCELEN. 1994. Leaf packs breakdown in a karstic Mediterranean stream. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 1739-1744.
- CHAMIER, A. 1992. Water chemistry. The ecology of aquatic Hyphomycetes. Pp. 152-172, *en* F. Bärlocher (ed.), *Ecological studies* 94, Springer, Berlin.
- CHAUVET, E. 1987. Changes in the chemical composition of alder, poplar and willow leaves during decomposition in a river. *Hydrobiologia* 148: 35-44.
- CHAUVET, E., N. GIANI Y M. GESSNER. 1993. Breakdown and invertebrate colonization of leaf litter in two contrasting streams: Significance of Oligochaetes in a large river. *Canadian. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 488-495.
- CRESSA, C., E. VASQUEZ, E. ZOPPI, J. RINCÓN Y C. LÓPEZ. 1993. Aspectos generales de la limnología en Venezuela. *Interciencia* 18: 237-248.
- CUMMINS, K. 1974. Structure and function of stream ecosystems. *BioScience* 24: 631-641.
- FISHER, S. Y G. LIKENS. 1973. Energy flow in Bear Brook, New Hampshire: An integrative approach to stream ecosystem metabolism. *Ecological Monogr.* 43: 421-439.

- IRONS, J., M. OSWOOD, J. STOUT Y C. PRINGLE. 1994. Latitudinal patterns in leaf litter breakdown: Is temperature really important? *Freshwater Biology* 32: 401-411.
- JACKSON, J. Y B. SWEENEY. 1995. Present status and future directions of tropical stream research. *J. North. Amer. Benthol. Soc.* 14: 5-11.
- JENKINS, C. Y K. SUBERKROPP. 1995. The influence of water chemistry on the enzymatic degradation of leaves in streams. *Freshwater Biology* 33: 245-253.
- MUELLER-DOMBOIS, D. Y H. ELLEMBERG. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley, New York, 547 pp.
- PETERSEN, R. C. Y K. W. CUMMINS. 1974. Leaf processing in a woodland stream. *Freshwater Biology* 4: 343-368.
- PETERSEN, R., K. CUMMINS Y M. WARD. 1989. Microbial and animal processing of detritus in a woodland stream. *Ecological Monogr.* 59: 21-39.
- RINCÓN, J. E. 1996. Análisis de la comunidad de insectos acuáticos en el Caño Paso del Diablo, Guasare-Edo. Zulia. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Univ. Central de Venezuela, Caracas, 176 pp.
- SOTO, M. Y M. PIETRANGELI. 1997. Caracterización florística de un bosque semidecídúo tropical y de las comunidades vegetales establecidas luego de su perturbación. Cuenca carbonífera del Río Guasare, Estado Zulia. *Ciencia* 52: 89-110. Univ. del Zulia, Maracaibo.
- STOUT, J. 1989. Effects of condensed tannins on leaf processing in mid-latitude and tropical streams: A theoretical approach. *Canadian J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 1097-2006.

WEBSTER, J. Y E. BENFIELD. 1986. Vascular plant breakdown in freshwater ecosystems. *Annual Review Ecol. Systematics* 17: 567-594.