

Research Article

Dieta del cangrejo dulceacuícola *Bottiella niceforei* (Schmitt & Pretzmann, 1968) (Decapoda: Trichodactylidae) y su relación con el procesamiento de la materia orgánica en una corriente intermitente del noroeste de Venezuela

Raúl Pirela¹ & José Rincón¹

¹Departamento de Biología, Bloque A2, Laboratorio de Contaminación Acuática y Ecología Fluvial
Universidad del Zulia, Apartado Postal 4011, Maracaibo, Venezuela

RESUMEN. Para aproximarse al rol que tiene el cangrejo de río *Bottiella niceforei* en el procesamiento de materia orgánica, en una corriente intermitente al noroeste de Venezuela, se estudió su dieta natural, mediante el análisis del contenido del tracto digestivo entre junio 2009 y febrero 2010. Se determinó la abundancia de los cangrejos sobre la base de la proporción de individuos capturados por trampas, a lo largo del muestreo, y en cada pozo. Las mayores densidades ocurrieron en septiembre (2,7 ind trampa⁻¹), seguido de junio (2,3 ind trampa⁻¹) y julio (2,1 ind trampa⁻¹), mientras que las menores se obtuvieron de noviembre a febrero, posiblemente debido al efecto erosivo de la corriente durante la época de lluvia. No se encontraron diferencias significativas en la abundancia y dieta entre pozos. De junio a noviembre, se encontró que el ítem más abundante en la dieta fue el detrito vegetal, con una frecuencia de ocurrencia promedio de 68%; en segundo lugar, materia animal (restos de peces) con 50% y detrito vegetal amorfo con 14%. Estos resultados demuestran la importancia de la participación del cangrejo *B. niceforei* en el procesamiento de la materia orgánica en forma de hojarasca en los pozos de caño Carichuano.

Palabras clave: *Bottiella niceforei*, contenido estomacal, materia orgánica particulada gruesa, macroconsumidores, Venezuela.

Diet of the freshwater crab *Bottiella niceforei* (Schmitt & Pretzmann, 1968) (Decapoda: Trichodactylidae) and its relationship with organic matter processing in an intermittent stream of northwestern Venezuela

ABSTRACT. In order to study the role of the freshwater crab *Bottiella niceforei* in processing the organic matter in an intermittent stream of northwestern of Venezuela, we studied its natural diet by analyzing the gut contents during the period between June 2009 and February 2010. The abundance was determined based upon the proportion of individuals captured by traps throughout all the sampling period and on each pool. The highest crab densities occurred in September (2.7 ind trap⁻¹), followed by June (2.3 ind trap⁻¹) and July (2.1 ind trap⁻¹); while the lowest were obtained in November and February, possibly due to the erosive effect of the current during the rainy season. No significant differences in the abundance and diet between pools were found. During the period from June to November it was found that the most abundant item in the crab diet was the plant detritus, with an average of 68%, followed by animal matter (fish remains), 50% on the average, and amorphous vegetal detritus with 14%. These results demonstrate the important participation of *B. niceforei* on the leaf litter processing in the pools of caño Carichuano.

Keywords: *Bottiella niceforei*, gut content, coarse particulate organic matter, macro consumers, Venezuela.

Corresponding author: José Rincón (jerincon04@gmail.com)

INTRODUCCIÓN

La hojarasca procedente de la vegetación ribereña constituye la principal entrada de energía, en forma de materia orgánica particulada gruesa (MOPG), en los

ecosistemas lóticos de orden bajo (Anderson & Sedell, 1979). La MOPG es procesada por microorganismos e invertebrados fragmentadores que la transforman en seis productos principales: biomasa bacteriana, biomasa fúngica, biomasa de invertebrados fragmen-

tadores, materia orgánica disuelta (MOD), materia orgánica particulada fina (MOPF) y productos de la mineralización tales como CO_2 , NH_4^+ y PO_4^{3-} (Gessner *et al.*, 1999). Está bien documentado que los insectos acuáticos tienen un papel fundamental en el procesamiento de la MOPG en ríos de orden bajo, de Europa y Norteamérica (Allan & Castillo, 2007). Sin embargo, para las zonas tropicales de Asia, África y América se ha reportado una baja densidad de insectos fragmentadores en ríos tropicales de tierras bajas (Winterbourn *et al.*, 1981; Bunn, 1986; Yule, 1996; Rosemond *et al.*, 1998; Dudgeon & Wu, 1999; Tumwesigye *et al.*, 2000; Mathurariau & Chauvet, 2002; Rincón *et al.*, 2005; Greathouse & Pringle, 2006; Dobson *et al.*, 2007; Wantzen & Wagner, 2006). Aunque esto no parece cumplirse en Australia (Cheshire *et al.*, 2005), ni en ríos de altas elevaciones en Malaysia (Yule *et al.*, 2009).

Irons *et al.* (1994) consideraron que el procesamiento microbiano constituía el principal componente de la transformación de la MOPG en MOPF en ríos tropicales debido a las elevadas temperaturas y a la escasez de insectos fragmentadores en latitudes bajas. Mientras que otros autores consideran que, las bajas densidades de los insectos fragmentadores en los ríos tropicales pueden ser compensadas por la presencia de organismos como cangrejos, camarones y peces (Bowen, 1983; Wooton & Oemke, 1992; Dudgeon & Wu, 1999; Crowl *et al.*, 2001; March *et al.*, 2001), los cuales pueden estar actuando como macro-fragmentadores del detrito vegetal. En ríos insulares tropicales los camarones parecen ser un importante componente en el procesamiento de la materia orgánica (Crowl *et al.*, 2001; March *et al.*, 2001). En una corriente intermitente del noroeste de Venezuela, se ha observado que la mayor parte de los peces son omnívoros, encontrando un consumo elevado de material alóctono vegetal (74,4-87,3%) (O. Pomares, datos sin publicar). Dobson *et al.* (2007) reportan una alta biomasa de cangrejos dulceacuícolas (58-94%) en ecosistemas tropicales de África, indicando que un importante componente de su dieta lo constituye el detrito de origen vegetal.

El cangrejo dulceacuícola *Bottiella niceforei* pertenece a la familia Trichodactylidae y tiene una distribución restringida a la zona noroccidental de Venezuela y norte de Colombia. Esta especie parece ser bastante escasa debido a que sólo se conocen unos cuantos especímenes (Rodríguez, 1992; Magalhães & Türkay, 1996; Campos, 2005). Esto puede obedecer a su limitada capacidad de dispersión y a su relativamente baja fecundidad (Yeo *et al.*, 2008). De acuerdo a los registros obtenidos hasta la fecha, esta especie sólo se encuentra presente en la cuenca del

Lago de Maracaibo, lo que sugiere un alto grado de endemismo en su distribución. Esto plantea un aspecto importante desde el punto de vista de la conservación de sus poblaciones. Recientemente, esta especie ha sido incluida en la lista roja de especies amenazadas de la IUCN (2012). Dentro de esta misma región, en una corriente intermitente perteneciente a la cuenca del Río Guasare (Venezuela), se han recolectado ejemplares de *B. niceforei* coexistiendo con otro cangrejo de la misma familia (*Sylviocarcinus piriformis*), en abundancias moderadas (R. Pirela & J. Rincón, datos no publicados). Sin embargo, estos ambientes están sometidos a una acelerada presión antrópica, aumentando el riesgo de extinción de sus poblaciones (R. Pirela & J. Rincón, *obs. pers.*).

A pesar del alto grado de endemismo, el conocimiento sobre cangrejos de la familia Trichodactylidae, en ríos de Venezuela, es deficiente. Sólo existen algunos estudios taxonómicos y ecológicos, con alcance muy limitado (Smalley & Rodríguez, 1972; Rodríguez, 1992; López & Pereira, 1994; Pirela & Rincón, 2012), mientras que desde el punto de vista de su función en el procesamiento de la materia orgánica, existe un vacío de información. Por lo anterior resulta importante la realización de estudios que puedan cubrir estas deficiencias.

Estudios previos en la corriente intermitente bajo estudio (caño Carichuano), han reportado una baja densidad de insectos fragmentadores de MOPG (Rincón *et al.*, 2005). Esto permite suponer que existen otros organismos, como peces y cangrejos, encargados de procesar la materia orgánica en este ecosistema.

Los cangrejos de agua dulce dominan la biomasa de macroinvertebrados de algunos ríos tropicales de África y juegan papel primordial en la estructura trófica de las comunidades acuáticas, contribuyendo al reciclaje de materiales y transferencia de energía (Gherardi & Micheli, 1989). Sin embargo, poco se conoce de los hábitos y composición de la dieta de *B. niceforei*. Esto ha motivado a plantearse las siguientes preguntas: 1) ¿Qué importancia tiene la MOPG en la dieta de *B. niceforei* en una corriente intermitente tropical? y 2) ¿Habrà alguna relación entre el contenido de MOPG en el ambiente y el contenido en los tractos digestivos de *B. niceforei*? Las respuestas a estas interrogantes ayudarán a determinar la participación de este cangrejo en el procesamiento de la materia orgánica particulada gruesa (MOPG), en un río intermitente del noroeste de Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio de estudio está ubicado en el caño Carichuano (Latitud 11°7'48,5"N; Longitud 72°16'58,85"W), que

se localiza en el extremo noroccidental de Venezuela, a unos 100 km de la ciudad de Maracaibo (Estado Zulia). El caño Carichuano es una corriente intermitente de segundo orden y forma parte de la cuenca del río Guasare (Fig. 1). Este curso de agua escurre sobre suelos calcáreos y yacimientos de carbón explotables con minería superficial, por lo que la cuenca ha sido denominada cuenca carbonífera del Guasare. Por otro lado, las características físicas y químicas de las aguas que pasan por las minas de carbón han revelado que presentan una alta capacidad amortiguadora del pH (Rincón, 1994). La zona presenta un clima tropical isotérmico, con una temperatura media anual entre 26 y 28°C. El régimen anual de precipitaciones es biestacional, con una estación seca que va de diciembre a marzo y una lluviosa que se distribuye bimodalmente con dos máximas, el primero entre abril y mayo, y el segundo, de mayor magnitud, de septiembre a noviembre. La precipitación media anual es de 1.102 mm (Rincón & Santelloco, 2009).

Durante el período comprendido entre junio 2009 y febrero 2010 se efectuaron seis muestreos, utilizando trampas (nasas), de 9 cm de diámetro de entrada y 2 mm de diámetro del poro de la malla. Se seleccionaron tres pozos, en un segmento de 500 m del río, que mantuviesen volúmenes suficientes de agua para el mantenimiento de las poblaciones de cangrejos, aún durante la época seca. Cuatro trampas por pozo se colocaron al atardecer y recolectaron al amanecer del día siguiente. El cebo empleado fue alimento comercial para gatos, introducido dentro de las nasas, en bolsas de poro fino, para evitar que los animales tuviesen acceso al mismo. Los cangrejos capturados se colocaron en envases plásticos con hielo, se trasladaron al laboratorio y mantuvieron congelados hasta su análisis. La densidad de individuos se estimó mediante el conteo del número de individuos capturados en los pozos y se dividió por el número de trampas colocadas.

Para determinar la materia orgánica bentónica (MOB) se utilizó una red de Surber de 0,01 m² de área, y se colectaron cuatro muestras en cada pozo. El contenido de la red fue colocado en un tamiz de 1 mm para separar la MOPG. Luego, este material fue secado en un horno a 60°C por 48 h y, posteriormente, calcinado en una mufla a 500°C por una hora, para obtener su peso seco libre de cenizas (PSLC).

Las muestras para la determinación de oxígeno disuelto se tomaron en la parte media de la columna de agua y se utilizó el método de Winkler. La dureza total se determinó mediante métodos titulométricos (APHA, 1992). La temperatura, conductividad y el pH se determinaron en el campo mediante sensores portátiles.

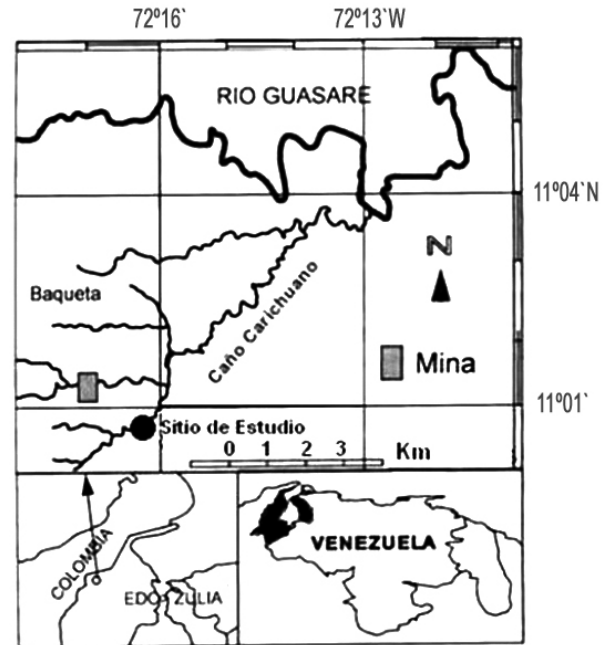


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio y ubicación del caño Carichuano, Venezuela.

En el laboratorio los organismos fueron separados por sexo según la forma del pleón. La biometría de los cangrejos se realizó con un vernier; se midió el ancho del caparazón (AC) por medio de la distancia entre indentaciones de los dos últimos dientes del margen anterolateral. Los contenidos del estómago cardíaco fueron analizados según la metodología descrita por Prejs & Colomine (1981). Las distintas categorías se cuantificaron usando los métodos de frecuencia de ocurrencia (puntos) y volumétricos. Se determinó el área que ocupa cada ítem alimentario utilizando una cápsula de petri, provista de un papel milimetrado en su parte inferior; de acuerdo a esto, se le asignó una puntuación, y la frecuencia en los puntos se determinó según Williams (1981). Se procedió a identificar los ítems alimentarios de acuerdo con las siguientes categorías tróficas: detrito vegetal, detrito amorfo, organismos animales (peces y gasterópodos) y sedimentos.

La comparación entre las variables físicas y químicas de cada pozo y entre los meses de lluvia y sequía se realizó mediante un ANOVA de una vía ($P < 0,05$). Se realizó un análisis de regresión lineal entre los componentes de la dieta y la materia orgánica bentónica. De igual forma se correlacionó la abundancia y biomasa de cangrejos con las variables morfométricas, físicas y químicas y MOPG de los pozos. Todos los análisis estadísticos fueron realizados mediante el programa GraphPad Prism for Windows versión 5.0 (San Diego California, USA).

RESULTADOS

Variaciones en las características físicas y químicas del hábitat

En la Tabla 1 se comparan los parámetros hidromorfológicos entre los pozos estudiados, encontrándose diferencias significativas ($P < 0,05$). El área y volumen del pozo 1 resultaron mayores que los medidos en los pozos 2 y 3. No se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) cuando se compararon las variables físicas y químicas entre los pozos (Tabla 2).

En julio de 2009 y de diciembre a marzo de 2010, se observó una disminución de la precipitación en la zona (Fig. 2), y consecuentemente una disminución de la profundidad y volumen de los pozos (Fig. 3). Asimismo, desde septiembre a noviembre incrementaron las precipitaciones coincidiendo con un aumento en la profundidad, pero no el volumen en octubre. En noviembre se registró la profundidad más alta durante el estudio (0,71 m), mientras que el volumen fue de 570 m³, sólo superado en septiembre donde se obtuvo un volumen general de los pozos de 575 m³. En febrero no se registraron lluvias y el volumen en los pozos fue menor que en los otros meses, mientras que la profundidad resultó mayor que en junio y julio.

Variaciones temporales en la MOPG y abundancia de los cangrejos

Los valores de MOPG mostraron variaciones temporales durante el período de estudio (Fig. 4). En junio y julio se obtuvieron valores de 129,5 y 111,3 g m⁻² respectivamente. Estos son los registros más altos obtenidos en este estudio, en comparación con el resto de los meses. En noviembre se obtuvo el valor más bajo de materia orgánica (27,2 g m⁻²).

Las densidades de cangrejos también exhibieron variaciones temporales durante el período de estudio (Fig. 5). La máxima densidad y la mayor variabilidad, a juzgar por el valor del error estándar (Fig. 5), se observó en septiembre, mientras que las más bajas ocurrieron en noviembre y febrero.

Análisis del contenido del tracto digestivo

En total se analizaron 44 estómagos. La categoría detrito vegetal resultó con el 59,8% de la frecuencia de ocurrencia y su importancia volumétrica alcanzó a 79,3% con respecto al contenido de los estómagos analizados, por lo que resultó ser el ítem predominante en la dieta. En segundo lugar se encontró la categoría organismos animales (fundamentalmente peces), con una frecuencia de ocurrencia de 52,9% y un porcentaje volumétrico de 17,2% (Figs. 6, 7). Luego, el ítem detrito amorfo y por último sedimento.

Las categorías sedimento y organismos animales fueron pocos frecuentes en la dieta de *B. niceforei* (7,1 y 14,3% respectivamente). La dominancia de detrito vegetal con respecto al resto de las categorías encontradas se mantuvo durante casi todos los meses estudiados, siendo la categoría organismos animales (principalmente peces) la segunda en importancia. Sin embargo, en febrero la categoría organismos animales ocupó un 99,5% del volumen del contenido digestivo analizado y el detrito vegetal sólo un 0,5% (Figs. 6a-6b).

En general, la dieta en los pozos estuvo constituida principalmente por detrito vegetal, detrito amorfo y organismos animales (peces) (Fig. 7), siendo más frecuente y abundante el detrito vegetal en los tractos digestivos de los cangrejos capturados en los pozos 2 y 3 que en el pozo 1. La categoría organismos animales (principalmente peces) dominó en términos de frecuencia en la dieta en el pozo 3 (Fig. 7a), mientras que en el volumen ocupado en los estómagos por esta categoría fue ligeramente más importante en el pozo 1 (Fig. 7b). El detrito amorfo sólo aparece en los pozos 1 y 2. El análisis de regresión lineal entre la MOPG bentónica y el volumen de detrito vegetal en los estómagos resultó significativa ($R^2 = 0,888$; $P = 0,016$) (Fig. 8).

DISCUSIÓN

Variaciones temporales y espaciales de las características del hábitat

Las fluctuaciones temporales del volumen y de la profundidad presentan comportamientos similares, con excepción de octubre donde las variables tienen comportamientos opuestos. Estas fluctuaciones coinciden con las variaciones en la precipitación. Los valores más bajos de estas dos variables se registraron durante febrero, junio y julio, donde el régimen de precipitaciones fue bajo. Durante el resto de los meses, los valores se incrementaron como consecuencia del inicio de la temporada de lluvias. Estos resultados concuerdan con otros estudios realizados en la zona (Rincón & Cressa, 2000; Urribarrí & Rincón 2010).

Variaciones temporales en la abundancia de los cangrejos y MOPG disponible

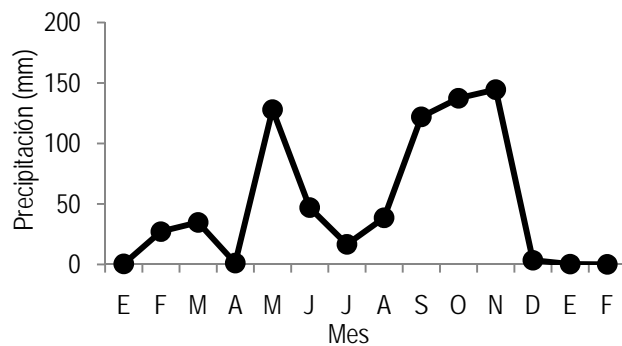
Los valores elevados de MOB observados en junio y julio probablemente resultan como consecuencia de la disminución de las precipitaciones durante la época seca, lo cual provoca un aumento de la capacidad de retención en la corriente al disminuir el flujo de agua del río manteniendo la hojarasca por mayor tiempo

Tabla 1. Valores medios, máximos y mínimos de las variables hidromorfométricas para cada pozo estudiado (río caño Carichuano, Venezuela).

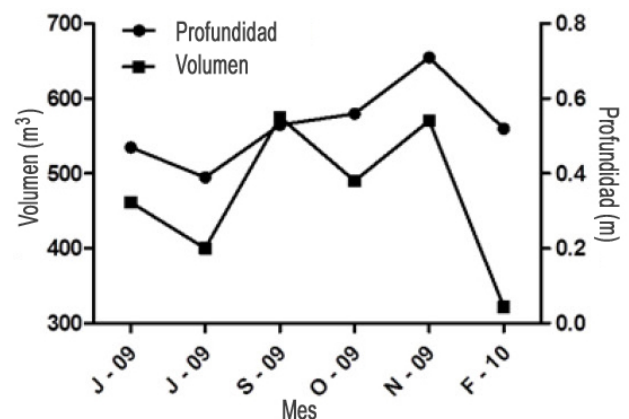
Parámetros	Pozo 1			Pozo 2			Pozo 3		
	Media	Max.	Mín.	Media	Max.	Mín.	Media	Max.	Mín.
Largo (m)	38,8	50	27	20,4	25,7	6	31,5	33	30
Ancho (m)	11,8	13	10	8,6	10	7	7,1	8	5
Profundidad (m)	0,6	0,8	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7	0,4
Área (m ²)	456,4	1360	324	172,5	218,5	133	175,3	260,7	150
Volumen (m ³)	248,1	256,2	181,4	84,4	98,3	69,1	118,1	150	118,1

Tabla 2. Valores medios, máximos y mínimos de las variables fisicoquímicas para cada pozo estudiado (río caño Carichuano, Venezuela).

Parámetros	Pozo 1			Pozo 2			Pozo 3		
	Media	Max.	Mín.	Media	Max.	Mín.	Media	Max.	Mín.
OD (mg L ⁻¹)	6,9	7,2	6,6	7,3	7,2	6,6	6,5	7,8	5
Dureza (mg CaCO ₃)	135,4	165,1	110,1	127,3	152,1	102,1	134,1	159,2	106,1
T°(C)	27,4	28,2	27,0	27,2	27,9	26,8	27,4	28,	26,4
pH	8,1	8,7	7,1	8,3	8,7	7,1	8,1	8,7	7,2
Conductividad (μS cm ⁻¹)	330,4	481	190,9	315,5	436	182,1	317,3	455	184,7
TDS (mg L ⁻¹)	182,4	242	126,1	177	231	127,7	175,3	229	130

**Figura 2.** Precipitación mensual del sitio de estudio obtenida en la estación meteorológica Carichuano de enero 2009 a febrero 2010.

en el fondo de los pozos. Esto puede coincidir con una mayor caída de hojarasca debido al estrés hídrico, provocado por la ausencia de precipitaciones, como ha sido reportado para regiones de clima seco y sabanas tropicales (Wantzen *et al.*, 2008). La disminución de la MOPG bentónica de octubre a noviembre coincide con el incremento de las precipitaciones durante ese período. El incremento del flujo provoca un aumento de la capacidad erosiva del río y, en consecuencia, un mayor arrastre de la hojarasca acumulada en los

**Figura 3.** Variaciones temporales de la profundidad y volumen de los pozos del río caño Carichuano, Venezuela.

pozos. Además, la tasa de caída de hojarasca, en este sistema, disminuye durante los períodos de altas precipitaciones (Rincón, 2009). Las condiciones hidrológicas observadas en noviembre indicaban una reciente crecida del río, que pudo haber ocasionado el lavado de MO y organismos. Un factor que pudiese influir en la baja acumulación de materia orgánica, registrado en febrero, sería la tasa de caída de la hojarasca. En ríos tropicales la sincronización en

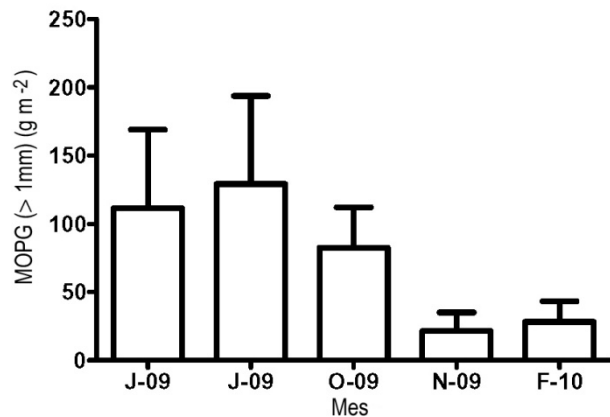


Figura 4. Total de MOPG (>1 mm) durante todo el periodo de estudio, en los tres pozos del río caño Carichuano, Venezuela.

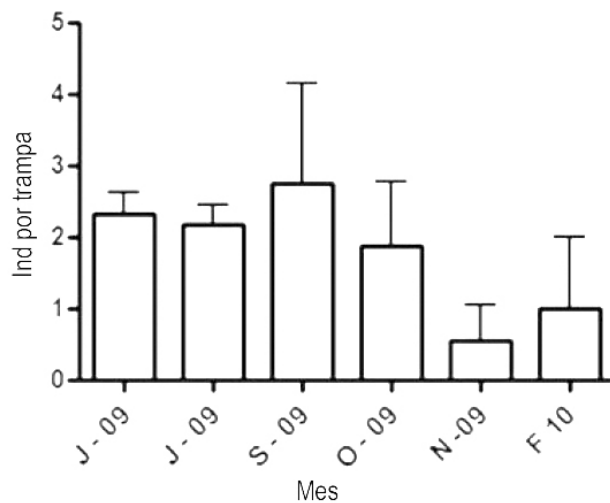


Figura 5. Variaciones temporales en la abundancia de *Bottiella niceforei* durante el período de estudio.

la caída de la hojarasca no obedece a cambios de temperatura ni a la extensión del día como en los ríos de las zonas templadas (Benfield, 1997; Pozo *et al.*, 1997), pudiendo ser asincrónica en los bosques ribereños húmedos tropicales y más o menos sincrónica como en los bosques secos tropicales (Wantzen *et al.*, 2008). Esto se debe a que la diversidad de plantas, en un bosque tropical, formado por árboles deciduos y semideciduos, aun cuando se presenta la estación seca, la caída de la hojarasca no ocurre al mismo tiempo en todas las especies para una determinada estación.

Los valores más bajos de densidad de cangrejos observados en los pozos durante octubre y noviembre se atribuyen a las repetidas crecidas observadas desde mediados de septiembre hasta noviembre (período de

lluvias), que pueden haber arrastrado los cangrejos río abajo al incrementar el efecto erosivo de las corrientes o dificultado su captura al estar ocultos en refugios en las márgenes del pozo. Por el contrario, la mayor abundancia observada durante junio y julio están relacionadas con la disminución del efecto erosivo de la corriente bajo condiciones del flujo base durante los meses secos. Las variaciones temporales observadas en las densidades poblaciones de *B. niceforei* parecen estar reguladas por los grandes cambios hidrológicos que experimenta esta corriente intermitente durante el ciclo anual de precipitaciones. Urribarrí & Rincón (2010) han evidenciado cambios en las comunidades de macroinvertebrados bentónicos ocasionados por los cambios hidrológicos de esta corriente como resultado de los patrones de precipitación en la zona. De igual modo las poblaciones de cangrejos dulceacuícolas han mostrado fluctuaciones relacionadas con eventos perturbadores producidos por los cambios hidrológicos durante las estaciones seca y lluviosa en África (Dobson *et al.*, 2007).

Variación en la dieta de *Bottiella niceforei*

El ítem detrito vegetal fue superior, tanto en frecuencia como en volumen, al ítem organismos animales, con excepción de febrero donde prevaleció esta última categoría, principalmente peces. Se puede sospechar que una alta frecuencia de peces en los estómagos de los cangrejos, esté relacionada con la entrada de estos en las trampas, ya que al permanecer dentro de las trampas pudieron ser consumidos con facilidad por los cangrejos capturados pudiendo, de la misma forma, contribuir con gran parte del contenido en los tractos digestivos. Esta condición pudo darse en febrero, debido a que permanecieron por un mayor tiempo dentro de las trampas, lo que puede explicar la frecuencia de ocurrencia mayor de peces que detrito vegetal (West & Williams, 1986). Otros autores atribuyen la elevada frecuencia de peces en la dieta del cangrejo *Callinectes similis* por los restos que han sido descartados en las redes (Paul, 1981). La presencia de detrito amorfo se puede explicar por la disponibilidad de MOPF acumulada en los pozos, pero no se descarta que se trate de materia vegetal y animal altamente digerida por los cangrejos.

A pesar de la alta densidad de gasterópodos *Thiara granifera* y *Melanoide tuberculata* en la sección del río estudiada, sólo se observó un ejemplar de *Thiara* dentro de los tractos digestivos de *B. niceforei* en octubre. Se supone que la ingestión de este organismo pudo ser accidental mientras exploraba otro recurso alimenticio, dada la baja frecuencia y el pequeño tamaño del ejemplar. Este comportamiento también ocurre en varias especies de cangrejos *Brachyura*

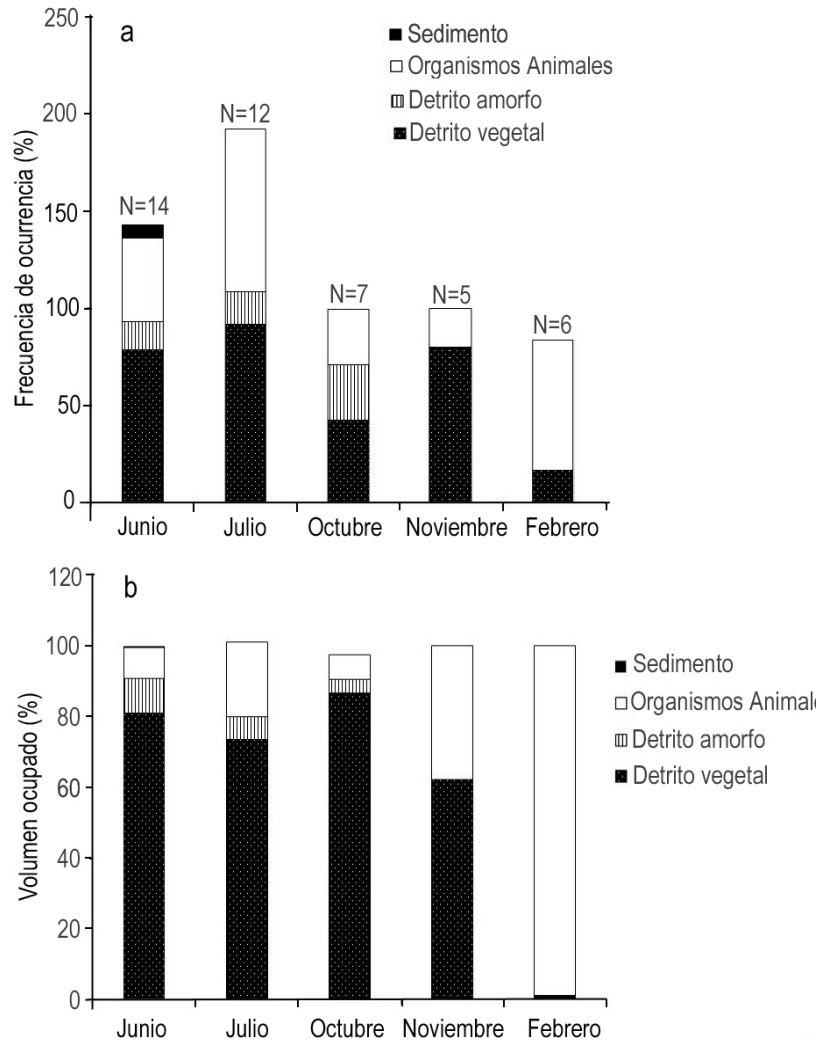


Figura 6. a) Frecuencia de ocurrencia (%) de las categorías alimentarias, b) promedio general de la importancia volumétrica en los pozos de las categorías alimentarias en la dieta de *Bottiella niceforei* durante el período de estudio.

(Choy, 1986; Branco, 1996; Carqueija & Gouvêa, 1998; Carmona & Conde 2005; Oliveira *et al.*, 2006). Lo mismo se puede explicar para el ítem sedimento, por lo que se consideran elementos menos indispensables en la dieta de *B. niceforei*. El sedimento, en aspecto parecido al carbón, ha formado parte de la dieta de otros invertebrados de este caño, como lo constataron Herrera & Rincón (datos no publicados) en la dieta de algunos insectos acuáticos. Hay que recordar que el río escurre sobre un yacimiento de carbón explotable a cielo abierto, por lo que no debe resultar raro la presencia de pequeñas partículas de mineral en los sedimentos de pozos y rápidos.

Aunque la dieta a base de detrito vegetal y peces se mantiene durante todo el estudio, cuando se compara la dieta mediante el método volumétrico, se encuen-

tran algunas desproporciones de los ítems consumidos a lo largo del tiempo, quedando en algunos casos, sobrestimada la importancia de un ítem alimentario, debido a que no se considera la acumulación de un alimento en el estómago por su grado de digestión (Hyslop, 2006). Sin embargo, ambos métodos demuestran la necesidad del recurso detrito vegetal, indicando la actividad detritívora de *B. niceforei* como fragmentador.

La alta correlación entre la MOPG disponible en el ambiente y la cantidad de MOPG contenida en el estómago de *B. niceforei* parece sugerir su rol clave en el procesamiento de la materia orgánica en el caño Carichuano. Otros estudios han relacionado los puntos de un ítem alimentario con la abundancia de un recurso (Evans & Dodds, 2003; Carmona & Conde 2005; Oliveira *et al.*, 2006). En cuanto la dieta a base

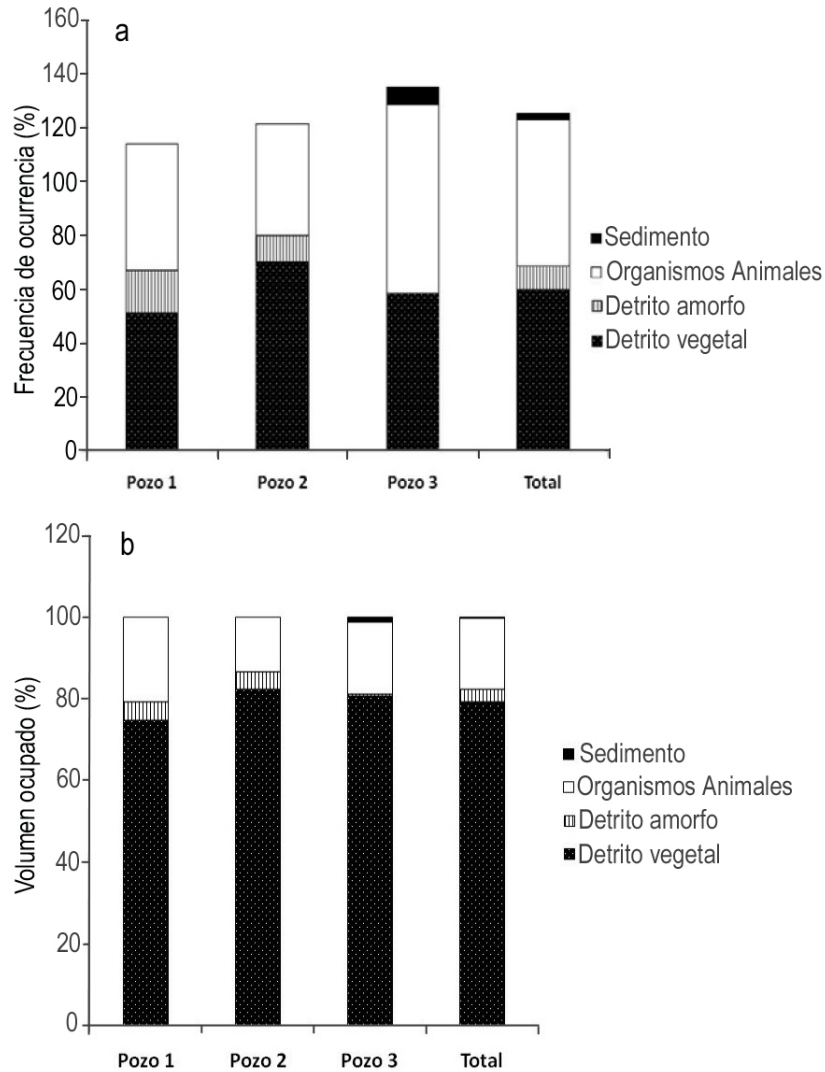


Figura 7. a) Variación espacial de las frecuencias de ocurrencias (%) de las categorías alimentarias, b) variación espacial en los pozos de los ítems alimentarios durante el período de estudio.

de peces, se considera que puede proveer una gran cantidad de energía y proteínas, mientras que el material vegetal alóctono en los ríos es de difícil procesamiento para los invertebrados, por lo que este debe ser previamente colonizado (acondicionado) por hongos y bacterias que descomponen la celulosa y la lignina, para ser procesada por los fragmentadores (Kaushik & Hynes, 1971; Bärlocher & Kendrick, 1974). Además, para capturar las presas debe ocurrir un gasto energético mayor a la búsqueda de hojarasca, y en el caso de que sean carroñeros, hay una menor probabilidad de encontrar peces muertos que hojarasca en el río.

La importancia de los peces dentro de la dieta de *B. niceforei* puede estar relacionada con el suministro de algún elemento nutritivo complementario carente en el

material vegetal, como un aminoácido específico o mayor cantidad de calcio, ya que este ítem es frecuente en el tracto de los cangrejos durante todo el estudio. En todo caso, algunos estudios no muestran variaciones significativas en la dominancia de los principales ítems consumidos durante un período de estudio, no permitiendo asignar estos organismos a un grupo trófico definido (Evans & Dodds, 2003; Oliveira *et al.*, 2006).

Si bien la densidad de cangrejos de *B. niceforei* no es notablemente más abundante que el resto invertebrados acuáticos en este río, probablemente debido a su tamaño representa una biomasa mayoritaria con respecto al total de invertebrados acuáticos, (Pirela & Rincón, 2012). Además, de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia de la dieta obtenida en este

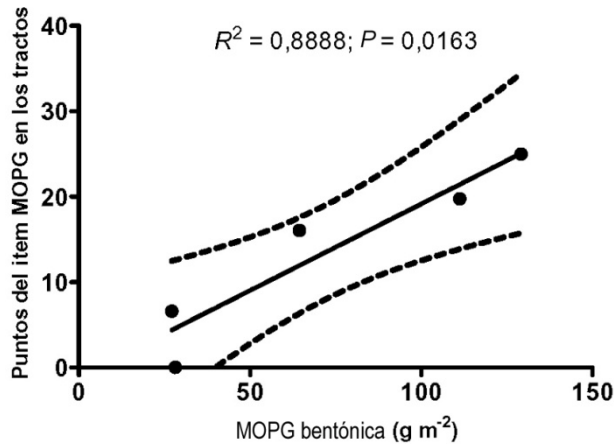


Figura 8. Regresión lineal entre el porcentaje del volumen ocupado por el detrito vegetal (MOPG) en el tracto digestivo de *Bottiella niceforei* y la MOPG bentónica disponible en los pozos del río caño Carichuano.

estudio se da soporte a las observaciones que resaltan la importancia de los macroconsumidores en el procesamiento de detrito vegetal en ríos tropicales de tierras bajas (Crowl *et al.*, 2001; March *et al.*, 2001; Shofield *et al.*, 2001; Mantel & Dudgeon, 2004; De Souza & Moulton, 2005). Este aspecto trófico y el estado de endemismo de sus poblaciones le confieren gran importancia desde el punto de vista de la conservación de sus poblaciones.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a la División de Estudios Básicos Sectoriales de la Facultad Experimental de Ciencias de la Universidad de Zulia por toda la ayuda prestada para la movilización y transporte al área de estudio. A los estudiantes Maidelys Gonzalez, Gloriana Medrano y Juan Arias por su asistencia en las labores de campo. Así mismo, deseamos agradecer al Dr. Ingo Wehrtmann por la gentil invitación que nos hizo para participar del Simposio de Decápodos de Agua Dulce durante el desarrollo del I Congreso Latinoamericano de Macroinvertebrados Acuáticos celebrado en Febrero de 2012, en la ciudad de San José, Costa Rica.

REFERENCIAS

Allan, J.D. & M.M. Castillo. 2007. Stream ecology: structure and function of running waters. Springer, Dordrecht, 436 pp.

- Anderson, N.H. & J.R. Sedell. 1979. Detritus processing by macro invertebrates in stream ecosystems. *An. Rev. Ecol. Syst.*, 24: 351-377.
- American Public Health Association (APHA). 1992. AWWA, WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington, 815 pp.
- Bärlocher, F. & B. Kendrick. 1974. Dynamics of fungal populations of leaves in a stream. *J. Ecol.*, 62: 761-771.
- Benfield, E.F. 1997. Comparison of litterfall input to streams. *J. North. Am. Benth. Soc.*, 16: 10-108.
- Bowen, S.H. 1983. Detritivory in neotropical fish communities. *Environ. Biol. Fish.*, 9(2): 137-144.
- Branco, J.O. 1996. Variações sazonais e ontogénicas na dieta natural de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) na lago de Conceição, Florianópolis. *Arq. Biol. Tec.*, 39(4): 999-1012.
- Bunn, S.E. 1986. Origin and fate of organic matter in Australian upland streams. In: P. De Decker & W.D. Williams (ed.). *Limnology in Australia*. Kluwer Academic Publishers Group, Dordrecht, pp. 277-291.
- Campos, M.R. 2005. Freshwater crabs from Colombia: a taxonomic and distributional study. Family Trichodactylidae H. Milne Edwards, 1853. Editora Guadalupe, Bogotá, 363 pp.
- Carmona, C.A. & J.E. Conde. 2005. The natural diet of *Arenaeus cribarius* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) on two arid beaches in western Venezuela, Caracas. *Venezuelan Inst. Sci. Res. (IVIC)*, 78(5): 522-541.
- Carqueija, C.R. & E.P. de Gouvêa. 1998. Hábito alimentar de *Callinectes larvatus* Ordway (Crustacea, Decapoda, Portunidae) no Manguezal de Jiribatuba, Baía de Todos os Santos, Bahia. *Rev. Bras. Zool.*, 15(1): 273-278.
- Cheshire, J., A. Williams & P. Kerswill. 2005. Phonology, grammar, and discourse in dialect convergence. In: P. Auer, F. Hinskens & P. Kerswill (eds.). *Dialect change, convergence and divergence in European languages*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 135-167.
- Choy, S.C. 1986. Natural diet and feeding habits of the crabs *Liocarcinus puber* and *L. holsatus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 31: 87-99.
- Crowl, T.A., W.H. McDowell, A.P. Covich & S.L. Johnson. 2001. Freshwater shrimp effects on detrital processing and nutrients in a tropical headwater stream. *Ecology*, 82(3): 775-783.
- De Souza, M. & T. Moulton. 2005. The effects of shrimp on benthic material in a Brazilian island stream. *Freshw. Biol.*, 50(4): 592-602.

- Dobson, M., A.M. Magama, J. Lancaster & J.M. Mathooko. 2007. Aseasonality in the abundance and life history of an ecologically dominant freshwater crab in the Rift Valley, Kenya. *Freshw. Biol.*, 52: 215-225.
- Dudgeon, D. & K.K. Wu. 1999. Leaf litter in a tropical stream food or substrate for macroinvertebrates? *Arch. Hydrobiol.*, 146: 65-82.
- Evans, M.A. & W.K. Dodds. 2003. Ecosystem significance of crayfishes and stone roles in a prairie stream: functional differences between co-occurring omnivores. *J. North. Am. Benth. Soc.*, 22(3): 423-441.
- Gessner, M.O., E. Chauvet & M. Dobson. 1999. A perspective on leaf litter breakdown in streams. *Oikos*, 85(2): 377-384.
- Gherardi, F. & F. Micheli. 1989. Relative growth and population structure of the freshwater crab *Potamon potamios palestinensis*, in the Dead Sea area (Israel). *Israel J. Zool.*, 36: 133-145.
- Greathouse, E.A. & C.M. Pringle. 2006. Does the river continuum concept apply on the tropical island? Longitudinal variation in a Puerto Rican stream. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 63(1): 134-152.
- Hyslop, E.J. 2006. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, 17: 411-429.
- Irons, J.G., M.W. Oswood, J.R. Stout & C.M. Pringle. 1994. Latitudinal patterns in leaf litter breakdown: is temperature really important? *Freshw. Biol.*, 32(2): 401-411.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2012. Red list of threatened species. Version 2012. 1. www.iucnredlist.org. Downloaded on. Reviewed: 4 July 2012.
- Kaushik, N.K. & H.B. Hynes. 1971. The fate of dead leaves that fall into stream. *Arch. Hydrobiol.*, 68: 465-515.
- López, B. & G. Pereira. 1994. Contribución al conocimiento de los crustáceos y moluscos de la península de Paria/Parte I: Crustacea: Decapoda. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.*, 54(141): 51-75.
- Magalhães, C. & M. Türkay. 1996. Taxonomy of the neotropical freshwater crab family Trichodactylidae, I. The generic system with description of some new genera (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Senckenb. Biol.*, 75: 63-95.
- Mantel, S.K. & D. Dudgeon. 2004. Growth and production of a tropical predatory shrimp, *Macrobrachium hainanense* (Palaemonidae), in two Hong Kong streams. *Freshw. Biol.*, 49(10): 1320-1336.
- March, J.G., J.P. Benstead, C.M. Pringle & M.R. Rubel. 2001. Linking shrimp assemblages with rates of detrital processing along an elevation gradient in a tropical stream. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 58: 470-478.
- Mathuariu, C. & E. Chauvet. 2002. Breakdown of litter in a neotropical stream. *J. North. Am. Benthol. Soc.*, 21(3): 384-396.
- Oliveira, A., T.K. Pinto, S. Devora & F. D'Incao. 2006. Dieta natural do siri azul *Callinectes sapidus* (Decapoda, Portunidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, Rio Grande, Brasil. *Iheringia Ser. Zool.*, 96(3): 305-313.
- Paul, R.K. 1981. Natural diet, feeding and predatory activity of the crabs *Callinectes arcuatus* and *C. toxotes* (Decapoda, Brachyura, Portunidae). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 6(1): 91-99.
- Pirela, R.E. & J.E. Rincón. 2012. Biomasa del cangrejo *Bottiella niceforei* (Schmitt & Pretzmann, 1968) (Crustacea, Decapoda, Trichodactylidae) mediante el empleo de trampas en tres pozos del río caño Carichuano (Guasare, Venezuela). *Biotemas*, 25(2): 45-52.
- Pozo, J., E. González, J.R. Diez, J. Molinero & A. Elozegi. 1997. Inputs of particulate organic matter to streams with different riparian vegetation. *J. North. Am. Benthol. Soc.*, 16: 602-611.
- Prejs, A. & G. Colomine. 1981. Análisis del contenido del tracto digestivo. Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces. Universidad Central de Venezuela, Caracas, pp. 23-46.
- Rincón, J. 1994. Evaluation of coal mining impacts on water quality of a neotropical stream. *Verh. Internat. Verein Limnol.*, 25: 1847-1852.
- Rincón, J. 2009. Los insectos acuáticos como procesadores de la materia orgánica en ríos tropicales. In: J. Arrivillaga, M. El Souki & B. Herrera (eds.). Enfoques y temáticas en entomología. Sociedad Venezolana de Entomología. Astro Data, Maracaibo, pp. 255-272.
- Rincón, J. & C. Cressa. 2000. Temporal variability of macroinvertebrate assemblages in a neotropical intermittent stream in northwestern Venezuela. *Arch. Hydrobiol.*, 148(3): 421-432.
- Rincón, J. & R. Santelloco. 2009. Aquatic fungi associated with decomposing *Ficus* sp. leaf litter in a neotropical stream. *J. North. Am. Benthol. Soc.*, 28(2): 416-425.

- Rincón, J.E., I. Martínez, E. León & N. Avila. 2005. Procesamiento de la hojarasca de *Anacardium excelsum* en una corriente intermitente tropical del noroeste de Venezuela. *Interciencia*, 30(4): 228-234.
- Rodríguez, G. 1992. The freshwater crabs of America: Family Trichodactylidae and supplement to the Family Pseudothelphusidae. *Faune Tropicale* 31, IRD Editions, 189 pp.
- Rosemond, A.D., C.M. Pringle & A. Ramírez. 1998. Macro consumer effects on insect detritivores and detritus processing in a tropical stream. *Freshw. Biol.*, 39(3): 515-523.
- Shofield, K.A., C.M. Pringle, J.L. Meyer & A.B. Sutherland. 2001. The importance of crayfish in the breakdown of rhododendron leaf litter. *Freshw. Biol.*, 46(9): 1191-1204.
- Smalley, A. & G. Rodríguez. 1972. Trichodactylidae from Venezuela, Colombia and Ecuador (Crustacea: Brachyura). *Tulane Stud. Zool. Bot.*, 17: 41-55.
- Tumwesigye, C., S.K. Yusuf & B. Makanga. 2000. Structure and composition of benthic macro invertebrates of a tropical forest stream, River Nyamweru, western Uganda. *African J. Ecol.*, 38(1): 72-77.
- Urribarrí, P.A. & J. Rincón. 2010. Recolonización de macroinvertebrados bentónicos en una corriente intermitente del noroeste de Venezuela. *Bol. Cent. Invest. Biol.*, 44(1): 63-82.
- Wantzen, K.M. & R. Wagner. 2006. Detritus processing by invertebrate shredders. A neotropical-temperate comparison. *J. North. Am. Benthol. Soc.*, 25: 216-232.
- Wantzen, K.W., J. Mathooko, C. Yule & C. Pringle. 2008. Organic matter processing in tropical streams. In: D. Dudgeon (ed.). *Tropical stream ecology*. Academic Press, Oxford, 316 pp.
- West, D.L. & A.H. Williams. 1986. Predation by *Callinectes sapidus* (Rathbun) within *Spartina alterniflora* (Loisel) marshes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 100(1-3): 75-95.
- Winterbourn, M.J., S. Rounic & B. Cowie. 1981. Are New Zealand streams ecosystem really different? *J. Mar. Freshw. Res.*, 15(3): 321-328
- Williams, M.J. 1981. Methods for analysis of natural diet in portunid crabs (Crustacea: Decapoda: Portunidae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 52(1): 103-113.
- Wootton, J.T. & M.P. Oemke. 1992. Latitudinal differences in fish community trophic structure, and the role of fish herbivory in a Costa Rican stream. *Environ. Biol. Fish.*, 35(3): 311-319.
- Yeo, D., P. Ng, N. Cumberlidge, C. Magalhaes, S. Daniels. & M. Campos. 2008. Global diversity of crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) in freshwaters. *Hydrobiologia*, 595: 275-286.
- Yule, C.M. 1996. Trophic relationships and food webs of the benthic invertebrate fauna of two aseasonal tropical streams on Bougainville Island, Papua New Guinea. *J. Trop. Ecol.*, 12(4): 517-534.
- Yule, D.L., J.D. Stowell, D.R. Schreiner, L.M. Evrard, M. Balge & T.R. Hrabik. 2009. Can pelagic forage fish and spawning cisco (*Coregonus artedii*) biomass in the western arm of lake Superior be assessed with a single summer survey? *Fish. Res.*, 96: 39-50.

Received: 5 July 2012; Accepted: 5 September 2012