

VARIACIÓN DIARIA DE LA DERIVA DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y DE MATERIA ORGÁNICA EN LA CABECERA DE UN RÍO TROPICAL DE MONTAÑA EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO, COLOMBIA

Daily Periodicity of Microinvertebrate Drift and Organic Matter in a Tropical Mountain Stream, Nariño, Colombia

JAVIER RODRÍGUEZ^{1,2}, M.Sc., RODULFO OSPINA³, Ph. D.,
MANUEL BERRÍO³, Biólogo, BELISARIO CEPEDA³, M.Sc.,
GUSTAVO CASTELLANOS⁴, Biólogo, MÓNICA VALENCIA^{2,5}, Bióloga.

¹Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básica, Universidad
del Magdalena, Ciudad Universitaria, Santa Marta, Colombia.

jarodriguezba@unal.edu.co

²Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad
Nacional de Colombia, Sede Bogotá, AA 14490, Bogotá, Colombia.

³Departamento de Biología, Universidad de Nariño, Calle 18 Carrera
50, Ciudad Universitaria, Pasto, Colombia. becequi2000@gmail.com

⁴Departamento de Biología, Universidad del Valle,
Ciudad Universitaria, Cali, Colombia. latimeria80@hotmail.com

⁵mvalenciaro@unal.edu.co

Presentado 22 de agosto de 2005, aceptado 7 de febrero de 2006, correcciones 14 de agosto de 2006.

RESUMEN

La presente contribución describe la variación de la deriva de macroinvertebrados acuáticos y de materia orgánica particulada gruesa (MOPG) durante un ciclo diario en dos tramos de un río de la vertiente occidental de la cordillera occidental en el departamento de Nariño, Colombia. Se colectaron un total de 1.012 individuos (abundancia total) de los cuales el taxón de mayor abundancia correspondió a *Ephemeroptera* con 422 individuos. La densidad de deriva de macroinvertebrados acuáticos en el primer tramo (río de primer orden) fue mayor en horas del día y la deriva de MOPG fue mayor en horas de la noche. La densidad de deriva de macroinvertebrados acuáticos en el segundo tramo (río de segundo orden) fue mayor en horas de la noche y la deriva de MOPG fue mayor en horas de la mañana. Con el objeto de aproximarnos al río como un sistema de interacciones causales entre el medio físico y las comunidades y entre los organismos que las conforman, interpretamos nuestras observaciones en el marco de referencia de la teoría de ecosistemas que presentan vigencia en la actualidad.

Palabras clave: macroinvertebrados, deriva, patrón diario, quebradas tropicales de montaña.

ABSTRACT

The present contribution describes the variation of aquatic macroinvertebrates drift and coarse particulate organic matter (MOPG) during a daily cycle in two stream sections of the western mountain range in Nariño, Colombia. A total of 1012 individuals were collected (total abundance). The greater abundance corresponded to *Ephemeroptera* with 422 individuals. Drift density of aquatic macroinvertebrates in the first section (first order river) was superior in hours of the day and the drift of MOPG was larger at night. The drift density of aquatic macroinvertebrates in the second section (second order river) was superior at night and the drift of MOPG was larger in the morning. Approaching the river as a system of causal interactions between the physical environment and the communities and between the organisms that conform them, we within the framework interpreted our observations of reference to the current theory of ecosystems present/display.

Key words: Microinvertebrates, Drift, Daily Pattern, Tropical mountain stream

INTRODUCCIÓN

Las corrientes han sido descritas desde el punto de vista físico, como sistemas que tienden al equilibrio dinámico, entre procesos erosivos y de depositación (Leopold *et al.*, 1964). En este contexto las estimaciones del material transportado por la corriente, entre ellas la deriva de material orgánico particulado, y de organismos de las comunidades acuáticas son un valioso descriptor de la dinámica del río (Gurtz *et al.*, 1980; Golladay *et al.*, 1987; Wallace *et al.*, 1991; Benfield *et al.*, 2000). Por otra parte, en los ecosistemas lóticos tropicales, ante la ausencia de estacionalidad, las fluctuaciones de caudal y el tipo de sustrato, pueden constituirse en el principal factor estructurador de las comunidades de organismos acuáticos (Turcotte y Harper, 1984; Quiñónez *et al.*, 1998). El efecto de estas variaciones de caudal puede manifestarse a diferentes niveles de la escala temporal pero las variaciones periódicas, estacionales o de ciclo diario se constituyen en condiciones permanentes a las cuales los organismos han debido responder adaptativamente. Este trabajo buscó determinar las diferencias entre dos corrientes de distinto orden en las cabeceras de una cuenca tropical de montaña en cuanto a la variación diaria de dos componentes dinámicos del sistema como son: La MOPG transportada por la corriente y la densidad de macroinvertebrados acuáticos en la deriva. En este sentido se pretende probar la hipótesis que en la corriente de orden mayor el transporte total y la densidad de deriva de materia orgánica y de organismos deben ser significativamente mayores que en la corriente de orden menor. Por otra parte, la zona de estudio corresponde a una cuenca de gran pluviosidad en el piedemonte nariñence lo que debe favorecer la expresión de estas diferencias entre dos corrientes de un mismo sistema.

MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo entre el 6 al 9 de abril del año 2004 en dos cauces de la cuenca del río Peje (río y quebrada), al interior de la Reserva Natural río Nambí, ubicada sobre la vertiente pacífica de los Andes (departamento de Nariño) entre un gradiente altitudinal de 1.500-1.600 msnm aproximadamente. El área se caracteriza por presentar una precipitación anual mayor de 7.100 mm y numerosos ríos de primero y segundo orden, los cuales poseen corrientes turbulentas, con alta concentración de oxígeno disuelto y aguas transparentes debido a la fuerte pendiente y la dureza del sustrato que se manifiesta en rocas masivas que intervienen en su curso.

TOMA DE DATOS

En cada río se seleccionó un tramo de 10 m aproximados de pendiente leve, cubierto por vegetación riparia. Se realizaron un total de cinco muestreos (un muestreo cada cuatro horas), abarcando un ciclo diario de 24 horas. Se diseñaron tres trampas de deriva (dos ubicadas en el río y una en la quebrada), que presentaban un tamaño ajustado a la altura de la columna de agua para condiciones de flujo normal (estas trampas presentaron un área de 0,125 m² y ojo de malla de 0,5 mm). Las muestras fueron colectadas en bolsas de calibre grueso y preservadas en alcohol al 70%. En el laboratorio fueron separadas las muestras de macroinvertebrados de la MOPG retenida por las redes.

Deriva de macroinvertebrados acuáticos. Después de ser identificados hasta el nivel de orden (nivel taxonómico utilizado para el análisis) y contados en campo se calculó la densidad de deriva, la cual fue calculada dividiendo el número de estos organismos en cada muestra por el volumen de agua que pasó en las redes de deriva, de acuerdo a la ecuación modificada de Hauer y Lamberti (1996):

$$D = (Ab)/(T.V.A) \quad (1)$$

En la que, D es la densidad de la población de macroinvertebrados derivantes, (No. m⁻³), Ab corresponde a la abundancia de la población de derivantes, T es el tiempo de exposición de la red, V es la velocidad de la corriente en la boca de la red (m/s) y A representa el área sumergida de la red en m².

Deriva de MOPG. Simultáneamente a la separación de los macroinvertebrados derivadores se reunió la MOPG colectada en el ciclo de 24 horas por cada trampa y realizó el secado en estufa y la cuantificación del peso seco para cada muestra. La masa de MOPG derivante se calculó con base a la siguiente formula:

$$D = (g)/(T.V.A), \text{ en la que} \quad (2)$$

D = densidad de deriva de MOPG, por metro cúbico, g = gramos de MOPG, T = Tiempo de exposición de la red (24 horas), V = Velocidad de la corriente en la boca de la red (m/seg) y A = Área sumergida de la red.

Caudales. Cada 4 horas y durante un periodo de 24 horas se realizaron mediciones del caudal en un punto fijo de cada estación con base en la batimetría del la sección transversal correspondiente a un tramo recto, de sección más o menos uniforme y de pendiente relativamente constante.

Análisis estadístico. Previo al desarrollo de las pruebas estadísticas, se probaron los supuestos de aleatoriedad de residuos (prueba de corridas arriba y debajo de la mediana), homogeneidad de varianza (prueba de Bartlett) y normalidad (bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov-K-S), mostrando un comportamiento aleatorio de las variables, pero los supuestos de normalidad y homogeneidad resultaron no ser cumplidos, por lo que todo el análisis estadístico fue hecho con base en pruebas no paramétricas. La prueba K-S fue utilizada para comparar los valores de deriva durante el día y la noche.

RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los valores de los caudales, densidad de deriva de Materia Orgánica Particulada Gruesa (MOPG) y densidad de deriva de organismos obtenidos en las dos corrientes durante el periodo de estudio.

Hora	Quebrada				Río			
	Caudal (m ³ .s ⁻¹)	MOPG (g.m ⁻³)	Deriva (ind.m ⁻³)	Abundancia (No. Ind.)	Caudal (m ³ .s ⁻¹)	MOPG (g.m ⁻³)	Deriva (ind.m ⁻³)	Abundancia (No. Ind.)
07:00	0,081	0,11	0,55	8	0,3340	0,0594	1,03	67
11:00	0,081	0,12	3,20	49	0,3550	0,0569	1,49	94
15:00	0,046	0,07	1,25	16	0,3410	0,0314	1,74	177
19:00	0,020	0,028	1,15	25	0,2530	0,0493	1,68	105
23:00	0,126	0,077	0,28	4	0,3430	0,0533	4,64	353
03:00	0,078	0,194	0,41	6	0,4100	0,0106	1,74	108

Tabla 1. Deriva de macroinvertebrados acuáticos y de Materia Orgánica Particulada Gruesa (MOPG), en la quebrada y el río durante un ciclo diario.

CAUDALES

La diferencia de caudales entre las corrientes fue estadísticamente significativa (Tabla 2) y se observa que en un día sin lluvias locales como fue el caso, se presentó un incremento de caudal en las horas de la noche que se mantiene en el río pero que en la quebrada disminuye rápidamente.

DERIVA DE MOPG

Los datos de densidad de deriva de MOPG obtenidos se presentan en la tabla 1. Se registró una mayor densidad de MOPG transportada en la quebrada que en el río, a pesar de presentar un caudal significativamente menor. En términos generales, la cantidad de MOPG transportada estimada para este día sin lluvia es de 8780,91 g/día para la quebrada y de 3289,61 g/día para el río.

	Río vs. Quebrada (K-S; gI; p)
Caudal	1,73; 5; 0,005
Deriva de macroinvertebrados	0,866; 5; 0,45
Riqueza	1,44; 5; 0,03
Diversidad	1,44; 5; 0,03
Deriva de MOPG	1,866; 5; 0,045

Tabla 2. Prueba K-S estimada para comparar los factores evaluados de la deriva en el río y la quebrada.

DERIVA DE MACROINVERTEBRADOS

Los datos de densidad de deriva así como los de abundancia de los diferentes grupos taxonómicos muestran que en general, en el río son transportados una mayor cantidad de macroinvertebrados y exuvias de ellos que en la quebrada (Tabla 1 y 3). La mayor densidad de deriva y la mayor abundancia de individuos por taxa en el río se registraron al inicio del periodo nocturno (19 horas) coincidiendo con la menor deriva registrada en la quebrada. En la deriva de macroinvertebrados, se encontraron un total de seis órdenes de insectos acuáticos en sus estados de ninfa o larva y sus exuvias, además de adultos de algunos grupos (Tabla 3). Durante todo el muestreo las mayores abundancias fueron registradas para el orden *Ephemeroptera*, siendo esta situación más marcada en el río a las 19 horas (Tabla 1)

Esto puede estar señalando que en el río, tanto los efemerópteros como los otros grupos dominantes (chironómidos y plecópteros) tienen un pico de actividad al inicio del periodo nocturno. De otro lado nuestros datos muestran que en la quebrada, al contrario de lo que ocurre en el río, el periodo de máxima actividad se presenta al amanecer y durante el periodo diurno.

DISCUSIÓN

Los factores que determinan el comportamiento opuesto de los picos de abundancia de deriva en la quebrada (a cargo principalmente de los efemerópteros y los quironómidos) son una incógnita y pueden ser objeto de especulación como por ejemplo en relación con el tipo de predadores y el comportamiento diferencial de ellos en estos dos sistemas cercanos espacialmente pero muy diferenciados funcionalmente. La prueba de Kolmogorov mostró que no se presentaron diferencias significativas estadísticamente entre la densidad de deriva de macroinvertebrados acuáticos entre estos periodos en la estaciones río y quebrada (Tabla 2). Esto mismo ocurrió con la riqueza y la diversidad. En estudios para las cuencas de la zona templada, la densidad y la estructura de la comunidad derivante presenta un incremento hacia el periodo nocturno (Kohler, 1985; Allan, 1995; Hart y Finelli, 1999). Se atribuye esta periodicidad de la deriva a factores como la densidad de las poblaciones de macroinvertebrados bentónicos, el forrajeo y la movilidad en la columna de agua que se incrementa en el periodo nocturno y la disminución de la capacidad de visión de los predadores en horas de la noche. Estudios reportados en otras regiones tropicales por March *et al.* (1998 y 2003) y Ramírez y Pringle (2001) en ríos de Puerto Rico demuestran este patrón nocturno y lo atribuyen a la hipótesis de la predación.

Taxón	Río	Quebrada	Taxón	Río	Quebrada
<i>Coleoptera</i> Larva	76	4	<i>Chironomidae</i> Exuvia	58	3
<i>Coleoptera</i> Exuvia	22	3	<i>Trichoptera</i> Larva	21	7
<i>Ephemeroptera</i> Exuvia	227	48	<i>Trichoptera</i> Exuvia	25	1
<i>Ephemeroptera</i> Ninfa	142	5	<i>Hymenoptera</i> Adulto	19	1
<i>Plecoptera</i> Exuvia	41	2	<i>Diptera</i> Exuvia	5	4
<i>Plecoptera</i> Ninfa	23	1	<i>Diptera</i> Larva	52	1
<i>Simuliidae</i> Exuvia	2	0	<i>Hemiptera</i> Adulto	24	1
<i>Simuliidae</i> Larva	63	5	<i>Acari</i> Adulto	3	1
<i>Chironomidae</i> Larva	97	21	<i>Homoptera</i>	4	0
			Total	904	108

Tabla 3. Densidad de deriva de macroinvertebrados acuáticos ($\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) en los tramos estudiados.

Flecker (1992) en ríos de los Andes venezolanos desarrolló probablemente el estudio más completo en cuanto a la periodicidad de la deriva de macroinvertebrados como respuesta evolutiva a la presión de los predadores reportando que en ríos donde históricamente no han existido predadores, los procesos de deriva se presentan aperiodicamente (densidad de deriva y riqueza de especies) y un comportamiento contrario se presenta en ríos que históricamente presentan predadores. De igual forma se debe tener en cuenta que este muestreo se desarrolló en un día sin lluvia, lo cual no corresponde a un día representativo para la zona estudiada, en la cual predominan las precipitaciones e incrementos drásticos del caudal en diferentes momentos del ciclo diario, lo cual puede ser el factor dominante en los procesos de deriva al igual que las comunidades del bentos. Este estudio muestra concordancia con otros trabajos desarrollados en otras zonas tropicales en donde se encuentra una composición dominada por el orden *Ephemeroptera* en la zona de cabecera correspondiente a ríos de primer orden, como los trabajos de Ramírez y Pringle (2001) y Shearer *et al.* (2002) en el río Maruia de Nueva Zelanda.

Sin embargo Quiñónez *et al.* (1998) en Colombia reportan los tricópteros como grupo dominante en la deriva de un río de primer orden y March *et al.* (2003) en la Isla de Kosrae en Micronesia (pacífico tropical) reportan a los quironómidos como el grupo dominante. Esto puede indicar que para el trópico no es definible un patrón general que identifique tanto la periodicidad como el taxón dominante de la deriva. Por este motivo se deben emitir juicios solo a escala regional de la cuenca estudiada y no generalizar patrones como en el caso de la zona templada, dada la complejidad de nuestros ecosistemas tropicales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen de manera especial a todo el apoyo brindado por el personal de la Reserva natural río Nambi (pacífico nariñence), por su colaboración en el desarrollo exitoso del presente trabajo tanto en la fase de campo como en la de laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLAN JD. Stream Ecology, Estructure and Funtion of Running Waters. Edit. Chatman & Hall; 1995. p. 388.
- BENFIELD EF, WEBSTER JR, HUTCHENS JJ, TANK JL, TURNER PA. Organic Matter Dynamics Along a Streaorder and Elevational Gradient in a Southern Appalachian Stream. Verhandlungen International Vereinigung Limnologie. 2000;27:1341-1345.
- FLECKER A. Fish Predation and the Evolution of Invertebrate Drift Periodicity: Evidence from Neotropical Streams. Ecology. 1992;73(2):438-448.
- GOLLADAY SW, WEBSTER JR, BENFIELD EF. Changes in Stream Morphology and Storm Transport of Seston Following Watershed Disturbance. J North Am Benthol Soc. 1987;6(1):1-11.
- GURTZ ME, WEBSTER JR, WALLACE JB. Seston Dynamics in Southern Appalachian Streams: Effects of Clear-Cutting. Can J Fish Aquat Sci. 1980;37:624-631.
- HAUER FR, LAMBERTI GA. Methods in Stream Ecology. Academic Press. 1996. p. 1-674.
- HART DD, FINELLI CM. Physical-Biological Coupling in Streams: The Pervasive Effects of Flow on Benthic Organims. Annu Rev Ecol Syst. 1999;30:363-395.
- KOHLER SL. Identification of Stream Drift Mechanism: An Experimental and Observacional Approach. Ecology. 1985;66:1749-1761.
- LEOPOLD LB, WOLMAN MG, MILLER JP. Fluvial Processes in Geomorphology. Freeman WH, San Francisco; 1964.
- MARCH J, BENSTEAD J, PRINGLE C, SCATENA FN. Migratory Drift of Larval Freshwater Shrimps in Two Tropical Streams, Puerto Rico. Freshw Biol. 1998;40: 261-273.
- MARCH J, BENSTEAD J, PRINGLE C, LUCKYMIS M. Benthic Community Structure and Invertebrate Drift in a Pacific Island Stream, Kosrae, Micronesia. Biotropica. 2003;35(1):125-130.
- QUIÑONES M, RAMÍREZ J, DÍAZ A. Estructura numérica de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos derivadores en la zona de ritral del río Medellín. Actual Biol. 1998;20(69):75-86.
- RAMIREZ A, PRINGLE CM. Spatial and Temporal Patterns of Invertebrate Drift in Streams Draining a Neotropical Landscape. Freshw Biol. 2001;46:47-62.
- SHEARER KA, HAYES WJ, STARK JD. Temporal and Spatial Quantification of Aquatic Invertebrate Drift in the Maruia River, South Island, New Zealand. NZ J Mar Fresh Res. 2002;36:529-536.
- TURCOTTE P, HARPER PP. Drift Patterns in a High Andean Stream. Hidrobiologia. 1982;89:141-151.
- WALLACE JB, CUFFNEY TF, WEBSTER JR, LUGTHART GJ, CHUNG K, GOLDOWITZ BS. Export of Fine Organic Particles from Headwater Streams: Effects of Season, Extreme Discharges, and Invertebrate Manipulation. Limnol Oceanogr. 1991;36(4):670-682.