

# IMPACTOS DE LA URBANIZACIÓN Y AGRICULTURA EN CUENCAS CON BOSQUE SECO TROPICAL: INFLUENCIA SOBRE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LARVAS DE TRICÓPTEROS

IMPACTS OF URBANIZATION AND AGRICULTURE IN WATERSHEDS WITH TROPICAL DRY FOREST: INFLUENCE ON THE COMPOSITION AND STRUCTURE OF CADDISFLY LARVAE

Jesus Vásquez-Ramos <sup>\*1,2</sup>; Giovany Guevara-Cardona <sup>3</sup>; Gladys Reinoso-Flórez<sup>2</sup>

- 
1. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos, Villavicencio (Meta, Colombia). E-mail: jvasquez@unillanos.edu.co
  2. Grupo de Investigación en Zoología (GIZ), Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima, Ibagué (Tolima, Colombia).
  3. Departamento de Desarrollo Rural y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, Manizales (Caldas, Colombia).
- 

Recibido: Agosto 31 de 2013

Aceptado: Octubre 10 de 2013

\*Correspondencia del autor. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos, Villavicencio (Meta, Colombia). E-mail: jvasquez@unillanos.edu.co

## RESUMEN

En dos cuencas hidrográficas con vegetación ribereña típica de bosque seco tropical del departamento del Tolima (ríos: Venadillo y Opia), se evaluó la composición, estructura y riqueza de larvas de tricópteros durante un ciclo hidrológico, y su relación con la precipitación y uso del suelo (agricultura y urbanización). En cada río se seleccionaron dos tramos de 100 m, entre 250 y 600 m s.n.m. Cada tramo se dividió en cinco secciones de 20 m para la colecta de muestras de bentos con red Surber, de acuerdo con la disponibilidad de hábitats, y se realizó el análisis de 16 variables fisicoquímicas. Se colectaron 6282 larvas, pertenecientes a 11 familias y 22 géneros; las familias con mayor abundancia fueron Hydropsychidae (49.86%) y Philopotamidae (25.44%) y las de menor, Hydrobiosidae (0.06%) y Odontoceridae (0.16%). Los géneros *Smicridea*, *Chimarra*, *Protoptila*, *Neotrichia* y *Leptonema*, fueron frecuentes tanto en épocas de sequía como de lluvia y colonizaron todos los hábitats presentes en las cuencas. Los mayores valores de riqueza y diversidad de géneros, se registraron en las estaciones ubicadas a 500 (RVpa) y 489 m s.n.m. (Rota), mientras que se encontró una alta dominancia en RVam (325 m) y ROgu (423 m). En ambos ríos la turbidez, sólidos suspendidos y fosfatos, incrementaron en periodos de alta precipitación, mientras que la temperatura del agua y la conductividad registraron un comportamiento inverso. Los principales factores que estructuraron la comunidad de tricópteros fueron el régimen hidrológico regional, la urbanización y en menor medida, la agricultura; aspectos que influyen sobre la oferta, variabilidad y estabilidad de sustratos, afectando la colonización y la dinámica espacio-temporal de las larvas.

**Palabras clave:** Trichoptera, ensamblaje, ríos, trópico, Tolima.

**ABSTRACT**

In two watersheds with riparian vegetation typical of tropical dry forest in the department of Tolima (Opia and Venadillo rivers), the composition, structure and richness of Trichoptera larvae during a hydrological cycle, and its relation to rainfall and land use (agriculture and urbanization) were assessed. In each river, we selected two 100 m sections, ranging from 250 and 600 m asl. Each section was divided into five 20 m sections to collect benthic samples using a Surber net sampler, according to the habitat availability and to perform the analysis of 16 physicochemical variables. 6282 larvae were collected, belonging to 11 families and 22 genera. The taxa with highest abundance were Hydropsychidae (49.86%) and Philopotamidae (25.44%) and lowest, Hydrobiosidae (0.06%) and Odontoceridae (0.16%). The genera *Smicridea*, *Chimarra*, *Protophila*, *Neotrichia* and *Leptonema* were frequent in both drought and rainy seasons and colonized all habitats present in the watersheds. The highest richness and diversity of genera were recorded at the sampling stations located at 500 (RVpa) and 489 m asl (ROta), while there was a high dominance at RVam (325 m) and ROgu (423 m) sampling stations. In both rivers, turbidity, suspended solids and phosphates increased during higher precipitation periods, while water temperature and conductivity showed an inverse pattern. The main factors structuring the caddisfly community were mainly the regional hydrological regime, urbanization and lesser extent, agriculture, aspects that influence the supply, variability and stability of substrates, affecting their colonization and the spatio-temporal dynamics.

**Key words:** Trichoptera, assemblage, rivers, tropic, Tolima.

**INTRODUCCIÓN**

Los ecosistemas dulceacuícolas suministran numerosos servicios ambientales de amplio valor significativo para la sociedad, la flora y la fauna (1). Sin embargo, a escala de cuenca hidrográfica, existen múltiples factores (directos e indirectos), que operan como respuesta a gradientes de impacto antropogénico y características geomorfológicas locales (2), los cuales afectan este suministro. Además de estos factores, las variables ambientales, físicas y químicas, influyen sobre la composición y estructura de la fauna bentónica, particularmente en sistemas lóticos (3,4,5). Por ejemplo, las variaciones en pH, conductividad y alcalinidad, así como la reducción en la cobertura ribereña y la oferta de microhábitats, influyen negativamente sobre la riqueza y diversidad de macroinvertebrados, en ríos y quebradas (4,6). Esto es evidente en ríos tropicales de zonas bajas, donde los efectos de la agricultura, ganadería y la urbanización, generan impactos negativos sobre las comunidades dulceacuícolas (2). Aspectos que aun requieren de análisis más detallados, comparativamente con lo registrado para zonas templadas (7, 8).

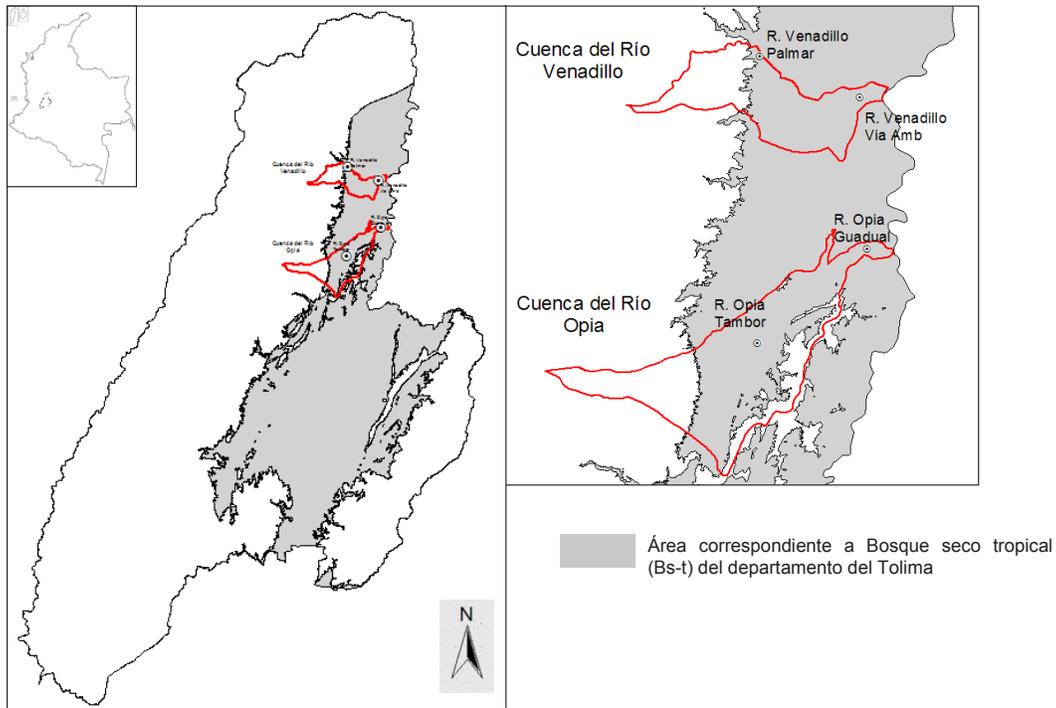
Los estudios sobre la ecología de larvas de Trichoptera en el departamento del Tolima, son aún escasos; a pesar que este taxón es uno de los más ricos y abundantes de la comunidad de macroinvertebrados en sistemas lóticos (9,10). El presente estudio se enfocó en determinar los principales factores que influyen en el establecimiento y dinámica de los ensamblajes de Trichoptera en dos

cuenca con bosque seco tropical del departamento del Tolima, teniendo en cuenta el uso del suelo para agricultura y urbanización, así como algunos aspectos físico-químicos, de gran importancia en estudios relacionados con la función ecológica de este taxón, generando una información básica para implementar acciones de preservación y monitoreo de los ecosistemas acuáticos.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

**Área de Estudio.** Las cuencas objeto de estudio, se localizan en la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T) (11). El río Venadillo tiene un área de 188.4 km<sup>2</sup>, 1220 tributarios y un cauce que recorre 44.9 km, con una pendiente media de 4.5%; se origina a 2250 m de altitud y desemboca en el río Magdalena a 210 m (12). La cuenca del río Opia cuenta con un área aproximada de 325 km<sup>2</sup> y una longitud de 65 Km, nace a 1038 m en el Municipio de Ibagué y desemboca en el río Magdalena a 240 m con una pendiente media de 18.6% (13) (Figura 1). En cada uno de los ríos se establecieron dos tramos de 100 m, ubicados entre 250 y 600 m.s.n.m. (Figura 1, Tabla 1) y se tomaron muestras bimensuales por un año (febrero de 2011 y enero de 2012), teniendo en cuenta los registros pluviométricos históricos (~10 años) que mostraron un régimen bimodal (Figura 2).

**Colecta de larvas de tricópteros.** Cada uno de los diferentes tramos (100 m) evaluados se dividieron en cinco secciones (20 m), en las que se tomaron máximo cuatro muestras con una red Surber (30x30 cm, 250 µm) de

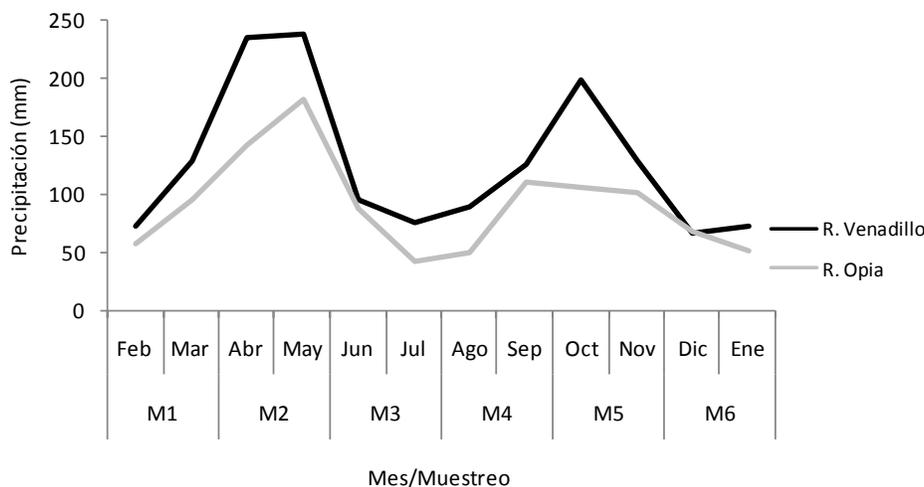


**Figura 1.** Ubicación de las cuencas de los ríos Venadillo y Opia en el departamento del Tolima.

**Tabla 1.** Ubicación de los tramos seleccionados en los ríos Venadillo y Opia.

Localidad	Municipio	Coordenadas		Altitud (m s.n.m.)	
		N	W		
R. Venadillo El Palmar (RVpa)*	Zona aguas arriba del casco urbano del municipio de Venadillo	Venadillo	4°46'19.3"	74°57'26.4"	570
R. Venadillo Vía Ambalema (RVam)*	Zona aguas abajo del casco urbano del municipio de Venadillo	Ambalema	4°43'36.7"	74°50'54.4"	259
R. Opia - El Tambor (ROta)*	Zona aguas arriba del casco urbano del municipio de Piedras	Piedras	4°27'30.2"	74°57'35.0"	559
R. Opia - El Guadual (ROgu)*	Zona aguas abajo del casco urbano del municipio de Piedras.	Piedras	4°33'40.1"	74°50'26.6"	269

(\*) Abreviaturas empleadas para cada uno de los tramos evaluados de los ríos Venadillo y Opia.



**Figura 2.** Precipitación media mensual (10 años, 2001-2010) en los ríos Venadillo y Opia y correspondencia con los periodos de colecta. M= muestreos.

acuerdo a la disponibilidad de hábitat, para un máximo de 40 muestras por tramo. En campo, las muestras se fijaron con formol (10%), y posterior a la limpieza y separación de los organismos, se almacenaron en etanol (70%). Los organismos se determinaron a género con diferentes claves y descripciones (referencias 14–23) y se ingresaron a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima (CZUT-Ma).

**Variables físicas, químicas y bacteriológicas.** En cada sitio de muestreo se determinaron *in situ* la temperatura del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ), la conductividad ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) y el oxígeno disuelto ( $\text{MgO}_2 \text{ L}^{-1}$ ) con un equipo portátil SCHOTT Handylab multi12/Set. Así mismo, se determinó la velocidad de la corriente y el caudal de acuerdo a la metodología propuesta por Elosegí y Sabater (24). En laboratorio se determinaron los parámetros turbiedad (UNT), pH, nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ;  $\text{mg L}^{-1}$ ), fosfatos ( $\text{PO}_4^-$ ;  $\text{mg L}^{-1}$ ), sólidos totales ( $\text{mg L}^{-1}$ ),  $\text{DBO}_5$  ( $\text{MgO}_2 \text{ L}^{-1}$ ), % de saturación de oxígeno (% sat.  $\text{O}_2$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{MgO}_2 \text{ L}^{-1}$ ), y parámetros bacteriológicos como *Escherichia coli* fecal y Coliformes totales. También se aplicó el índice QBR para la determinación de la calidad de la vegetación ribereña (25), para el cual fue necesario conocer la cobertura arbórea y arbustiva del área seleccionada.

**Análisis de Datos.** Se determinó la variación de la abundancia total de tricópteros por periodo de muestreo mediante *box plots* y se comparó la abundancia ( $\log n+1$ ) de géneros por muestreo y tramo, teniendo en cuenta la precipitación y uso del suelo. Con matrices de densidad ( $n/m^2$ ) se calcularon los índices de riqueza

de Margalef (Mgf), diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y dominancia de Simpson (D) entre tramos y muestreo empleando PAST 2.13 (26). Así mismo, se realizaron transformaciones con la función  $\log(n+1)$  y posteriormente, teniendo como criterio de separación el índice de similitud de Bray-Curtis, se realizó una ordenación NMDS (*Non-metric multidimensional scaling*) con PRIMER 6 (27) para comparar la comunidad de tricópteros por tramo. Por otra parte, se realizó un Análisis de Redundancia (RDA) usando CANOCO 4.56 (28) para evaluar la relación entre la comunidad de tricópteros, tramos y, variables fisicoquímicas y ambientales. Solo los taxones con abundancia superior al 1% se incluyeron en el análisis y se les realizó transformación con raíz cuadrada. Todas las variables fisicoquímicas (excepto pH) y ambientales se transformaron ( $\log n+1$ ) previo al análisis para reducir la asimetría en la distribución de las mismas (29).

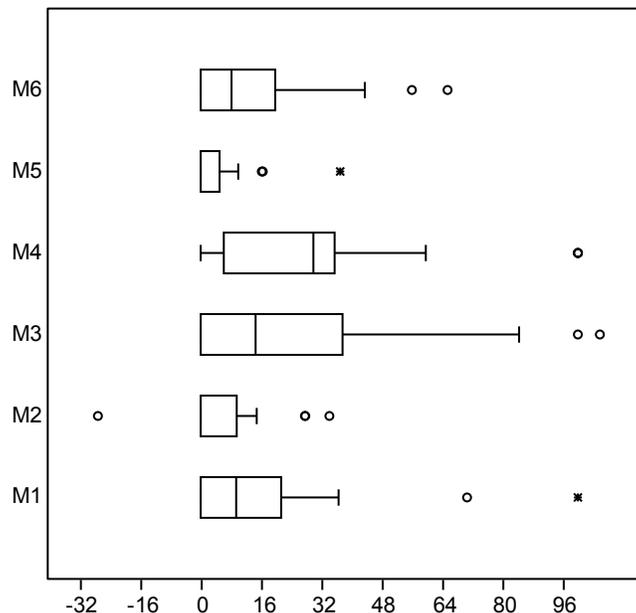
## RESULTADOS

Se registraron 6282 larvas pertenecientes a 11 familias y 22 géneros. Las familias más abundantes fueron Hydropsychidae (49.86%) y Philopotamidae (25.44%), seguidas por Hydroptilidae (9.87%) y Glossosomatidae (9.84%); y las de menor abundancia fueron Hydrobiosidae (0.06%) y Odontoceridae (0.16%) (Tabla 2). Con respecto a la abundancia, se observó que el régimen de precipitación influyó sobre la comunidad de tricópteros en los diferentes muestreos (Figura 3), en M2 y M5 se registró la menor abundancia, periodos que corresponden a los de mayor precipitación (Figura 2). Así mismo, se encontró una prevalencia en abundancia de *Smicri-*

**Tabla 2.** Abundancia relativa (%) de las larvas de tricópteros registradas en cuatro tramos de los ríos Venadillo y Opia durante un ciclo anual.

Familia	Género	Abundancia (%)
Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	0.29
Glossosomatidae	<i>Protoptila</i> sp.	9.84
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	0.25
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	0.06
Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	6.46
	<i>Macronema</i> sp.	0.02
	<i>Smicridea</i> sp.	43.38
Hydroptilidae	<i>Ceratotrichia</i> sp.*	0.02
	<i>Hydroptila</i> sp.	0.70
	<i>Mayatrichia</i> sp.*	0.05
	<i>Neotrichia</i> sp.	7.82
	<i>Ochrotrichia</i> sp.	0.18
	<i>Zumatrichia</i> sp.	0.25
	<i>Leucotrichia</i> sp.	0.02
	Hydroptilidae spp.	0.84
Leptoceridae	<i>Grumichella</i> sp.	0.65
	<i>Nectopsyche</i> sp.	2.88
	<i>Oecetis</i> sp.	0.13
Odontoceridae	<i>Marilia</i> sp.	0.16
Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	25.44
Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	0.21
	<i>Polyplectropus</i> sp.	0.03
Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i> sp.	0.33

(\*) En revisión, nuevos registros para el departamento del Tolima y Colombia.

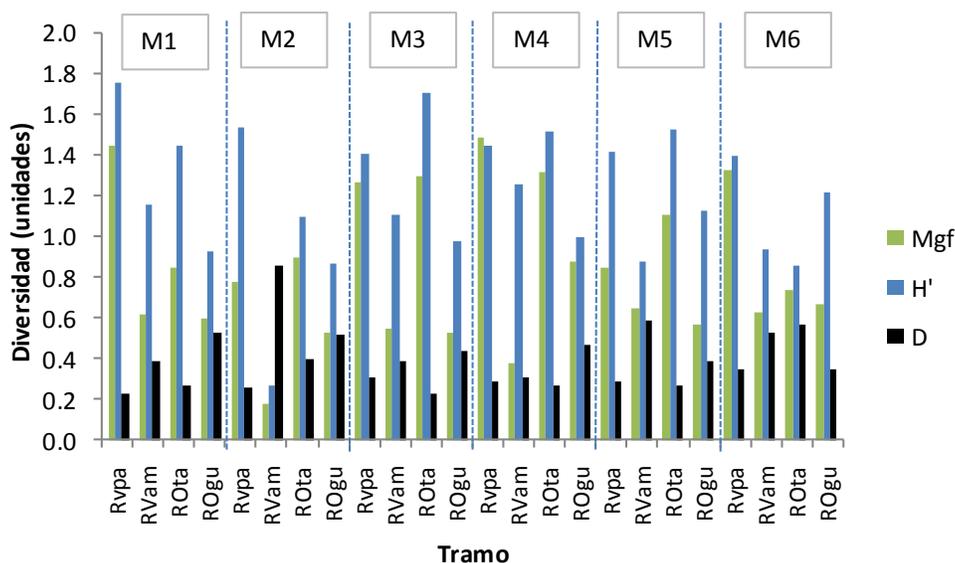


**Figura 3.** Abundancia total de tricópteros registrada por evento de muestreo. Se indica el valor promedio y la desviación estándar.

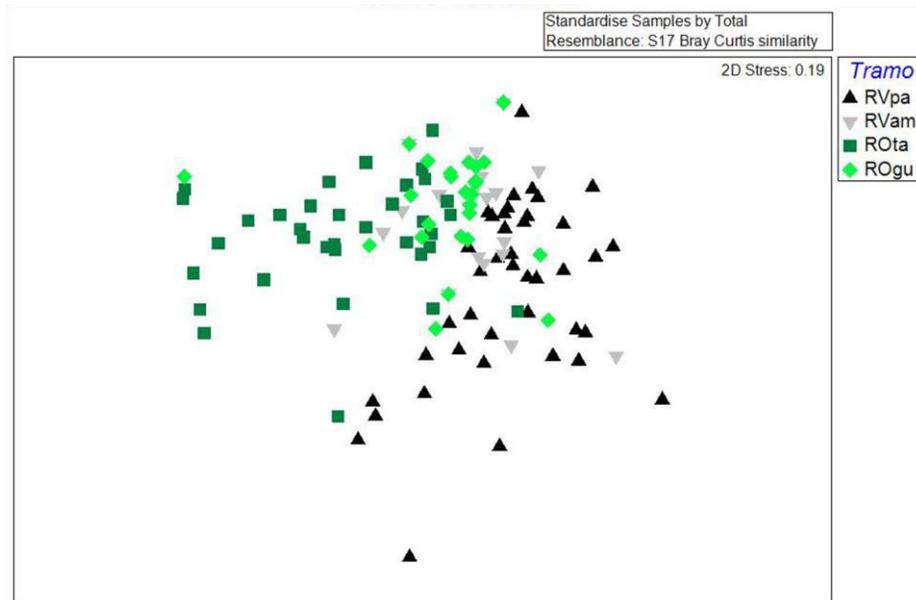
*dea*, *Chimarra*, *Protoptila*, *Neotrichia* y *Leptonema*, aún en los periodos de mayor precipitación (M2 y M5), aunque en los tramos RVpa y ROta ubicados antes de los centros poblados de Piedras y Venadillo, se registró mayor número de taxones.

A escala de tramo, se pudo evidenciar que los mayores valores de riqueza y diversidad (Mgf, H') se registraron en RVpa y ROta durante los periodos de baja precipitación, mientras que en RVam y ROgu se registraron los menores valores de diversidad y los valores más altos de dominancia (D) (Figura 4). La ordenación NMDS indicó que las larvas se agrupan de acuerdo con el tipo de influencia antropogénica. Se observó claramente el agrupamiento distintivo entre los tramos RVpa y ROta que son los que poseen intervención antropogénica por uso agrícola, y la similitud en la composición de tricópteros para los tramos de las zonas más bajas (RVam y ROgu), que están bajo la influencia directa de la urbanización, en los municipios de Venadillo y Piedras (Figura 5).

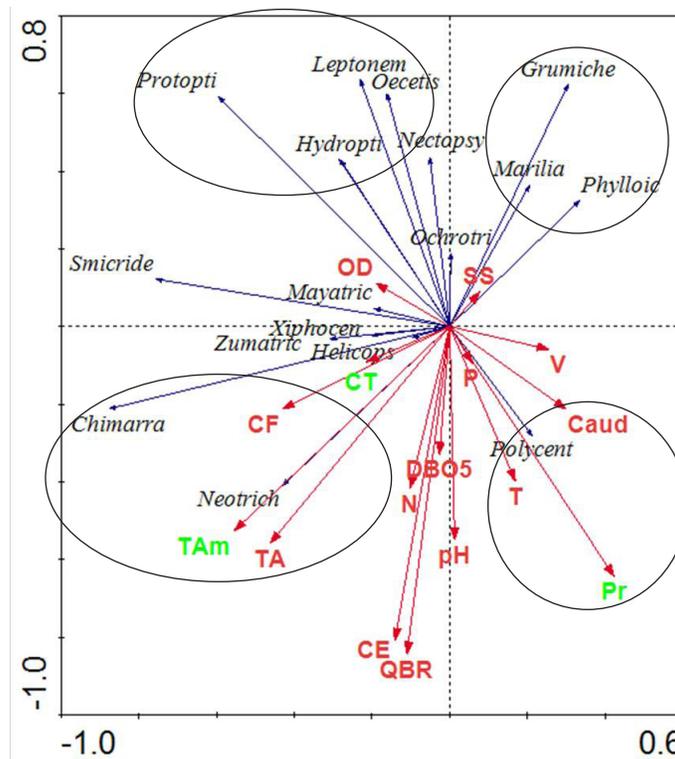
Con respecto a las variables fisicoquímicas y ambientales, el río Venadillo presentó valores más bajos de pH, conductividad, turbidez, QBR y profundidad, y valores más altos de velocidad y caudal, con respecto al río Opia. La ordenación del RDA explicó el 35% de la varianza de los datos en los dos primeros ejes, donde la temperatura ambiente (TAm,  $P = 0.005$ ), profundidad (Pr,  $P = 0.005$ ) y coliformes totales (CT,  $P = 0.047$ ) mostraron una relación significativa con la composición taxonómica de tricópteros. Se observó que la temperatura ambiente y del agua y, los coliformes fecales y totales se asociaron negativamente con el primer eje, mientras que conductividad, fósforo y QBR se asociaron negativamente con el segundo eje (Figura. 6). Así mismo, es posible sugerir algunas asociaciones donde: a) *Chimarra* y *Neotrichia* prefieren aguas con altas temperaturas, b) *Grumichella*, *Marilia* y *Phylloicus*, prefieren aguas con temperaturas bajas, c) *Leptonema*, *Oecetis*, *Protoptila*, *Nectopsyche* e *Hydroptila* prefieren corrientes de escasa profundidad, turbidez y caudal, d) *Polycentropus* prefiere corrientes de gran caudal, profundidad y turbidez.



**Figura 4.** Valores de diversidad de tricópteros registrados por tramo y muestreo en dos ríos del departamento del Tolima. M = muestreos. Índices: Mgf = Margalef, H' = Shannon-Wiener, D = Simpson.



**Figura 5.** Diagrama de ordenación NMDS basado en las abundancias de los géneros de tricópteros registrados en los seis muestreos. Las abreviaturas de las estaciones corresponden a las de la Tabla 1.



**Figura 6.** Diagrama de ordenación de la comunidad de tricópteros en los ríos Venadillo y Opia durante los seis muestreos, con relación a las variables fisicoquímicas.

## DISCUSIÓN

De las 15 familias del orden Trichoptera reportadas para Colombia (22, 30), 11 se registraron en este estudio, correspondientes al 73.3%, lo cual indica una alta representatividad en los ríos evaluados. Hydropsychidae y Philopotamidae fueron las familias más abundantes y frecuentes, lo que es concomitante con lo reportado por otros autores (31 – 34), donde Hydropsychidae muestra amplia distribución en las corrientes, debido a su capacidad de colonizar diferentes sustratos y su tolerancia a diversos impactos (15). Por otra parte, a pesar que Philopotamidae se ha reportado como poco frecuente en otras cuencas de la zona andina (22, 34, 35) y limitada a hábitats de poca corriente (35), en este estudio fue abundante y frecuente, y se registró tanto en rápidos como en remansos.

Durante la temporada invernal, el incremento repentino del flujo hídrico causa translocación del fondo de la corriente, con la consecuente variación en la abundancia de organismos (36, 37, 38), situación que se evidenció en los ríos Venadillo y Opia, donde la precipitación ejerce un fuerte efecto sobre la composición y abundancia de tricópteros, generando reducción de la riqueza y abundancia de géneros. Por lo tanto, la velocidad del agua puede considerarse un factor estructurador de la abundancia de organismos bentónicos en ríos tropicales de zonas bajas; así, la abundancia, composición y estructura de los tricópteros está determinada tanto por las capacidades adaptativas de los organismos para soportar eventos estocásticos como las crecientes (eventos comunes en ríos andinos tropicales; [31]), y factores determinísticos como la calidad del agua, la oferta y calidad de sustratos (39), disponibilidad de recursos, competencia, depredación, ciclo de vida, entre otros (38).

En corrientes impactadas por actividad antropogénica, se ha registrado una disminución de taxones sensibles y un incremento de tolerantes (40). En este estudio se destaca el registro de *Neotrichia*, *Protoptila*, *Smicridea* y *Chimarra* en tramos de las zonas bajas de los ríos Venadillo y Opia, lo cual podría estar influenciado por factores como el uso del suelo y la urbanización, así como por la oferta de sustratos disponibles para colonización, refugio y alimentación (31, 32, 34). En zonas tropicales se han registrado diversidades similares en periodos de alta precipitación entre estaciones con diferente condición ambiental (tramos impactados vs. no impactados) debido al arrastre de los sustratos y a la posible redis-

tribución de la fauna bentónica, provocada por las crecientes o avalanchas (36), aspectos que coinciden con lo encontrado en esta investigación.

Las variables fisicoquímicas mostraron una fuerte relación con el régimen de precipitación. En ambos ríos la turbidez, los sólidos suspendidos y los fosfatos incrementaron en los periodos de alta precipitación y disminuyeron en la temporada de baja precipitación, mientras que la temperatura del agua y la conductividad, mostraron un comportamiento contrario.

Finalmente, se puede asumir que los procesos que influyen en el ensamblaje de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos a escala local y regional, en este caso tricópteros, dependen principalmente de las condiciones del uso del suelo y el régimen de precipitación (2, 4), sin embargo las condiciones inherentes a cada uno de los ríos estudiados y su naturaleza geomorfológica, oferta de microhábitats, entre otros, también pueden tener gran importancia (3).

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el soporte financiero al Comité Central de Investigaciones y al Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima. El primer autor agradece el apoyo al programa Jóvenes Investigadores e Innovadores Virginia Gutiérrez de Pineda de COLCIENCIAS, al programa de Asistentes de Docencia de la Vicerrectoría Académica de la Universidad del Tolima y a la Maestría en Ciencias Biológicas. Expresamos un agradecimiento especial a Verónica Arango, Edwin López, Carolina Gutiérrez, Angie Candia, Jaider Peña, Alexander Domínguez y Leonardo Ospina por su apoyo en campo y laboratorio.

## BIBLIOGRAFIA

1. Postel, S. Aquatic ecosystem protection and drinking water utilities. AWWA, 2007; 99(2), 52–63.
2. Allan, D. Landscapes and Riverscapes: The Influence of Land Use on Stream Ecosystems. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 2004; 35, 257–284.
3. Allan, D., & Castillo, M. M. Stream Ecology, structure and function of running waters (p. 436). Dordrecht: Springer. 2007.
4. Crespo, R. de J., & Ramírez, A. Effects of urbanization on stream physicochemistry and macroinvertebrate assemblages in a tropical urban watershed in Puerto Rico. Journal of the North American Benthological Society, 2011; 30(3), 739–750.
5. Roldán, G., & Ramírez, J. Fundamentos de Limnología Neotropical (2nd ed., p. 440). Universidad de Antioquia. 2008.
6. Gómez-Aguirre, A. M., Longo-Sánchez, M. C., & Blanco, J. F. Macroinvertebrate assemblages in Gorgona Island streams: spatial patterns during two contrasting hydrologic periods. Actualidades Biológicas, 2009; 31(91), 161–178.
7. Naiman, R., Decamps, H., & Pollock, M. Riparia: Ecology, conservation, and management of streamside communities. Amsterdam: Elsevier Academic Press. 2005.
8. Baptista, D. F., Buss, D. F., Dorvillé, L. F. M., & Nessimian, J. L. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé River basin, Rio de Janeiro, Brazil. Revista Brasileira de Biologia, 2001; 61(2), 249–258.
9. Reinoso, G. Evaluación del río Prado a partir de los macroinvertebrados y de la calidad del agua. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas, 2008; 19, 141–154.
10. Reinoso, G., Guevara, G., Arias, D., & Villa, F. Aspectos bioecológicos de la fauna entomológica de la cuenca mayor del río Coello-departamento del Tolima. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas, 2007; 19, 65–71.
11. CORTOLIMA. Corporación Autónoma Regional del Tolima, Plan de gestión ambiental para el departamento del Tolima 1998-2002. Ibagué. 1998.
12. Andrade, T. E., & Lozano, P. Sectorización hidrográfica del departamento del Tolima sector norte, Escala 1:25000. Universidad del Tolima. 1986.
13. Castañeda, A., Medina, N., Méndez, A., & Quimbayo, F. Estudio morfométrico e hidroclimático de la subcuenca del río Opia, departamento del Tolima. Universidad del Tolima. 1989.
14. Angrisano, E. B. Insecta Trichoptera. En: E. Lopretto & G. Tell (Eds.), Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio (pp. 1199–1237). La Plata: Ediciones Sur. 1995.
15. Angrisano, E. B., & Korob, P. G. Trichoptera. En: H. R. Fernández & E. Domínguez (Eds.), Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos (pp. 55–92). Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán. 2001.
16. Angrisano, E. B., & Sganga, J. V. Trichoptera. En: E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds.), Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos (1st ed., pp. 255–308). Tucumán: Fundación Miguel Lillo. 2009.
17. Domínguez, E., & Fernández, H. R. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. (E. Domínguez & H. R. Fernández, Eds.) (1st ed., p. 656). Tucumán: Fundación Miguel Lillo. 2009.
18. Fernández, H., & Domínguez, E. Guía para la determinación de artrópodos bentónicos Sudamericanos. (H. Fernández & E. Domínguez, Eds.) (p. 282). Tucumán: Editorial Universitaria de Tucumán. 2001.
19. Merritt, R. W., Cummins, K. W., & Berg, M. B. (2008). An introduction to the aquatic insects of North America. (R. W. Merritt, K. W. Cummins, & M. B. Berg, Eds.) (4th ed., p. 1158). Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company. 2008.
20. Oliveira, A. M., Hamada, N., & Nessimian, J. L. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia central, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia, 2005; 49(2), 181–204.
21. Oliveira, Ana María, & Hamada, N. *Ceratotrichia* Flint, 1992 (Trichoptera: Hydroptilidae) larval and pupal description and new genus records for Brazil. Entomotropica, 2004; 19(1), 31–37.

22. Posada-García, J. A., & Roldán, G. Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el Noroccidente de Colombia. *Caldasia*, 2003; 25(1), 169–192.
23. Springer, M. Clave taxonómica para larvas de las familias del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 2006; 54(1), 273–286.
24. Elozegi, A., & Sabater, S. Conceptos y técnicas en ecología fluvial (p. 424). Fundación BBVA. 2009.
25. Munné, A., Prat, N., Solà, C., Bonada, N., & Rieradevall, M. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2003; 13(2), 147–163.
26. Hammer, O., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001.
27. PRIMER-E, L. PRIMER 6. Plymouth: PRIMER-E Ltd. 2006.
28. Braak, C. J. F. ter, & Smilauer, P. Canoco. Wageningen: Biometris Plant Research International. 2009.
29. Leira, M., & Sabater, S. Diatom assemblages distribution in Catalan rivers, NE Spain, in relation to chemical and physiographical factors. *Water Research*, 2005; 39, 73–82.
30. Muñoz-Quesada, F. El orden Trichoptera (Insecta) en Colombia, II: inmaduros y adultos, consideraciones generales. In F. Fernández, M. Andrade, & G. Amat (Eds.), *Insectos de Colombia*. Vol. III (pp. 319–334). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia-Instituto Humboldt. 2004.
31. Guevara, G., Reinoso, G., & Villa, F. Estudio del orden Trichoptera en su estado larval en la cuenca del río Coello Departamento del Tolima. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 2005; 17, 59–70.
32. López, Edwin. Análisis faunístico de las larvas del orden Trichoptera en la cuenca del río Prado y la subcuenca de Amoyá (Tolima-Colombia). Universidad del Tolima. 2007.
33. Manjarrés-García, G., & Manjarrés-Pinzon, G. Contribución al conocimiento hidrobiológico de la parte baja de los ríos de la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista Intropica*, 2004; 1, 39–50.
34. Vásquez-Ramos, J. M., Ramírez-Díaz, F., Reinoso-Flórez, G. & Guevara-Cardona, G. Distribución espacial y temporal de los tricópteros inmaduros en la cuenca del río Totare (Tolima-Colombia). *Caldasia*, 2010; 32(1), 129–148.
35. Guevara, G. Análisis faunístico del orden Trichoptera en su estado larval en la cuenca del río Coello, departamento del Tolima. Universidad del Tolima. 2004.
36. Bispo, P. C., Oliveira, L. G., Bini, L. M., & Sousa, K. G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of inmaturs. *Revista Brasileira de Biologia*, 2006; 66(2B), 611–622.
37. Mesa, L. M. Effect of spates and land use on macroinvertebrate community in Neotropical Andean streams. *Hydrobiologia*, 2010; 641(1), 85–95.
38. Oliveira, L. G., & Bispo, P. D. C. Ecologia de comunidades das larvas de Trichoptera Kirby (Insecta) em dois córregos de primeira ordem da Serra dos Pireneus, Pirenópolis, Goiás, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2001; 18(4), 1245–1252.
39. Lepori, F., & Malmqvist, B. Deterministic control on community assembly peaks at intermediate levels of disturbance. *Oikos*, 2009; 118(3), 471–479.
40. Bispo, Pitágoras C., & Oliveira, L. G. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 2007; 24(2), 283–293.