

Distribución espacial y temporal de larvas de Trichoptera (Insecta) en el río Manzanares, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia)

Daniel José Serna M¹, Cesar Enrique Tamaris-Turizo^{2*} & Luis Carlos Gutiérrez Moreno³

1. Carrera 32 No 22-08, Universidad del Magdalena, Colombia, Grupo de Investigación “Biodiversidad y Ecología Aplicada”; djsernam@hotmail.com
2. Carrera 32 No 22-08, Universidad del Magdalena, Colombia, Grupo de Investigación en Limnología Neotropical, Colombia; ctamaris@unimagdalena.edu.co
3. Km 7 Vía puerto Colombia, Universidad del Atlántico, Colombia, Grupo de Investigación en Biodiversidad del Caribe Colombiano; rotifero1@gmail.com

* Correspondencia

Recibido 19-VIII-2014. Corregido 20-I-2015. Aceptado 11-II-2015.

Abstract: Spatial and temporal distribution of Trichoptera (Insecta) larvae in the Manzanares river Sierra Nevada of Santa Marta (Colombia). The aquatic insects are important bioindicators of water quality in rivers and streams. The order Trichoptera is part of this group, plays an important role in aquatic systems and because of the multiple functions they fulfill, it is essential to know about their biodiversity. This study aimed to know the Trichoptera composition, and its spatial and temporal distribution, in close relationship with the available microhabitats, and some physical and chemical variables, in the middle and lower sections of the Manzanares river basin (Sierra Nevada of Santa Marta, Colombia). A total of eight microhabitats were sampled in three sites from August 2002 to February 2003, and during the rainy and dry seasons. A total sample of 3 316 Trichoptera larvae were collected, belonging to 10 family and 14 genera; six of these genera and one family are new records for the Magdalena department. The caddisflies presented the greatest abundance and richness on leaves in pool, leave in riffles and stones in riffle, where *Nectopsyche* (28%), *Leptonema* (17%) and *Smicridea* (15%) were the more predominant genus. Structure and composition of Trichoptera genus in each site changed in function to the rainfall pattern, and physical and chemical variables presented in the basin, showing the lowest abundance and richness during high rainfall period (October and November), and the greatest abundance and richness in low rainfall period (December, January and February). Likewise, stations with higher values of dissolved oxygen and lower in temperature and conductivity reported the greatest abundance of Trichoptera. The Trichoptera showed affinity to the specific microhabitats, variations in their composition in relationship whit climatic periods and pollution levels of the river. To know others aspects about the Trichoptera distribution, we recommended continuing these studies including annual cycles and increasing the altitudinal gradients. Rev. Biol. Trop. 63 (2): 465-477. Epub 2015 June 01.

Key words: community structure, caddisflies, stream ecology.

La estructura de las comunidades de insectos acuáticos se ha estudiado de forma extensiva en las zonas templadas (Allan, & Castillo, 2007). En la región Neotropical, en particular en Suramérica, en la última década se desarrollaron trabajos taxonómicos y ecológicos que aportaron conocimiento sobre los tricópteros (Oliveira, & Froehlich, 1996; Diniz-Filho, Oliveira, & Silva, 1998; Huamantínco,

& Nessimian, 1999; Oliveira, Bispo, Crisci, & Sousa, 1999; Fernández, & Domínguez, 2001; Bispo, Oliveira, Crisci-Bispo, & Sousa, 2004; Muñoz-Quesada, 2004; Spies, Froehlich, & Kotzian, 2006; Domínguez, & Fernández, 2009). En Colombia, la mayoría de los trabajos que incluyen a los tricópteros se han centrado en ríos de la región Andina (Quintero, & Rojas, 1987; Ramírez, & Roldán, 1989; Zúñiga,



Rojas, & Serrato-Hurtado, 1994; Ballesteros, Zúñiga, & Rojas, 1997; Flint, Holzenthal, & Charris, 1999; Rincón, 1999; Posada-García, & Roldán, 2003; Guevara, Reinoso, & Villa 2005; Vásquez-Ramos, Guevara-Cardona, & Reinoso-Flórez, 2013, 2014), los cuales se han enfocado en conocer aspectos de su distribución y relaciones con la calidad de las aguas, mientras que aspectos como la distribución espacial, temporal y preferencia del hábitat, han sido poco estudiados. Las larvas de Trichoptera desempeñan un papel muy importante en los ecosistemas, debido a su papel como indicadores del estado de los ecosistemas (dado a que son sensibles a la contaminación orgánica en los cuerpos de agua) y a los múltiples grupos funcionales que constituyen el orden.

La mayor parte de los estudios sobre los tricópteros de Colombia, se han realizado en la Región Andina, mientras que en la Región Caribe y en particular la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) han sido insipientes. En el sector noroccidental de la SNSM, nacen 18 ríos (Fundación Pro-Sierra Nevada, 1998), entre los que se destaca el río Manzanares, principal fuente hídrica utilizada por el acueducto de Santa Marta, para el abastecimiento de agua potable a esta localidad. Este río presenta, a lo largo de sus tramos alto y medio, una heterogeneidad geomorfológica que favorece el establecimiento de los macroinvertebrados acuáticos (Escobar, 1989). La fauna de tricópteros de esta parte de la Sierra Nevada de Santa Marta, fue revisada por Escobar (1989), quien registró las familias: Hydropsychidae, Philopotamidae, Polycentropodidae y Calamoceratidae. En una evaluación de los ríos de la vertiente noroccidental de la SNSM, incluyendo el río Manzanares, se adicionó la familia Glossosomatidae (Manjarrés, & Manjarrés-Pinzón, 2004). Por otro lado, Muñoz-Quesada, Gutiérrez, y Zúñiga (1999) registraron para la Sierra Nevada de Santa Marta en la vereda Buena Vista (sector San Lorenzo) 18 géneros y 36 especies.

En Colombia, la ecología del orden Trichoptera (distribución espacial, temporal y preferencia del hábitat) han sido poco estudiados (Roldán, Posada, & Gutiérrez, 2001; Zúñiga,

& Cardona, 2009; Vásquez-Ramos, Ramírez-Díaz, & Reinoso-Flórez, 2010; Vásquez-Ramos et al., 2013, 2014). En ellos se evidencia que la mayor abundancia y diversidad de larvas se registran en la parte media y alta de los ríos durante la época seca, debido a que durante las lluvias éstos organismos se refugian o son arrastrados durante los eventos de crecidas. Sin embargo, estas tendencias pueden variar de acuerdo a las particularidades de los ríos. Por otro lado, otros trabajos enfocados en aspectos taxonómicos (Rincón, 2002; Posada-García, & Roldán, 2003; Muñoz-Quesada, 2004) han registrado importantes contribuciones sobre la distribución de los géneros para Colombia. Por esta razón, este trabajo pretende: 1) conocer la distribución altitudinal de los tricópteros en la parte media y baja del río Manzanares, 2) describir la composición en los microhábitats y 3) analizar la relación de algunas variables físicas y químicas con la abundancia y riqueza genérica durante los dos periodos climáticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: El río Manzanares nace en la vertiente noroccidental de la SNSM en la cuchilla de San Lorenzo, a una altura de 2 300msnm en el departamento del Magdalena, Colombia (Fundación Pro-Sierra Nevada, 1998). Esta cuenca se localiza entre los 11°07'22" N - 74°01'14" W y los 11°14'27" N - 74°12'25" W. Sus aguas irrigan un área aproximada de 20km² (Escobar, 1989).

La primera estación de muestreo se denominó "Cascada", se encuentra localizada entre los 11°11'00" N 74°05'47W a 360msnm; la segunda "Therán", ubicada entre los 11°11'39" N - 74°06'02" W a 245msnm; "Paso del Mango" correspondió a la tercera estación (11°11'29" N - 74°06'04" W), a 230msnm; la cuarta estación, ubicada en una zona de balneario de "Bonda", entre los 11°13'50" N - 74°06'36" W a 60msnm (Fig. 1). Los sitios presentaron variabilidad de sustratos, entre los que se encuentran gravas, grandes piedras y arenas, constituyendo diferentes microhábitats. Las estaciones Cascada, Therán y Paso del

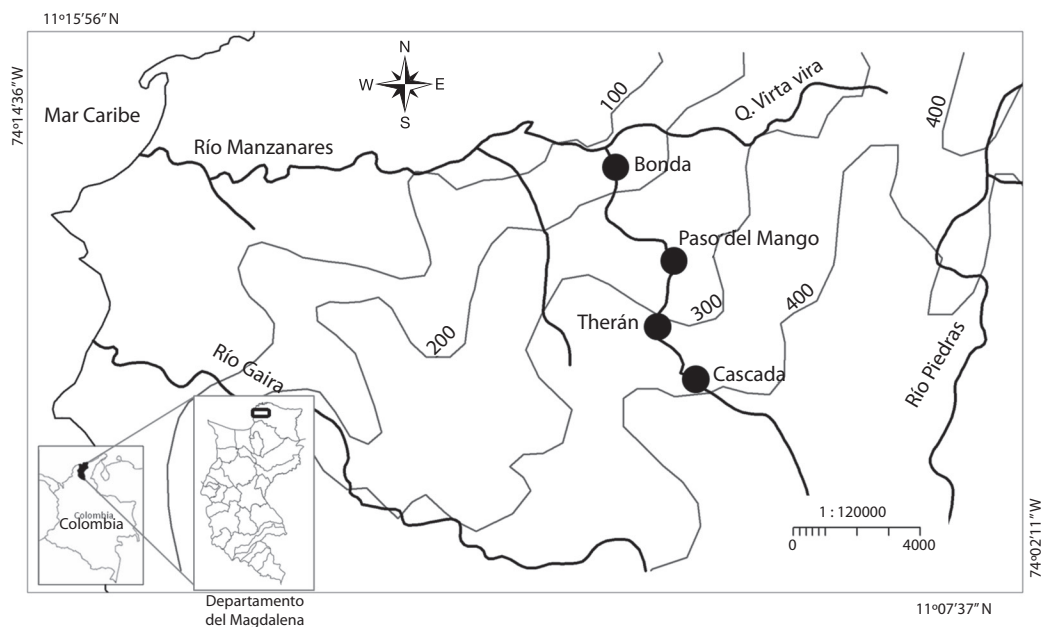


Fig. 1. Estaciones de muestreo en el Río Manzanares. / **Fig. 1.** Sampling station in the Manzanares River.

Mango, evidenciaron pendientes fuertes, mejor conservación de la vegetación, el dosel de los árboles se entrelaza y cubre gran parte del río, generando un aporte importante de material alóctono sobre el sistema. Mientras la estación Bonda, no presentó variabilidad en el sustrato debido a que se localiza en una zona con mayor influencia antrópica, debido a la gran cantidad de asentamientos humanos y al uso del suelo con fines agrícolas, pecuarios y recreativos. La cuenca presenta una variedad geomorfológica, que consta de zonas escarpadas y altas pendientes en la parte media y alta, hasta pendientes suaves en la parte más baja (Gansser, 1955). El área muestreada atraviesa las zonas de vida de monte espinoso Tropical (me-T), bosque muy seco Tropical (bms-T) y bosque seco Tropical (bs-T) (Espinal, & Montenegro, 1963). El clima es Cálido Seco en las estaciones Bonda y Paso del Mango y Cálido Húmedo en las estaciones Therán y Cascada (ICAG, 1995).

De acuerdo con los registros históricos de precipitaciones del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de la estación meteorológica

Girocasaca (ubicada dentro del área de estudio), el régimen de precipitación de la zona es monomodal, con una precipitación promedio anual de 2 244mm. Las precipitaciones comienzan en abril (66mm) y terminan en noviembre (102mm), presentando un ligero descenso en el mes de julio y máximas precipitaciones en octubre (269mm); el periodo seco comienza en el mes de diciembre y se extiende hasta marzo (Tamaris-Turizo, Turizo, & Zúñiga, 2007) (Fig. 2A).

Recolecta e identificación de organismos: Los muestreos se realizaron mensualmente desde agosto 2002 hasta febrero 2003, durante eventos de lluvias y sequía para la zona (Fig. 2A), tendencia que coincide para otros sectores del sector noroccidental de la SNSM (Tamaris-Turizo et al., 2007).

Los organismos se recolectaron utilizando la técnica de los microhábitats, propuesta por Rincón (1996), teniendo en cuenta la heterogeneidad espacial presente en el río, con el ánimo de caracterizar la distribución de los organismos en cualquier tipo de sustrato.

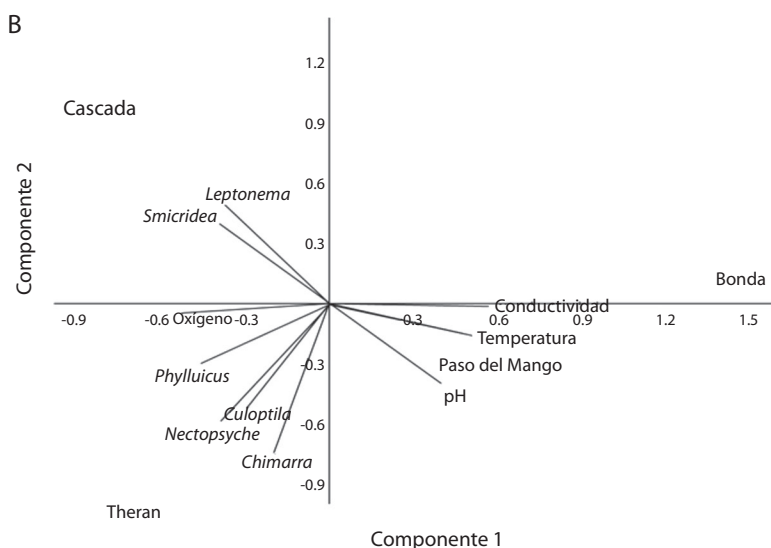
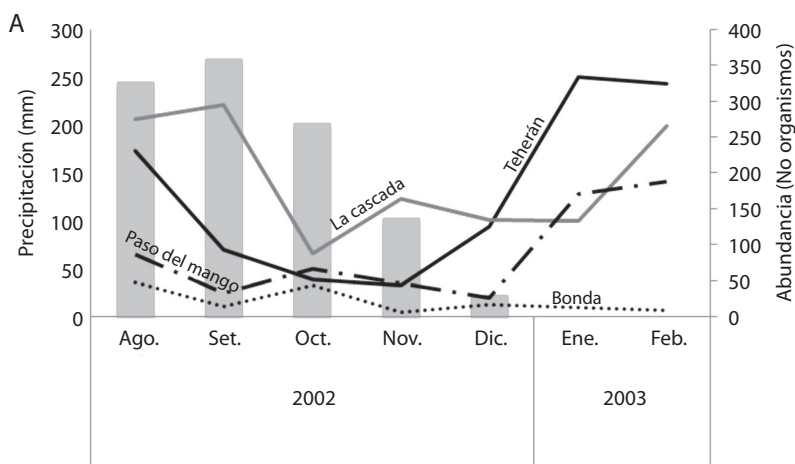


Fig. 2. A. Abundancia total de organismos en las estaciones de muestreo y precipitación mensual registrada en la estación meteorológica de Minca (15010010). Fuente: Datos del IDEAM. **B.** Análisis de Componentes Principales que incluye variables físicas, químicas y los cinco géneros más abundantes en las cuatro estaciones de muestreo.

Fig. 2. A. Total abundance of organism in the study stations and monthly precipitation report in the meteorological station of Minca (1510010). Source: IDEAM data. **B.** Principals Components Analysis of the physical and chemical variables and the five genus more abundance.

A continuación se describen los métodos de muestreo empleados en el estudio y su respectiva estandarización.

La hojarasca en corriente rápida (HCR) y lenta (HCL) se recolectó con una red triangular, luego se pesaron en húmedo 1000g de la muestra en cada microhábitat. El muestreo en piedra corriente rápida (PCR) y lenta (PCL) se realizó

mediante una revisión manual en 20 piedras durante 10 minutos, las piedras tenían un diámetro aproximado de 15cm. Los organismos que habitan en las zonas de salpicadura (Zs) se recolectaron teniendo como referencia un cuadrante de 0.81m². Los insectos asociados a las macrófitas (M) se recolectaron manualmente con una red de área 0.09m² y 500µm de poro,

luego, la vegetación se limpió con un cepillo de cerdas suaves durante 10 minutos. Los microhábitats de arena gruesa (AG) y fina (AF) se analizaron con tamices de 0.5mm y 0.02mm respectivamente, a partir de 1000g de cada muestra, extraídas con un corazonador con área de 0.01 m². Las muestras se preservaron con formaldehído al 10%, se rotularon y empacaron en bolsas plásticas de calibre grueso para su posterior análisis en el laboratorio.

Las larvas de tricópteros se separaron e identificaron a nivel de género, con las claves taxonómicas de Roback (1966), Holzenthal (1988), Wiggins (1996), Merrit y Cummins (1996), Angrisano y Korob (2001), Posada-García y Roldán (2003) y Springer (2006). Los organismos se depositaron en la Colección Entomológica de la Universidad del Magdalena (CEUM) y en el Museo de Entomología de la Universidad del Valle (MEUV).

Caracterización de variables físicas y químicas: Al mismo tiempo que se recolectaron las muestras biológicas, se midieron *in situ* las siguientes variables físicas: temperatura del agua (°C), conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y pH, usando un conductímetro y pHmetro Multi WTW 350i. Además, se midió la concentración de oxígeno disuelto en el agua (mg/L), utilizando el método de Winkler (APHA, 1992).

La abundancia de los géneros de Trichoptera, se calculó a partir de la abundancia relativa de éstos por cada microhábitat. Para determinar diferencias en la composición de tricópteros en las cuatro estaciones de estudio, se aplicó la técnica de análisis de similitudes (ANOSIM) de una vía (Clarke, & Warwick, 2001). La abundancia de los organismos se ordenó en una matriz de similitud de Bray Curtis; como el factor tiempo no tuvo peso significativo en el análisis, se procedió a realizar una prueba multidimensional no paramétrica (NMDS) entre las estaciones de muestreo, previa transformación de los datos de las abundancias de los organismos a Log (x+1), para contrarrestar el peso de los géneros más dominantes y así conocer la similitud entre las

estaciones (50% de similitud). Estos análisis se realizaron con el programa PRIMER 5.0. Para evaluar la preferencia de microhábitat por parte de las larvas, se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) a partir de los datos de abundancia de los géneros por microhábitat. Finalmente, para conocer las relaciones que presentaron las variables ambientales y las abundancias de los géneros más frecuentes, se estandarizaron los datos y se realizó un Análisis de Componentes Principales, (PAST 1.6).

RESULTADOS

Caracterización ambiental: Las variables físicas y químicas en las estaciones Cascada, Therán y Paso del Mango, no registraron diferencias significativas, mientras que Bonda sí. La temperatura y la conductividad promedio durante los muestreos aumentaron a medida que disminuía el gradiente altitudinal; sin embargo, las concentraciones de oxígeno descendieron. La estación Bonda, presentó los mayores valores de temperatura y conductividad (temperatura promedio: $26.51 \pm 2.9^\circ\text{C}$; Conductividad promedio: $153.89 \pm 55.1 \mu\text{S}/\text{cm}$) y los menores valores de oxígeno disuelto (promedio: $5.20 \pm 1.5 \text{mg}/\text{L}$). Por su parte, el pH se mantuvo estable durante todo el estudio y con valores similares en las estaciones (rango: 7.33-7.41) (Cuadro 1). La sumatoria de los dos primeros componentes producto del ACP fue del 94.62% y asoció las altas abundancias de los géneros *Leptonema* y *Smicridea* a la estación Cascada, que a su vez presentó los mayores valores de oxígeno disuelto, mientras *Chimarra*, *Nectopsyche*, *Culoptila* y *Phylloicus* evidenciaron una relación con la estación Therán que también mostró altos valores de oxígeno disuelto (Fig. 2B).

Composición de los tricópteros: Se recolectaron 3316 larvas, clasificadas en tres subórdenes pertenecientes a 10 familias y 14 géneros. Del suborden Spicipalpia se encontraron tres familias: Glososomatidae, Hydrobiosidae y Hydroptilidae; del suborden Annulipalpia: Hydropsychidae,

CUADRO 1

Valores promedios de las variables físicas y químicas en las estaciones de muestreo

TABLE 1
Mean values of physicals and chemical variable on the stations

Estación	Temperatura (°C)	Conductividad (μS/cm)	pH	Oxígeno disuelto (mg/L)
Cascada	20.21 ± 2.6	69.36 ± 40.8	7.33 ± 0.3	8.43 ± 1.4
Theran	22.11 ± 2.6	83.64 ± 39.9	7.39 ± 0.3	8.20 ± 1.4
Paso del Mango	23.97 ± 2.6	94.09 ± 39.7	7.43 ± 0.2	7.41 ± 1.3
Bonda	26.51 ± 2.9	153.89 ± 55.1	7.41 ± 0.2	5.20 ± 1.1

Philopotamidae, Polycentropodidae y Xiphocentronidae; y del suborden Integripalpia: Calamoceratidae, Helicopsychidae y Leptoceridae.

Las familias con mayor riqueza genérica en este estudio fueron: Hydropsychidae (tres géneros), Leptoceridae (dos géneros) e Hydroptilidae (dos géneros) y con un solo género, se encontraron las familias: Hydrobiosidae, Polycentropodidae, Philopotamidae y Xiphocentronidae, Calamoceratidae y Helicopsychidae. Se registran por primera vez para el departamento del Magdalena los géneros: *Cerasmatrixia*, *Ochrotrichia*, *Xiphocentron*, *Culoptila*, *Atanatolica* y *Macronema*, todos ellos en su etapa larval.

Distribución altitudinal: La clasificación de las estaciones, de acuerdo con las abundancias de Trichoptera conformó tres grupos (Fig. 3A); las estaciones Cascada, Therán y Paso del Mango integran el principal grupo y Bonda dos grupos ($p < 0.05$). En la estación Cascada (360msnm) se recolectaron 1 353 organismos correspondientes al 40.8% de los tricópteros del estudio. Los géneros con las mayores abundancias (cantidad de individuos) fueron: familia Hydropsychidae: *Leptonema* (397), *Smicridea* (335); Leptoceridae: *Nectopsyche* (170), Helicopsychidae: *Helicopsyche* (77) y Xiphocentronidae: *Xiphocentron* (75). Géneros que durante el trabajo registraron abundancias menores al 2% Leptoceridae: *Atanatolica*; Calamoceratidae: *Phylloicus*; Hydroptilidae: *Ochrotrichia* y *Cerasmatrixia*, Philopotamidae: *Chimarra*; Hydrobiosidae: *Atopsyche*; Glossosomatidae: *Culoptila*; Hydropsychidae: *Macronema*

y Polycentropodidae: *Polycentropus*. En la estación Therán (245msnm), se recolectaron 1 201 larvas, correspondientes al 36.2% de la abundancia total. Los géneros más abundantes fueron: *Nectopsyche* (550), *Chimarra* (113), *Phylloicus* (108), *Culoptila* (105). Mientras que los géneros *Smicridea*, *Leptonema*, *Xiphocentron*, *Helicopsyche*, *Ochrotrichia*, *Atanatolica*, *Polycentropus*, *Cerasmatrixia*, *Atopsyche* y *Macronema* presentaron abundancias menores a 100 individuos.

La abundancia total de larvas registrada en la estación Paso del Mango (230 msnm) fue de 614, correspondiente al 18.52% de los tricópteros encontrados en el estudio. Dominaron los géneros *Nectopsyche* con 171 individuos, *Leptonema* con 98 y *Smicridea* y *Culoptila* con 83 y 68, respectivamente. El género *Atopsyche* no se registró en esta estación. La estación Bonda (60msnm), registró los valores más bajos de la abundancia relativa (4.46%), con un total de 148 larvas. Entre los géneros representativos se encuentran: *Nectopsyche* (79 individuos) y *Chimarra* (32), las abundancias más bajas la registraron *Leptonema*, *Smicridea*, *Phylloicus*, *Cerasmatrixia*, *Macronema* y *Helicopsyche* con menos de diez individuos cada uno. No se registraron los géneros: *Atopsyche*, *Culoptila*, *Ochrotrichia*, *Xiphocentron*, *Polycentropus* y *Atanatolica* en Bonda.

Distribución en los microhábitats: Algunos géneros evidenciaron posibles preferencias por ciertos microhábitats; tal es el caso de *Nectopsyche* quien mostró una abundancia relativa del 17% en la HCL. En la HCR *Leptonema* tuvo una representación del 9%. En



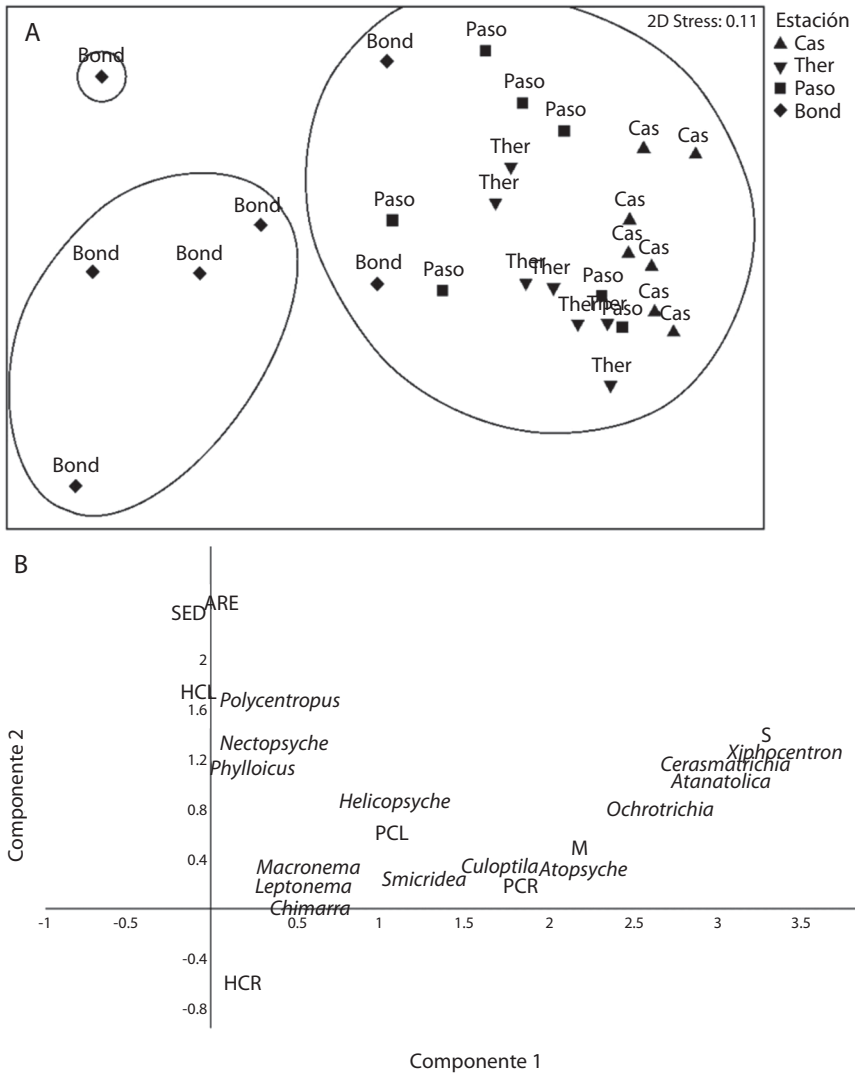


Fig. 3. A. Sistema de ordenación NMDS de las estaciones de muestreo según las abundancias registradas. La clasificación se realizó al 50% de similitud. Cas: Cascada, Ther: Therán, Paso: Paso del Mango, Bond: Bonda. Datos transformados a Log (X+1). **B.** Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) de acuerdo con las abundancias en los microhábitats.

Fig. 3. A. NMDS ordination system of the stations of samples according to abundances. The classification was made with 50% of similarity. Cas: Cascada, Ther: Therán, Paso: Paso del Mango, Bond: Bonda. Data were transformed to Log (X+1). **B.** Canonical Correspondence Analysis to (ACC) abundances in the microhabitats.

la PCR el género *Smicridea* con el 5.85% fue el más abundante. En Zs *Xiphocentron* fue el género que presentó la mayor abundancia. Por su lado, *Atopsyche*, *Culoptila* y *Smicridea* dominaron en M y PCR. *Helicopsyche*, *Macronema* y *Leptonema* tuvieron preferencia por PCL. *Polycentropus*, *Nectopsyche* y *Phylloicus*

exhibieron preferencias por HCL. *Nectopsyche* y *Atanatolica* se encontraron con bajas abundancia (menores al 2%) en AG (Fig. 3B).

Variación temporal: Durante la época de lluvias (Agosto a Noviembre) la abundancia de los tricópteros disminuyó en todas las

estaciones, la cual se evidenció especialmente en la estación La Cascada, donde se registraron abundancias menores a 200 individuos en agosto y septiembre, fecha que coincidió con el inicio de las precipitaciones. Mientras que en febrero las abundancias ascendieron a 250 individuos. Esta misma tendencia se observó en Therán y Paso del Mango. La estación Bonda, no registró importantes variaciones en la abundancia de organismos, ya que para todos los muestreos fueron menores a 50 individuos (Fig. 4).

DISCUSIÓN

A pesar que las estaciones ubicadas a mayor altitud (Cascada, Therán y Paso del Mango) no presentaron variaciones en cuanto a las mediciones de las variables físicas y químicas, se observó un aumento progresivo de la temperatura, conductividad y pH a medida que se desciende en altitud. Esto se debe a que las características geomorfológicas de las estaciones son similares, ya que presentan una vegetación ribereña en buen estado y pendientes

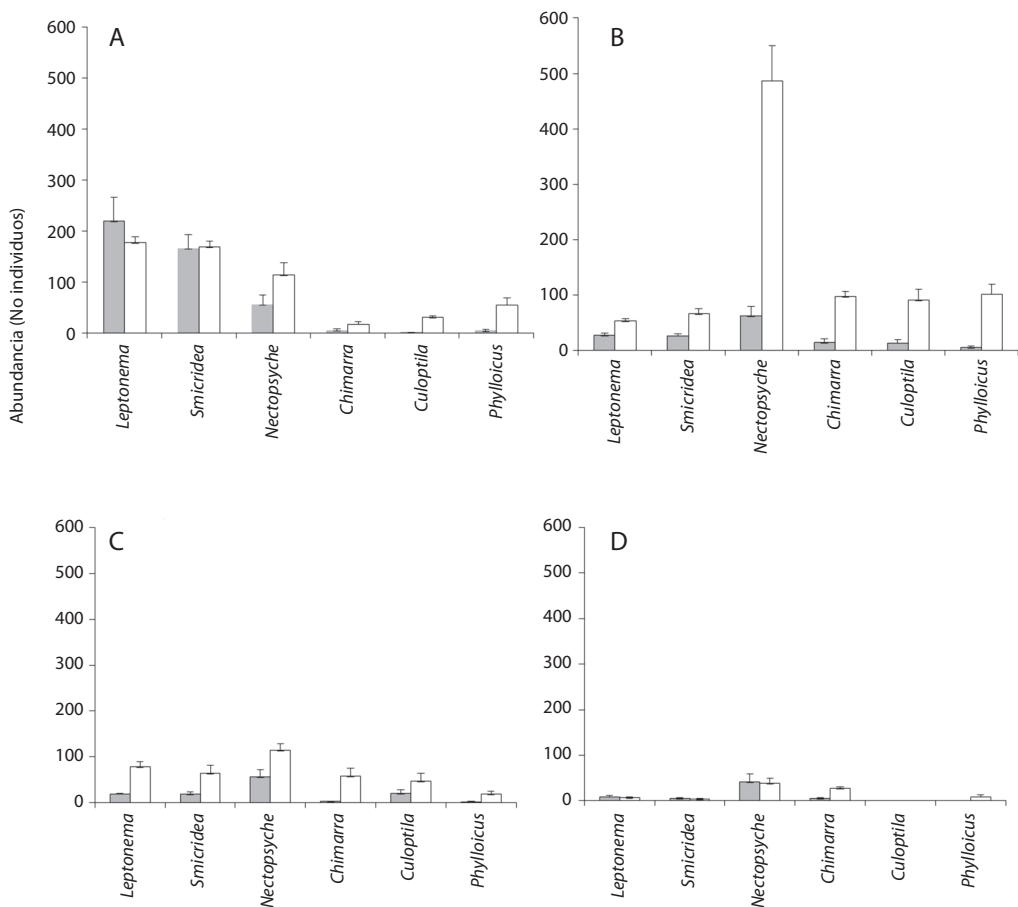


Fig. 4. Abundancia de géneros de Trichoptera durante las épocas de lluvia (barras oscuras) y sequía (barras blancas) en las cuatro estaciones de muestreo. **A:** Cascada, **B:** Therán, **C:** Paso del Mango, **D:** Bonda. Las líneas representan la desviación estándar.

Fig. 4. Abundances of Trichoptera during rain season (dark barr) and dry season (white barr) in the four sample side. **A:** Cascada, **B:** Therán, **C:** Paso del Mango, **D:** Bonda. The line represent one estándar desviación.

moderadas (20° aproximadamente), lo que favorece la formación de zonas de rápidos y mejor autodepuración del sistema (Zúñiga et al., 1994). Mientras que en la estación Bonda se observaron vertimientos de aguas servidas, producto de las actividades agropecuarias e impacto generado por el hombre, además de ser un lugar usado como balneario. Evidencia de esto, es el aumento en conductividad (153 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y la disminución del oxígeno disuelto como consecuencia del incremento de la carga orgánica residual que recibe. Adicionalmente, esta estación está ubicada después de una represa, donde se capta agua para consumo de la población de Santa Marta, situación que produce reducción del caudal aguas abajo, este efecto se acentúa en época seca, desfavoreciendo la presencia de algunos microhábitats como zona de salpicadura (Zs) y macrofitas (M).

Con respecto a la composición de los Trichoptera, de las 14 familias y 53 géneros registrados para Colombia, 10 familias y 22 géneros se conocen en el departamento del Magdalena (Escobar, 1989; Muñoz-Quesada et al., 1999; García, & Moreno, 2000; Grimaldo, 2001; Fuentes, & Carmona, 2001; Manjarrés, & Manjarrés-Pinzón, 2004; Muñoz-Quesada, 2004). En este trabajo se registra por primera vez la presencia de *Xiphocentron* en los ríos de la SNSM. En Colombia, esta familia está representada por dos géneros *Cnodocentron* y *Xiphocentron*, este último ha sido citado en los departamentos de Antioquia, Chocó, Valle del Cauca, Cundinamarca, Boyacá, Risaralda y Tolima (Rincón, 1996; Roldán, 1996; Flint et al., 1999; Posada-García, & Roldán, 2003; Rincón, 2002; Medellín, Ramírez, & Rincón, 2004; Muñoz-Quesada, 2000, 2004; Vásquez-Ramos et al., 2014). Por otro lado, se registran por primera vez para el Caribe colombiano, las larvas de *Cerasmatrixia*, *Ochrotrichia*, *Culoptila*, *Atanatolica* y *Macronema*, quienes componen cerca del 43% de los géneros.

Al considerar la distribución espacial, los patrones de distribución no se mostraron homogéneos, debido a que algunos de estos organismos poseen estructuras adaptativas, como la producción de seda, que les permite adherirse

al sustrato y construir refugios para disminuir la deriva catastrófica ocasionada por el aumento del nivel del río. Es así como *Leptonema* y *Smicridea*, construyen refugios fuertes y se adhieren a sustratos como las piedras, gravas y macrófitas (Springer, 2010; Vásquez-Ramos et al., 2010; Vásquez-Ramos et al., 2014), lo cual incide positivamente en la capacidad que tienen estos géneros para colonizar diferentes tipos de sustratos. El género *Xiphocentron* solo se encontró en el microhábitat Zs (por encima de la columna de agua), ya que sus larvas se recolectaron en la interface agua-superficie. Similares resultados fueron registrados por Springer (2010) y Vásquez-Ramos et al. (2010, 2014). En términos generales, la distribución de los géneros de Trichoptera puede atribuirse a la sensibilidad a las variables físicas y químicas medidas, y a sus exigencias para un microhábitat específico, sustrato y hábitos alimentarios, los cuales pueden ser diferentes para las mismas especies en los distintos tramos del río, estado del desarrollo y entre ríos (Wiggins, 1996; Posada-García, & Roldán, 2003; Medellín et al., 2004; Guevara, Reynoso, & Villa, 2005; Springer, 2006, 2010).

Con respecto a la distribución temporal, la abundancia de tricópteros fue afectada por el régimen de precipitaciones, donde las mayores abundancias se registraron en la época de sequía (agosto, diciembre, enero y febrero) con 2 375 organismos, mientras que las más bajas se presentaron durante la época de lluvias (septiembre, octubre y noviembre) con 941. Esta tendencia también fue registrada para otros grupos de insectos acuáticos como Plecoptera en el río Gaira, SNSM (Tamaris-Turizo et al., 2007) y en el Río Riofrío en el Departamento del Valle (Ballesteros et al., 1997), lo cual está relacionado con los procesos de deriva o migración a sustratos más estables o al hiporreico.

Durante los meses de sequía, la riqueza de géneros en la estación Cascada (14 géneros) y Therán (13 géneros) fueron similares, los géneros encontrados están adaptados a vivir en aguas muy oxigenadas, bajas temperaturas y poca contaminación orgánica (Vásquez-Ramos et al., 2010, 2014). Sin embargo, se observan

algunas larvas con un margen de distribución un poco más amplio, que se distribuyen hasta la estación Paso del Mango (10 géneros), donde se evidencia poca intervención antrópica, por el uso de sus aguas con fines de recreación. La estación Bonda (60 m), presenta mayores problemas de intervención antrópica que afectan las aguas del río (De Arco, & De León, 2006), situación que se corresponde con la abundancia y composición de los tricópteros, representados principalmente por los géneros *Nectopsyche* y *Chimarra*. Aunque no se registraron géneros exclusivos en la estación Bonda, las abundancias de los géneros disminuyeron considerablemente.

Durante la época de lluvias (septiembre, octubre y noviembre) la composición de los tricópteros cambió en comparación a la época de sequía; sin embargo, las estaciones Casca, Therán y Paso del Mango presentaron una composición similar. Estos patrones de distribución están relacionados con el incremento de los volúmenes de descarga de agua, ocasionado por las precipitaciones locales, lo cual propicia procesos de deriva, aunque hay riesgos inherentes a la generalización de la deriva de los organismos entre cuenca y cuenca, e incluso entre secciones de un mismo río (Cole, 1988). Aunque el tipo de locomoción, los procesos de osmoregulación, junto a otras características ecológicas como la construcción de refugios y fisiológicas relacionadas con la producción de seda que emplean para sujetarse o anclarse a sustratos estables para no ser arrastrados por la corriente, los pueden llevar a migrar al hiporreico (Davies, 1991).

Los resultados muestran la importancia que tiene el aumento de las precipitaciones sobre la composición y abundancia de los tricópteros en un río tropical, evidenciado en la estructura de la comunidad. Tendencias similares se han evidenciado en otros ríos de la Región Andina de Colombia (Rincón, 1996; Roldán, 1996; Posada-García, & Roldán, 2003; Rincón, 2002; Medellín, et al., 2004; Muñoz-Quesada, 2000, 2004; Vásquez-Ramos et al., 2014). Finalmente, la distribución de los tricópteros en los microhábitat y en el gradiente

altitudinal evidenció preferencias de algunos géneros por microhábitats particulares y una importante sensibilidad a la contaminación de los cuerpos de agua.

AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio de Colecciones Científicas de la Universidad Pedagógica Nacional, en especial a María Eugenia Rincón Q.E.P.D. y al Laboratorio de Entomología de la Universidad del Atlántico por facilitar las instalaciones para la identificación del material biológico. A María del Carmen Zúñiga, por las observaciones realizadas al manuscrito. A la Universidad del Magdalena por cofinanciar el desarrollo del trabajo en el procesamiento de las muestras. A Fernando Muñoz por el suministro del material bibliográfico. A Pedro Eslava Eljaiek y Eberthard Wedler por el apoyo logístico en las estaciones de muestreo.

RESUMEN

Los insectos acuáticos son importantes como indicadores de calidad de aguas en ríos y arroyos. Uno de los grupos más abundantes son los Trichoptera, ellos juegan un papel importante por su papel funcional en los sistemas acuáticos. Por eso conocer su diversidad es prioritario. El objetivo de este estudio es conocer la estructura de la comunidad del orden Trichoptera y su dinámica espacio-temporal en relación con los microhábitats y algunas variables físicas y químicas, en la parte media y baja de la cuenca del río Manzanares (Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia). Se muestrearon mensualmente ocho microhábitats entre agosto 2002 y febrero 2003, durante los periodos de lluvias y sequía. Se recolectaron 3 316 larvas, repartidas en tres subórdenes pertenecientes a 10 familias y 14 géneros; seis de estos géneros y una familia son los primeros registros para el departamento del Magdalena (Colombia). Los tricópteros presentaron la mayor abundancia y riqueza genérica en los microhábitats Hojarasca Corriente Lenta, Hojarasca Corriente Rápida y Piedra Corriente Rápida, donde *Nectopsyche* (28%), *Leptonema* (17%) y *Smicridea* (15%) fueron los géneros más predominantes. La estructura, y composición de los géneros del orden Trichoptera variaron en cada estación en función del régimen pluviométrico y las variables físicas y químicas presentadas en la localidad de estudio, evidenciando las menores abundancias y riqueza en los periodos de altas precipitaciones (octubre y noviembre) y las mayores en épocas de precipitaciones bajas (diciembre, enero y

febrero). De igual forma las estaciones con mayores valores de oxígeno disuelto y menores valores en temperatura y conductividad reportaron las mayores abundancias de tricópteros. Los tricópteros evidenciaron preferencias por microhábitats específicos, variación en su composición de acuerdo con los periodos climáticos y su respuesta a los niveles de polución del río. Se recomienda complementar estos estudios con ciclos anuales y aumentar el gradiente altitudinal para conocer aspectos de su distribución.

Palabras clave: estructura de comunidad, tricópteros, ecología de ríos.

REFERENCIAS

- APHA. (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. New York: American Public Health Association.
- Allan, J. D., & Castillo, M. M. (2007). *Stream ecology structure and function of running water* (2nd ed.). Netherlands: Springer.
- Angrisano, E. B., & Korob, P. G. (2001). Trichoptera. In H. R. Fernández, & E. Domínguez (Eds.), *Guía para la determinación de artrópodos bentónicos sudamericanos* (pp. 51-92). Argentina: Universidad Nacional de Tucumán.
- Ballesteros, Y., Zúñiga, M. del C., & Rojas, A. (1997). Distribution and structure of the order Trichoptera in various drainages of the Cauca River basin, Colombia and their relationship to water quality. *Proceeding of the 8th International Symposium on Trichoptera* (pp. 19-23). Perugia, Italia: Ohio Biological Survey.
- Bispo, P. C., Oliveira, L. G., Crisci-Bispo, V. L., & Sousa, K. G. (2004). Environmental factors influencing distribution and abundance of trichopteran in Central Brazilian mountain streams. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 39(3), 233-237.
- Clarke, K. R., & Warwick, R. M. (Eds.). (2001). *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. United Kingdom: Natural Environment Research Council.
- Cole, G. A. (1988). *Manual de Limnología*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Hemisferio Sur.
- Davies, R. (1991). *Introducción a la Entomología*. Madrid: Edición Mundi-Prensa.
- De Arco, E., & De León, D. (2006). *Caracterización hidrológica de la cuenca del río Manzanares y evaluación de su disponibilidad hídrica* (Tesis inédita de pregrado). Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- Diniz-Filho, J. A. F., Oliveira, L. G., & Silva, M. M. (1998). Explaining the beta diversity of aquatic insects in "Cerrado" stream from Central Brazil using multiple Mantel Test. *Revista Brasileira de Biologia*, 58(2), 223-231.
- Domínguez, E., & Fernández, R. (Eds.). (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- Escobar, A. (1989). Estudio de las comunidades macrobénticas en el río Manzanares y sus principales afluentes y su relación con la calidad del agua. *Actualidades Biológicas*, 18(65), 45-60.
- Espinal, L. S., & Montenegro, E. (Eds.). (1963). *Formaciones vegetales de Colombia; memoria explicativa del mapa ecológico*. Colombia: IGAC.
- Fernández, H. R., & Domínguez, E. (Eds.). (2001). *Guía para la determinación de artrópodos bentónicos sudamericanos*. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- Flint, O., Holzenthal, R., & Charris, S. (Eds.). (1999). *Catalog of the Neotropical Caddisflies (Insecta: Trichoptera)*. Ohio: Especial Publication of the Ohio Biological Survey.
- Fuentes, J. M., & Carmona, A. (2001). *Contribución al conocimiento de algunos tricópteros y su distribución en la parte baja del río Guachaca* (Trabajo de inédito de especialización). Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- Fundación Pro-Sierra Nevada. (1998). *Evaluación Ecológica Rápida de la Sierra Nevada de Santa Marta. Definición de Áreas Críticas para la Conservación de la Sierra Nevada de Santa Marta*. Santa Marta: Ministerio del Medio Ambiente, UAESPNN The Nature Conservancy -USAID- Embajada de Japón.
- Gansser, A. (1955). Beitrag zur Geologie und Petrographie der Sierra Nevada de Santa Marta (Kolumbien, Südamerika). *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 35(2), 209-279.
- García, C., & Moreno, I. (2000). Primera lista de la composición macrofaunal de la parte baja del río Toribio, departamento del Magdalena, y aproximación preliminar a su dinámica temporal de corto plazo. *Actualidades Biológicas*, 22(73), 169-175.
- Grimaldo, M. 2001. *Inventario de los macroinvertebrados asociados a las macrófitas acuáticas en el río Gaira, departamento del Magdalena* (Tesis inédita de pregrado). Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- Guevara, G., Reynoso, G., & Villa, F. (2005). 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*, 17(1), 59-70.
- Holzenthal, R. W. (1988). Catálogo sistemático de los tricópteros de Costa Rica (Insecta: Trichoptera). *Brenesia*, 29(1), 51-82.



- Huamantínco, A. A., & Nessimian, J. L. (1999). Estructura e distribuição espacial da comunidade de larvas de Trichoptera (Insecta) em um tributário de primeira ordem do Rio Paquequer, Teresópolis, R.J. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 11(2), 1-16.
- Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC) (Ed.). (1995). *Estudio general de suelos de la Sierra Nevada de Santa Marta*. Santafé de Bogotá, D.C.: Subdirección de Agrología.
- Manjarrés, G., & Manjarrés-Pinzón, G. (2004). 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*, 3(1), 39-50.
- Medellín, F., Ramírez, M., & Rincón, M. E. (2004). Trichoptera del Santuario de Iguaque (Boyacá, Colombia) y su relación con la calidad del agua. *Revista Colombiana de Entomología*, 30(2), 197-203.
- Merritt, R. W., & Cummins, K. W. (Eds.). (1996). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America* (3th ed.). USA: Kendall /Hunt, Dubuque.
- Muñoz-Quesada, F. (2004). El Orden Trichoptera (Insecta) en Colombia, II: inmaduros y adultos, consideraciones generales. In F. Fernández, M. G. Andrade-C., & G. Amat-G. (Eds.), *Insectos de Colombia* (Vol. 3, pp. 319-349). Santafé de Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Muñoz-Quesada, F. (2000). Especies del orden Trichoptera (Insecta) en Colombia. *Revista Biota Colombiana*, 1(3), 267-288.
- Muñoz-Quesada, F., Gutiérrez, L., & Zúñiga, M del C. (1999). Trichoptera from the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Bulletin of the North American Benthological Society*, 16(1), 229.
- Oliveira, L. G., Bispo, P. C., Crisci, V. L., & Sousa, K. G. (1999). Distribuições de categorias funcionais alimentares de larvas de Trichoptera em uma região serrana do Brasil Central. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 11(2), 173-183.
- Oliveira, L. G., & Froehlich, C. G. (1996). Natural history of three Hydropsychidae (Trichoptera, Insecta) in a "Cerrado" stream from northeastern São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 13(3), 755-762.
- Posada-García, J., & Roldán, G. (2003). Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el noroccidente de Colombia. *Caldasia*, 25(1), 169-192.
- Quintero, A., & Rojas, A. (1987). Aspectos biológicos del orden Trichoptera y su relación con la calidad del agua. *Revista Colombiana de Entomología*, 13(1), 26-38.
- Ramírez, J. J., & Roldán, G. (1989). Contribución al conocimiento limnológico y de los macroinvertebrados acuáticos de algunos ríos de la región del Urabá antioqueño. *Actualidades Biológicas*, 18(66), 113-121.
- Rincón, M. E. (1996). Aspectos bioecológicos de los tricópteros de la Quebrada Carrizal (Boyacá, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 22(1), 53-60.
- Rincón, M. E. (1999). Estudio preliminar de la distribución altitudinal de los Trichoptera de la cordillera oriental colombiana. In G. Andrade, F. Fernández, & G. Amat (Eds.), *Insectos de Colombia*, (Volumen II, pp. 267-284). Santafé de Bogotá: Estudios ecológicos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Rincón, M. E. (2002). Comunidad de insectos acuáticos de la quebrada Mamarramos (Boyacá, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 28(1), 101-108.
- Roback, S. W. (1966). The Trichoptera larvae and pupae. In R. Patrick (Ed.), *The Catherwood Foundation Peruvian-Amazon Expedition: Limnological and Systematics Studies* (pp. 235-303). USA: Monographs of the Academy of Natural Science of Philadelphia.
- Roldán, G., Posada, J. A., & Gutiérrez, J. (Eds.). (2001). *Estudio limnológico de los recursos hídricos del Parque de Piedras Blancas*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Alvaréz Lleras.
- Roldán, G. 1996. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Antioquia: Editorial Presencia. Fondo FEN Colombia, Colciencias, Universidad de Antioquia.
- Spies, M. R., Froehlich, C. G., & Kotzian, C. B. (2006). Composition and diversity of Trichoptera (Insecta) larvae communities in the middle section of the Jacuí River and some tributaries, State of Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 96(4), 389-398.
- Springer, M. (2006). Clave taxonómica para larvas de la familia del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 54(suppl. 1), 273-286.
- Springer, M. (2010). Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(suppl. 4), 151-198.
- Tamaris-Turizo, C., Turizo, R., & Zúñiga, M. del C. (2007). Distribución espacio-temporal y tipos alimentarios de ninfas de *Anacroneria* (Insecta: Plecoptera: Perlidae) en el río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia). *Caldasia*, 29(2), 375-385.
- Vásquez-Ramos, J., Ramírez-Díaz, F., & Reinoso-Flórez, G. (2010). Distribución espacial y temporal de los tricópteros inmaduros en la cuenca del río Totare (Tolima-Colombia). *Caldasia*, 32(1), 129-148. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v62i0.15776>

- Vásquez-Ramos, J., Guevara-Cardona, G., & Reinoso-Flórez, G. 2013. Impactos de la urbanización y agricultura en cuencas con bosque seco tropical: influencia sobre la composición y estructura de larvas de tricópteros. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias*, 25(1), 61-70.
- Vásquez-Ramos, J., Guevara-Cardona, G., & Reinoso-Flórez, G. 2014. Factores ambientales asociados con la preferencia de hábitat de larvas de tricópteros en cuencas con bosque seco tropical (Tolima, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 62 (Suppl. 2), 21-40.
- Wiggins, G. (Ed.). (1996). *Larvae of North American caddisfly genera (Trichoptera)*. (2nd ed.). London: University of Toronto Press. Toronto Buffalo.
- Zúñiga, M. del C., & Cardona, W. (2009). Bioindicadores de calidad de agua y caudal ambiental. In J. Cantera, L. Carvajal, & M. Castro (Eds.), *Caudal ambiental: conceptos, experiencias y desafíos* (pp. 167-198). Cali: Universidad del Valle.
- Zúñiga de Cardoso, M. del C., Rojas de Hernández, A. M., & Serrato-Hurtado, C. (1994). Interrelación de indicadores ambientales de calidad de cuerpos de agua superficiales del Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología*, 20(1), 124-130.



