

*The Biologist (Lima)*, 2021, vol. 19 (1), 41-55.



## The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

### TRICOPTEROFAUNA DEL RÍO PALMAR, CUNDINAMARCA, COLOMBIA

### TRICHOPTERA FAUNA OF THE PALMAR RIVER, CUNDINAMARCA, COLOMBIA

Geraldine González-Vargas<sup>1,2\*</sup> & Alexander García-García<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Incca de Colombia. Grupo de Investigación en Ecología evolutiva y Biogeografía tropical ECOBIT. Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup>Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Grupo de Investigación en Artrópodos “Kumangui”. Bogotá, Colombia.

\*Corresponding author: geraldinegonzalezva@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-4091-6270>

## ABSTRACT

The behavioral variation of diversity in different altitudinal scales is one of the variables that have been least studied in aquatic insects, therefore, the objective of this research was to establish how the composition varies of the Trichoptera order present in the Palmar river, Cundinamarca, Colombia regarding the altitudinal gradient, determining the particular physicochemical conditions that are distributed from its source to its mouth, during the months of September 2018 to February 2019. The capture of individuals was carried out using a Surber network and a type D network, the physicochemical parameters were measured in situ. 3,838 specimens belonging to 10 families and 18 genera were collected, of which the first report of the *Anchitrichia* (Flint, 1970), *Cerasmatrichia* (Flint *et al.*, 1994) and *Neotrichia* (Morton, 1905) genera of the Hydroptilidae family for Cundinamarca is made. The trichoptero fauna in the evaluated areas showed a variation at a spatial level, exhibiting the highest richness and abundance in the Ubaque area. The genera *Atopsyche* (Banks, 1905), *Helicopsyche* (Siebold, 1856) and *Smicridea* (McLachlan, 1871) presented the highest distribution ranges as they were present in all areas. The canonical correspondence analysis carried out showed that pH and temperature are the variables that have the greatest importance in the distribution of larvae.

**Keywords:** Abundance – Altitudinal scales – Diversity – Physicochemical variables

doi:10.24039/rtb2021191881

## RESUMEN

La variación comportamental de la diversidad en diferentes escalas altitudinales es una de las variables que menos se han trabajado en insectos acuáticos, por lo cual, el objetivo de esta investigación fue establecer cómo varía la composición del orden Trichoptera presente en el río Palmar, Cundinamarca, Colombia con respecto al gradiente altitudinal y determinar las condiciones fisicoquímicas particulares que se distribuyen desde su nacimiento hasta su desembocadura, durante los meses de septiembre 2018 a febrero 2019, la captura de los individuos se llevó a cabo empleando una red Surber y una red tipo D, los parámetros fisicoquímicos se midieron *in situ*. Se recolectaron 3.838 especímenes pertenecientes a 10 familias y 18 géneros, de los cuales se hace el primer registro de los géneros *Anchitrichia* (Flint, 1970), *Cerasmatrixia* (Flint *et al.*, 1994) y *Neotrichia* (Morton, 1905) de la familia Hydroptilidae para Cundinamarca. La tricóptero-fauna en las zonas evaluadas mostró una variación a nivel espacial, exhibiendo la mayor riqueza y abundancia en la zona de Ubaque. Los géneros *Atopsyche* (Banks, 1905), *Helicopsyche* (Siebold, 1856) y *Smicridea* (McLachlan, 1871) presentaron los mayores rangos de distribución al encontrarse presente en todas las zonas. El análisis de correspondencia canónica realizado evidenció que el pH y la temperatura son las variables que tienen mayor peso en la distribución de las larvas.

**Palabras clave:** Abundancia – Diversidad – Escalas altitudinales – Variables fisicoquímicas

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas dulceacuícolas representan uno de los componentes más importantes e indispensables para el desarrollo y sustentabilidad de la vida de todos los organismos (Meza *et al.*, 2012). En la actualidad, este recurso se ha visto gravemente afectado por las grandes extracciones de suelo, el represamiento y la entrada de contaminantes a los cuerpos de agua, comprometiendo la salud de los ecosistemas y poniendo en riesgo la diversidad biológica, además de ocasionar alteraciones en la potabilidad de este recurso para el consumo humano. Por lo anterior, se ha despertado un gran interés por conocer el estado actual de los cuerpos de agua, con el fin de crear estrategias en pro de la conservación y la protección de estos ecosistemas y de alguna manera subsanar los altos índices de contaminación que están sufriendo (Zúñiga & Cardona, 2009).

Es así como en Colombia, en los últimos años se ha incrementado el número de estudios realizados en macroinvertebrados, rescatando su importancia ecológica en el medio dulceacuícola, estas investigaciones se han enfocado principalmente en inventarios faunísticos de la comunidad biológica,

con el fin de establecer la calidad del agua, no obstante, existen algunos grupos que han recibido mayor atención, pues tienen un potencial más alto como indicadores del estado ecológico del hábitat (Rúa *et al.*, 2015), asimismo, cumplen papeles trascendentales en los ciclos de nutrientes y transferencia de energía (Zúñiga & Cardona, 2009) como es el caso los tricópteros que además de tener una alta diversidad, tiene la capacidad de responder de manera positiva o negativa hacia variaciones en las condiciones fisicoquímicas del agua, respuestas que se ven reflejadas a corto plazo en sus abundancias (González-Vargas, 2019).

Sin embargo, pese a la enorme riqueza hídrica de Colombia, el conocimiento de estos insectos aún es incompleto, debido a que la mayoría de investigaciones que se registran para el país se encuentran restringidos para los departamentos de Caldas, Tolima, Antioquia y Valle del Cauca (Guevara, 2004; Muñoz-Quesada, 2004; Reinoso *et al.*, 2007, 2008; Vásquez *et al.*, 2010; Vásquez-Ramos *et al.*, 2014; López-Delgado *et al.*, 2015) provocando que existan zonas con una escasa o nula información faunística, caso particular del departamento de Cundinamarca, que pese a sus intentos por reportar la fauna existente, muchas de las investigaciones no se encuentran determinadas

a nivel genérico o específico, debido a que los estudios han sido encaminados hacia la bioindicación bajo el índice BMWP/Cu y por lo general, hacen parte de la llamada “literatura gris”, de acceso muy limitado, el único trabajo realizado de manera puntual en Trichoptera corresponde al de Latorre-Beltrán *et al.* (2014) en el páramo de Rabanal (Cundinamarca-Boyacá), esto ha generado que la comprensión sobre la diversidad y la distribución para el departamento no sea precisa, sumado a esto, se han dejado de lado la inclusión de variables ambientales como la altura en sus estudios o si la incluyen, esta se evalúa de manera aislada en diferentes cauces de agua sin llegar a establecer una relación entre las distintas comunidades que habitan en ella, impidiendo comprender a profundidad las interacciones de estos insectos con su entorno, así como su incidencia en la composición (González-Vargas, 2019). Es por esto, que el propósito del presente estudio fue evaluar y comparar la diversidad y estructura de las comunidades del orden Trichoptera encontrados en tres puntos del río Palmar, Cundinamarca, Colombia con respecto a los gradientes altitudinales y determinar las condiciones fisicoquímicas y biológicas particulares que se distribuyen desde su nacimiento hasta su desembocadura.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de esta investigación se seleccionaron tres zonas a lo largo del río Palmar, Cundinamarca, Colombia que acabaron el nacimiento y la desembocadura; el criterio de selección de las zonas trabajadas se basó en que estas tuvieran una diferencia altitudinal de por lo menos 1.000 metros de altura entre cada una de ellas y que además, las densidades de vegetación ribereña y geomorfología de las zonas fueran diferentes.

La primera zona corresponde al Parque Ecológico Natural Matarredonda ubicado a 4°33'13,6" latitud norte y 74°00'20,3" longitud oeste en el municipio de Choachí a la altura de 3.294 msnm, la vegetación de esta zona corresponde a bosque altoandino. La segunda zona, fue en el municipio de

Ubaque a 4°48'03,49" latitud norte y 73°94,2'11.6" longitud oeste a la altura de 1.958 msnm y por último, la tercera zona corresponde al municipio de Guayabetal a 4°20'69,14" latitud norte y 73°74'76" longitud oeste a una altura de 1.090 msnm (Fig. 1), las formaciones vegetales de estas dos últimas zonas se caracterizaron por la presencia de bosque ripario. Esta investigación se desarrolló en los meses de septiembre de 2018 a marzo de 2019 dentro de los cuales se llevaron a cabo tres muestreos que comprenden el periodo seco.

En cada zona se seleccionó un transecto de 100 m que fuera lo más representativo del río y que no presentara indicios de haber sufrido alguna perturbación natural o inducida reciente, que pudiera haber alterado sus características fisicoquímicas y biológicas normales. Este transecto se dividió en diez estaciones, en cada una de ellas se emplearon dos métodos cuantitativos para la captura de los individuos, con el fin de abarcar mayor cantidad de hábitats y poder contribuir al análisis de riqueza y abundancia. El primero método corresponde a una red tipo “D” con un diámetro de 30 cm y una apertura de ojo de malla de 500  $\mu\text{m}$  cual se utilizó en las zonas de mayor profundidad, removiendo con los pies el sustrato situado en los 0,5 m cercanos a la boca de la red, este proceso se repitió hasta completar un barrido en toda la estación. El segundo método, consistió en una red Surber de 900  $\text{cm}^2$  empleada en la zona del litoral, donde se colocó la red sobre el fondo de la corriente y con ayuda de las manos se removió el sustrato del fondo. Al sumar las áreas de la tipo D y la red Surber, nos da un área muestreada total de 2,4  $\text{m}^2$ , muy cercana a la propuesta por el Alba *et al.* (2008) que es de 2,5  $\text{m}^2$  por cada zona que se desea estudiar para una obtener una representatividad óptima de la fauna del sitio. El material obtenido en cada uno de los métodos se lavó con abundante agua sobre tres tamices de 2,0, 0,80 y 0,30  $\mu\text{m}$  con el objetivo de retirar las piedras, hojarasca y materia orgánica que pueda dañar los individuos durante su transporte. Todo el contenido en el tamiz se guardó en bolsas con cierre hermético debidamente rotuladas preservadas con alcohol etílico al 96%.

Adicionalmente, en cada estación se llevaron a cabo la toma de parámetros fisicoquímicos para conductividad, pH, oxígeno disuelto (OD), temperatura, sólidos totales disueltos (STD),

salinidad y turbiedad, así como algunos datos ambientales como la temperatura ambiente, los cuales se realizaron con la ayuda de una sonda YSI\*Model 556 fabricada en Ohio, EEUU. Estos parámetros fueron tomados antes de iniciar la captura de los individuos, con el fin de no modificar o alterar las condiciones iniciales del agua, ya que estos pueden verse gravemente afectados al remover los sustratos y rocas del fondo. Por último, se llevó a cabo una caracterización de los rasgos físicos más relevantes como la dimensión del curso y caudal, por medio de mediciones de longitud, ancho, velocidad y profundidad, basándose en los métodos de Darrigan *et al.* (2007). Finalmente, el material fue almacenado en alcohol etílico al 96% en la colección de Artrópodos y otros Invertebrados de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (CAUD).

Para el análisis, se calcularon las abundancias relativas y totales, el índice de diversidad de Shannon, dominancia de Simpson y equidad de Pielou, de igual forma, se llevaron a cabo análisis multivariados tales como: Análisis de Correspondencia Múltiples (ACM) y Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) para

establecer si las condiciones fisicoquímicas están determinando o influyen de alguna manera en la distribución y abundancia, asimismo también se realizó una prueba de correlación múltiple entre todas las variables para evitar la sobre posición entre aquellas correlacionadas y por último, un análisis de Similitud, de escalamiento multidimensional (nMDS) y un ANOSIM bajo el estimador Bray-Curtis empleando el software Past, versión 3.18 (Hammer *et al.*, 2001).

Aspectos éticos: El permiso de colecta fue con base en la resolución 0738 expedida el 8 de julio del 2014 con número de aprobación 1301454370110011110 por el ministerio de Medio Ambiente y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia.

## RESULTADOS

Los valores promedio registrados de las variables fisicoquímicas por cada zona se resumen en la Tabla 1. En términos generales en las tres zonas se refleja un aumento inversamente proporcional en

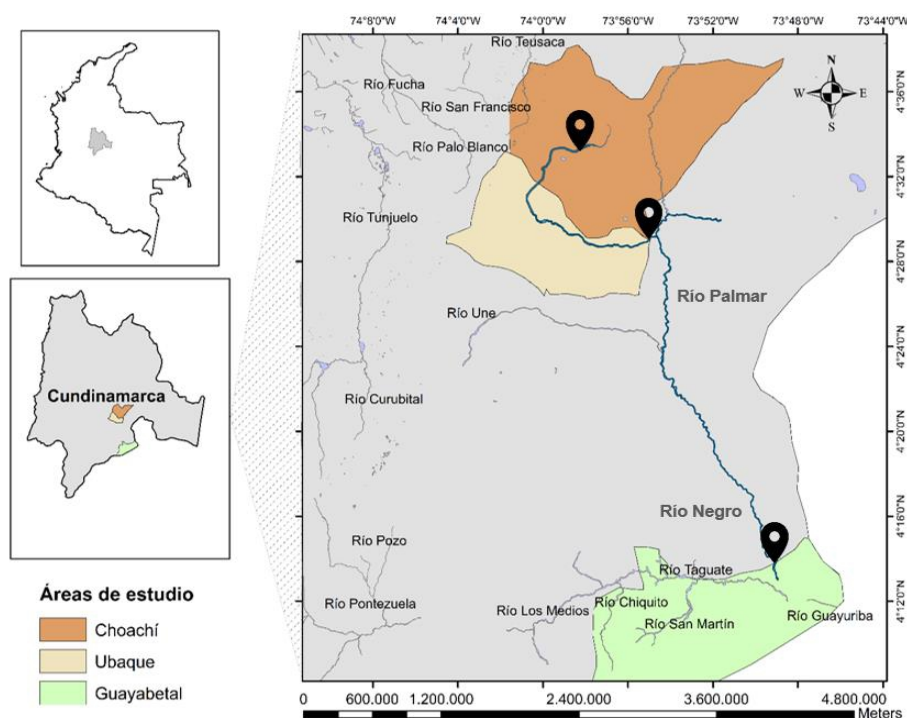


Figura 1. Área de estudio del río Palmar, Cundinamarca, Colombia.

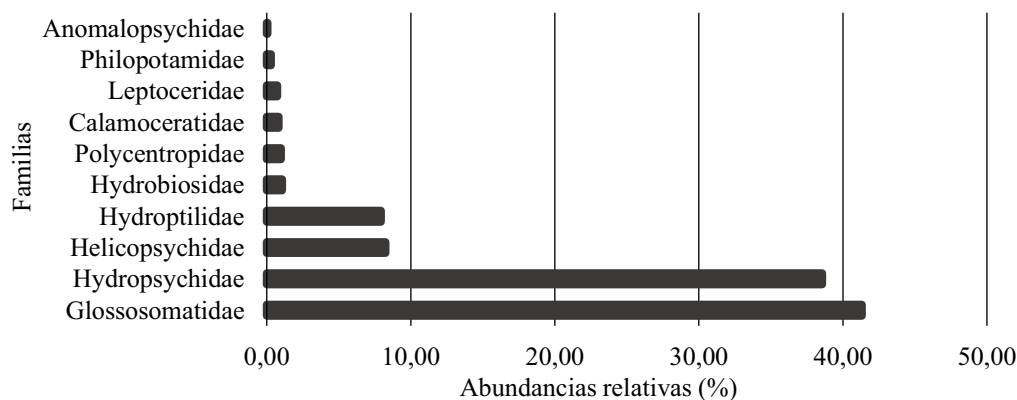
los valores de temperatura, donde a menor altitud mayor temperatura. El pH no mostró grandes diferencias entre la zona de Matarredonda y Ubaque, los cuales presentaron valores de 7,6 y 7,1; sin embargo, para Guayabetal se encontraron valores ácidos de 5,1. La turbiedad exhibió grandes diferencias en las tres zonas, alcanzando su valor más alto en Ubaque con 7,87 FTU. La conductividad presentó un alto grado de variación entre zonas con valores promedio entre 5,2 y 88,9  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , su rango más elevado se registró en la zona de Ubaque y Guayabetal. El OD en general fue alto para todas las zonas, oscilando entre 6,20 y 8,20  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . El valor promedio más alto para STD se obtuvo en la zona de Ubaque con 89,57  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , un valor muy superior si se compara con las dos zonas restantes que fue de 41,13  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  para Guayabetal y 3,03  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  para Matarredonda. Los valores para salinidad fueron variados entre 0,053, 0,090 y 0,096 PSU para Matarredonda, Ubaque y Guayabetal respectivamente. La zona con mayor caudal fue Ubaque, con un valor bastante alto al de las zonas de Matarredonda y Guayabetal, influenciado por el ancho y la velocidad, donde fueron considerablemente mayores que las demás zonas, contrario a Matarredonda que registró el valor más bajo con 1,71  $\text{m}^3\cdot\text{s}$ .

Se recolectaron un total de 3.838 individuos, 2.002 con la red Tipo D y 1.836 con la red Surber pertenecientes a 10 familias y 18 géneros. Las familias más abundantes fueron Glossosomatidae (41,32%) seguido por Hydropsychidae (38,56%) y Helicopsychidae (8,23%) mientras que Anomalopsychidae (0,05%), Philopotamidae (0,29%) y Leptoceridae (0,73%) fueron las familias con menor abundancia (Fig. 2). Con relación a los géneros, los más abundantes fueron *Mortoniella* (Ulmer, 1906) (41,32%) y *Leptonema* (Guérin, 1843) (33,56%) quienes representaron el 74,88% de la abundancia total, en contraste los géneros con menor representatividad fueron *Oecetis* (McLachlan, 1877), *Contulma* (Flint, 1969), *Anchitrichia* y *Atanatolica* (Mosely, 1936) con porcentajes inferiores al 1% (Tabla 2; Figs. 3-5).

La riqueza evaluada en las tres zonas arrojó valores cercanos para Ubaque y Matarredonda, siendo Ubaque la zona que presentó la riqueza más alta con 12 taxones, seguida por Matarredonda y Guayabetal con 10 y 7 taxones respectivamente. Sin embargo, a pesar de que las tres zonas presentaron un número de riqueza similar, únicamente tres géneros se compartieron entre

**Tabla 1.** Valores de los parámetros fisicoquímicos y ambientales encontrados para el río Palmar, Cundiamarca, Colombia.

Zona	T°	pH	FTU	Cond. ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	OD ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	STD ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	Salinidad	Ancho (m)	Profundad (m)	Caudal ( $\text{m}^3\cdot\text{s}$ )
Matarredonda	10,1	7,6	1,73	5,2	7,49	3,03	0,053	1,2	0,18	1,71
Ubaque	15,0	7,2	7,87	88,1	8,20	89,57	0,093	8,35	0,27	22,87
Guayabetal	19,5	5,1	5,6	88,9	6,20	41,13	0,096	3,15	0,20	4,08



**Figura 2.** Abundancias relativas de las familias del orden Trichoptera presentes en el río Palmar, Cundinamarca, Colombia.

ellas, que corresponde a *Atopsyche*, *Smicridea* y *Helicopsyche*. En cuanto a la abundancia por zonas, Ubaque exhibió los mayores valores con 3.352 ind/2,4 m<sup>2</sup>; mientras que la menor abundancia corresponde a Matarredonda, con solo 113 ind/2,4 m<sup>2</sup>. Ubaque posee igualmente los mayores valores de diversidad de Shannon-Weaver (1,462) y equidad de Pielou (0,654) en los índices de diversidad, mientras que en dominancia, Guayabetal posee los valores más altos (0,415) (Tabla 3).

En el ACM se obtuvo el 100% de la variación reunida en el segundo eje como se muestra en la

Fig. 6. En el lado izquierdo del primer cuadrante se observó que los géneros *Nectopsyche* (Müller, 1879), *Triplectides* (Kolenati, 1859) y *Contulma* se encuentran asociados a la zona de Matarredonda y se evidencia la transición de *Atanatolica* y *Atopsyche* hacia Ubaque, mientras que *Phylloicus* (Müller, 1880) y *Chimarra* (Stephens, 1829) se ubicaron hacia la zona de Guayabetal. En contraste, en el lado derecho del segundo eje se situaron una gran cantidad de taxones, entre ellos *Leptonema* y *Cerasmatrixia*, que a pesar de estar presentes en las zonas de Guayabetal y Ubaque, exhibieron una mayor asociación hacia esta última zona, asimismo, los géneros *Polycentropus* (Curtis,

**Tabla 2.** Tricopterofauna del río Palmar, Cundinamarca, Colombia. Abundancias totales y relativas por zona. ni: Número de individuos y %: Abundancia relativa.

Familia	Género	Zonas						Total	% Total
		Matarredonda		Ubaque		Guayabetal			
		ni	%	ni	%	ni	%		
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	14	12,39	24	0,72	3	0,80	41	1,07
Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	3	2,65	77	2,30	112	30,03	192	5,00
	<i>Leptonema</i>	-	-	1085	32,37	203	54,42	1288	33,56
Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	-	-	-	-	11	2,95	11	0,29
Polycentropidae	<i>Polycentropus</i>	-	-	38	1,13	-	-	38	0,99
Anomalopsychidae	<i>Contulma</i>	2	1,77	-	-	-	-	2	0,05
Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	-	-	-	-	32	8,58	32	0,83
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	21	18,58	284	8,47	11	0,03	316	8,23
	<i>Atanatolica</i>	3	2,65	2	0,06	-	-	5	0,13
Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	10	8,85	1	0,03	-	-	11	0,29
	<i>Oecetis</i>	1	0,88	-	-	-	-	1	0,03
	<i>Triplectides</i>	11	9,73	-	-	-	-	11	0,29
Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i>	19	16,81	1567	46,75	-	-	1586	41,32
	<i>Anchitrichia</i> *	-	-	2	0,06	-	-	2	0,05
	<i>Cerasmatrixia</i> *	-	-	17	0,51	1	0,27	18	0,47
Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	-	-	248	7,40	-	-	248	6,46
	<i>Metrichia</i>	-	-	7	0,21	-	-	7	0,18
	<i>Neotrichia</i> *	29	25,66	-	-	-	-	29	0,76
TOTAL		113		3352		373		3838	

\* Nuevos reportes para el departamento de Cundinamarca, Colombia.

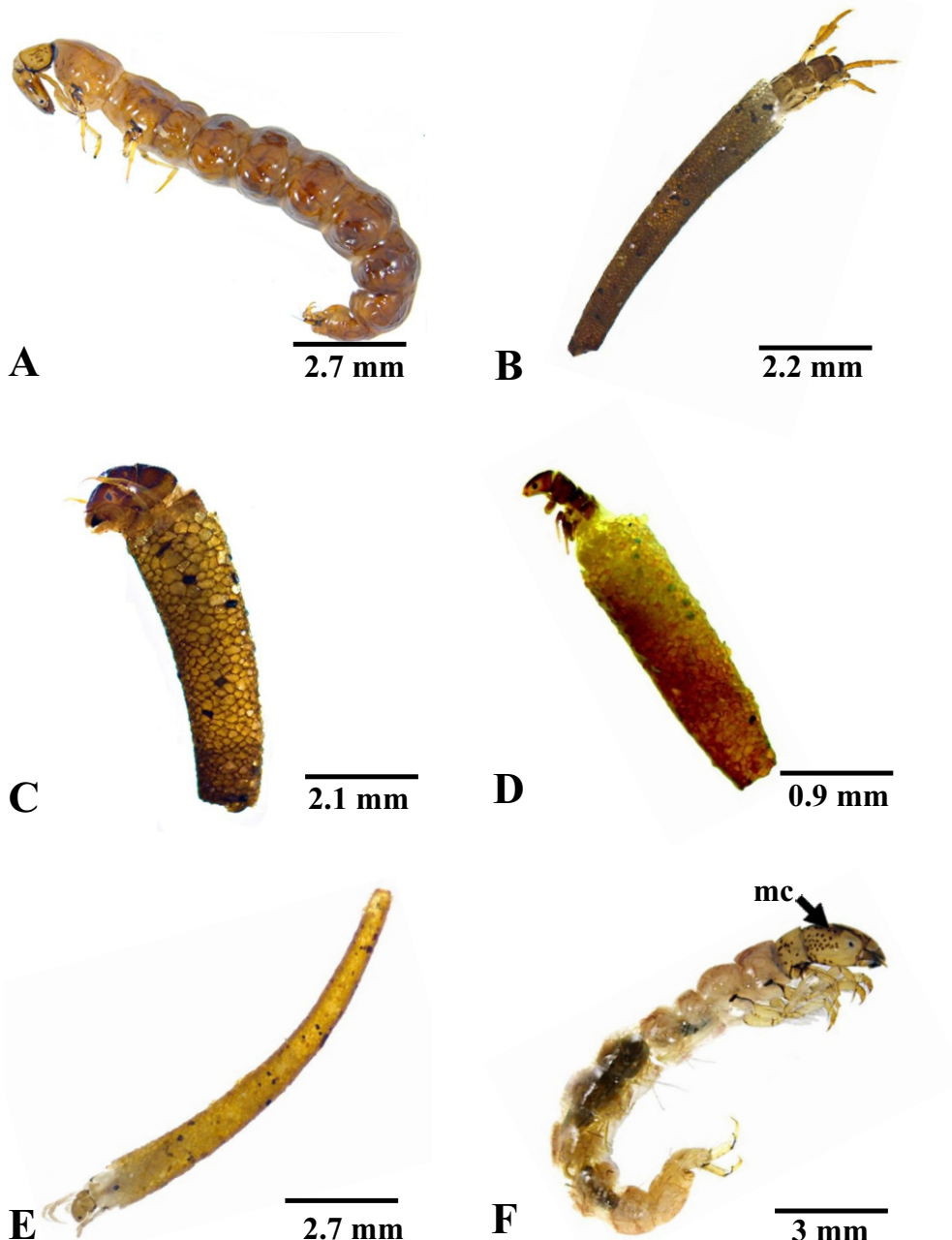
**Tabla 3.** Índices de diversidad por cada zona de estudio.

Índices	Zonas		
	Matarredonda	Ubaque	Guayabetal
Dominancia de Simpson	0,16	0,33	0,39
Shannon-Wiener	1,96	1,35	1,16
Equidad de Pielou	0,85	0,54	0,59

1835), *Hydroptila* (Dalman, 1819) y *Metrichia* (Ross, 1938) se aglomeraron hacia Ubaque, por su parte *Smicridea*, no mostró ninguna preferencia por alguna zona, encontrándose en la mitad del primer eje, entre la zona de Guayabetal y Ubaque.

En el análisis de correlación múltiple se excluyeron las variables de OD, salinidad, ancho y turbiedad,

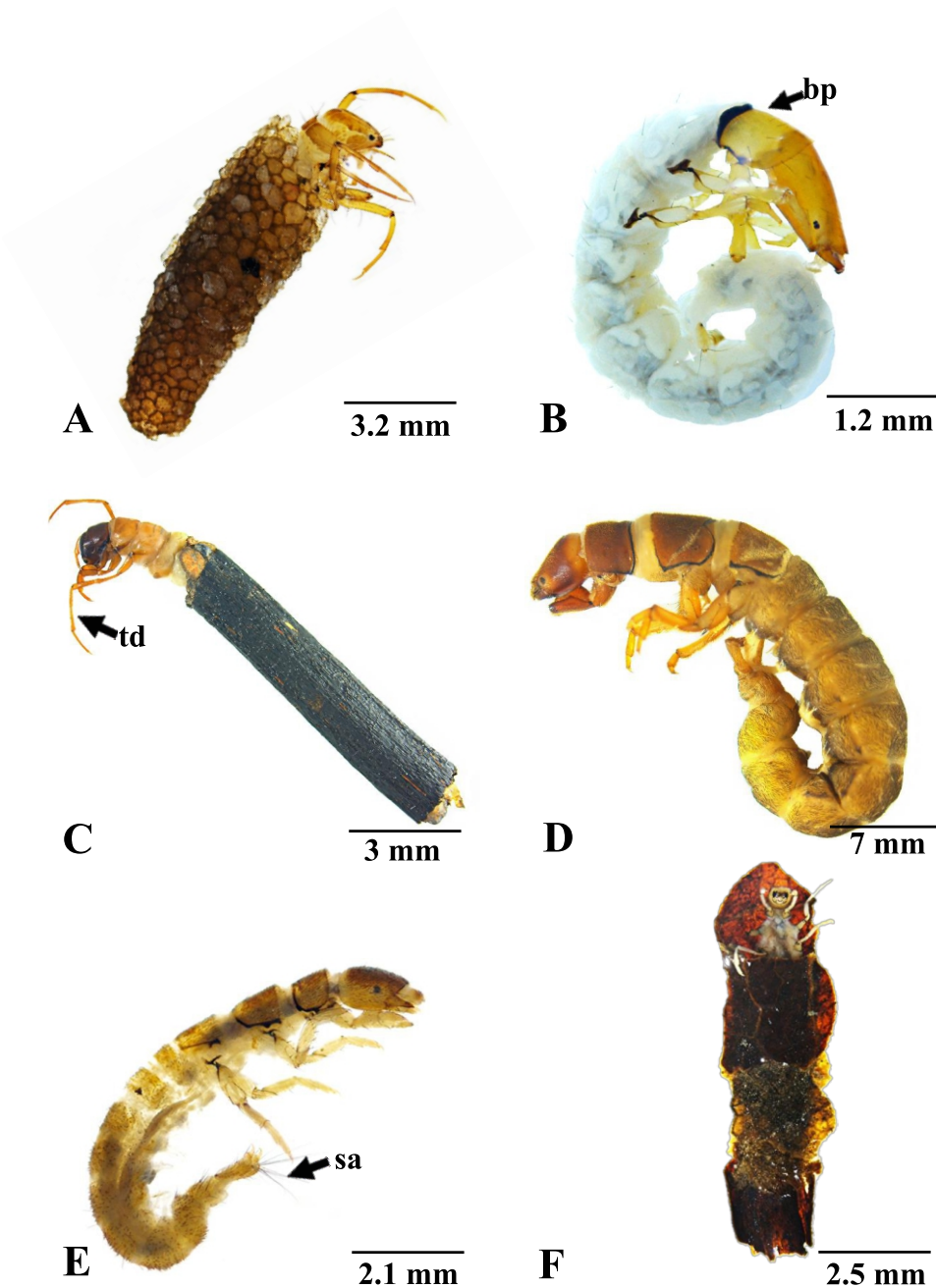
pues se evidenció un solapamiento entre ellos. El ACC presentó un grado de aceptación de 86,74% en los dos primeros ejes y un p-valor de 0,001. Este análisis determinó que el pH y la temperatura son las variables que tienen más peso en la ordenación de los géneros hacia las zonas de Ubaque y Guayabetal (Fig. 7).



**Figura 3.** Orden Trichoptera. Vista general. A. *Atopsyche*; B. *Atanatolica*; C. *Contulma*; D. *Neotrichia*; E. *Nectopsyche*; F. *Polycentropus*. mc: machas cefálicas.

Al comparar la similitud entre las zonas, el análisis Cluster bajo el índice de Bray-Curtis, arrojó un valor de 35,7% entre la zona de Ubaque y Guayabetal y un 21,4 % de composición similar entre las tres zonas (Fig. 8), por lo cual, se infiere que estas dos zonas no son similares o no se

agrupan de acuerdo a la abundancia de los taxones registrados. Estos resultados están soportados con los valores obtenidos en el nMDS (Fig. 9), donde se comprobó que no existe una convergencia entre los polígonos, además el ANOSIM de una sola vía arrojó un p-valor de 0,0001 y un R de 0.894.



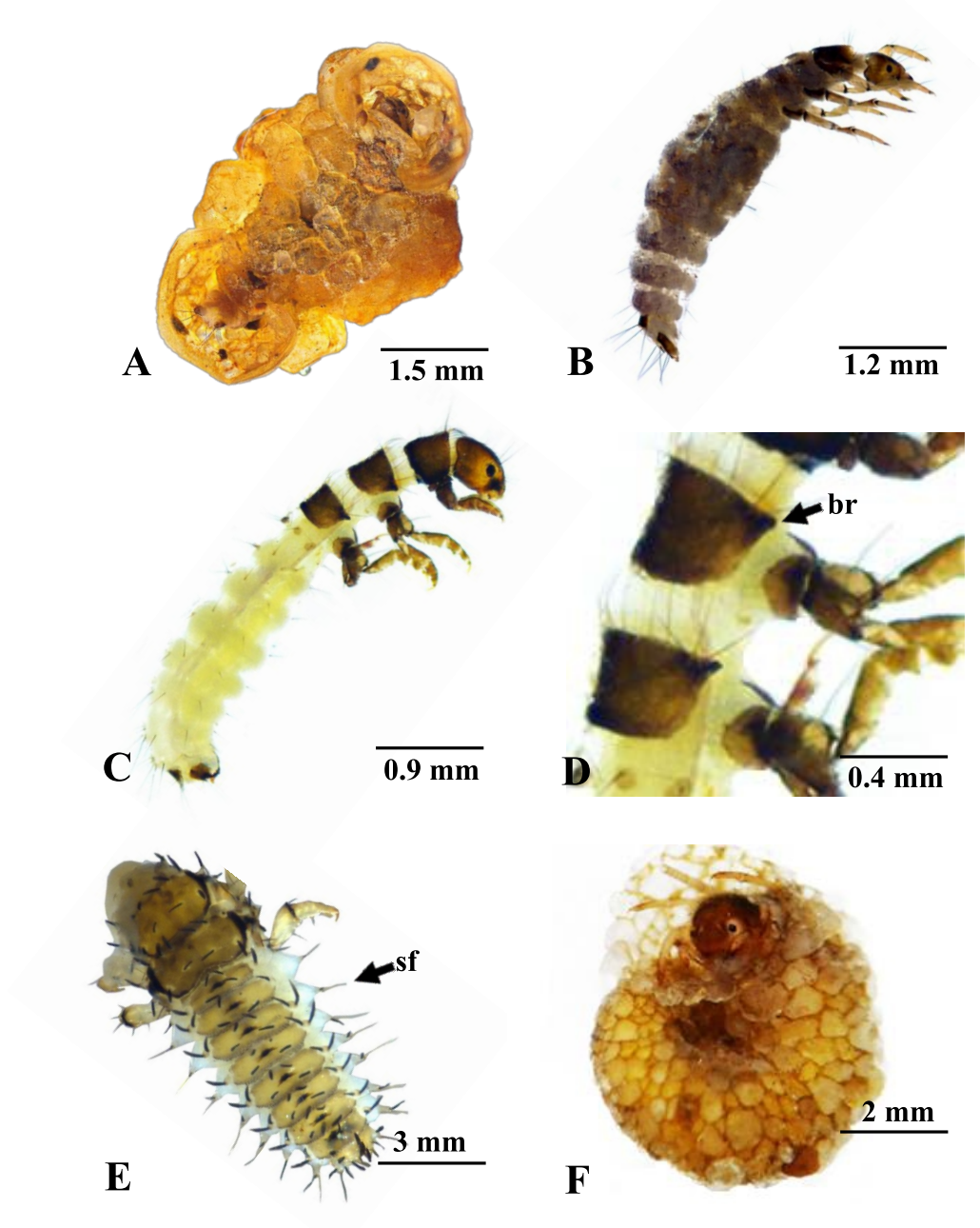
**Figura 4.** Orden Trichoptera. Vista General. A. *Oecetis*; B. *Chimarra*; C. *Triplectides*; D. *Leptonema*; E. *Smicridea*; F. *Phylloicus*. bp: borde pronotal, td: tibia dividida, sa: setas anales.



## DISCUSIÓN

En términos generales la calidad fisicoquímica encontrada para las tres zonas fue buena para el desarrollo de las comunidades de tricópteros. No obstante, existieron una serie de particularidades en cada una de ellas. Matarredonda se caracterizó

por presentar aguas claras y transparentes, pobres en nutrientes, reflejándose en los valores obtenidos para la conductividad y STD, así como una alta concentración de OD, favorecida por las bajas temperaturas, todo esto permite catalogarla como aguas de baja productividad primaria típicas de alta montaña (Roldán, 2003). Ubaque por el contrario, presentó valores altos de conductividad como

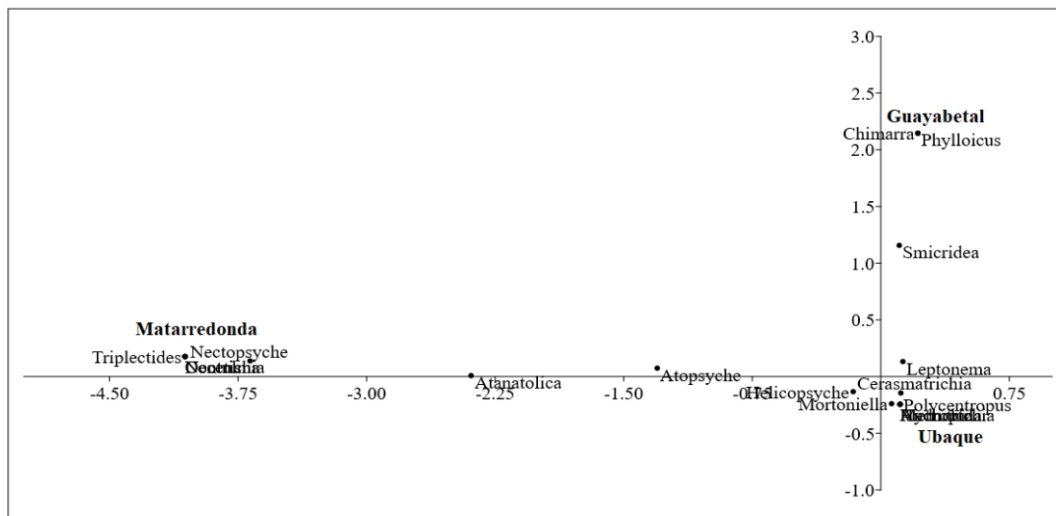


**Figura 5.** Orden Trichoptera. Vista general. A-B. *Mortoniella*; C-D. *Metrichia*; E. *Cerasmatrichia*. F. *Hydropsyche*. br: borde anteno-lateral del mesonoto, sf: setas fuertemente desarrolladas.

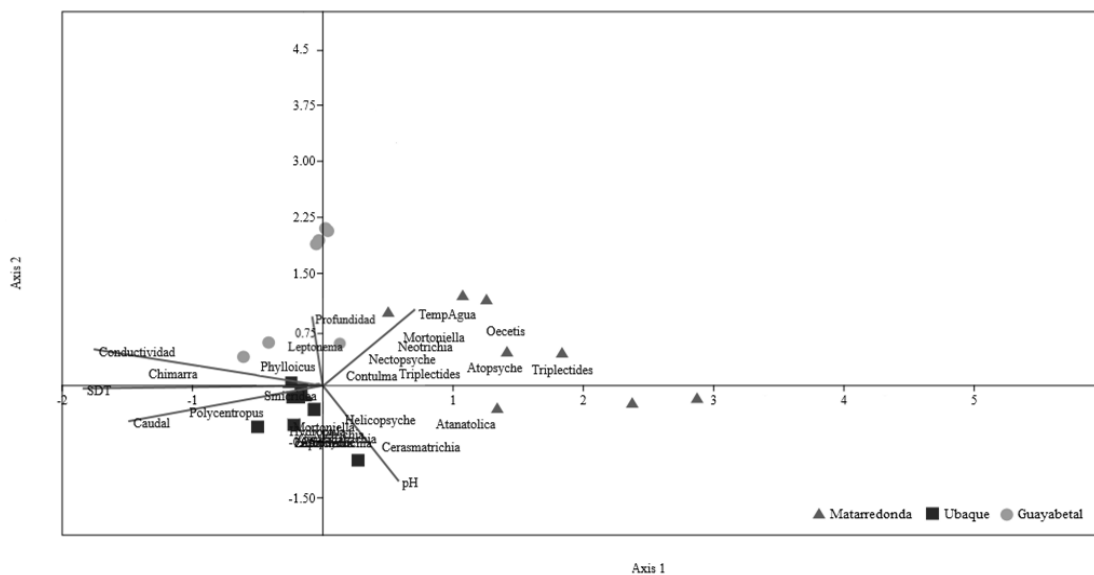
producto de los elevados niveles de materia orgánica, sin embargo, los valores de OD no se vieron afectados, posiblemente debido a la velocidad del cauce que permite una buena oxigenación, además, la vegetación ribereña presente en la zona aporta sombra y evita el aumento en la temperatura, impidiendo la variación de este y por último, Guayabetal mostró un drástico cambio en los valores de pH y caudal,

los cuales pueden repercutir en la abundancia de la comunidades a mediano y corto plazo, ya que la mayoría de tricópteros prefieren un pH con valores entre neutro a ligeramente básico, fuera de este rango se reduce la diversidad por estrés fisiológico (Roldán, 2012).

Para este estudio se registran 11 de las 15 familias que se encuentran presentes en Colombia, en



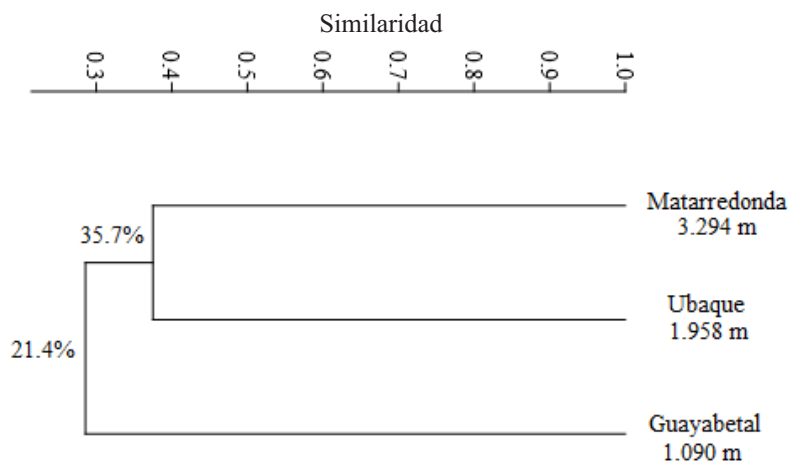
**Figura 6.** Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) de la tricóptero-fauna encontrada en cada zona estudiada en el río Palmar, Cundinamarca, Colombia.



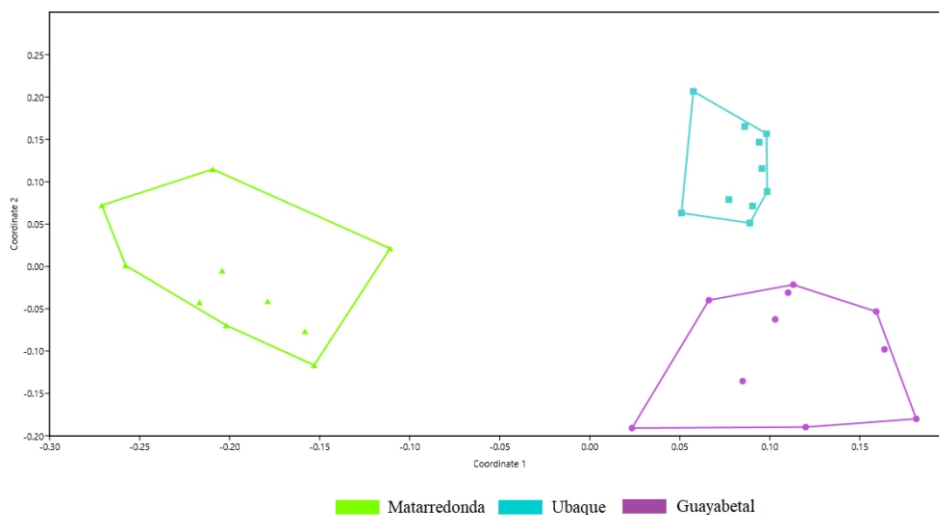
**Figura 7.** Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) de la tricóptero-fauna encontrada en cada zona estudiada en el río Palmar, Cundinamarca, Colombia.

términos de porcentaje constituyen el 66,6%, lo cual refleja la alta representatividad de la tricóptero fauna del río Palmar. Las mayores abundancias fueron dadas por las familias Glossosomatidae e Hydropsychidae, por lo general, no suelen reportar una abundancia tan alta para esta primera familia como la encontrada en esta investigación, mientras que para Hydropsychidae los resultados coinciden con estudios previos realizados en Colombia (Posada *et al.*, 2000; Muñoz-Quesada, 2000, 2004; Guevara,

2004; Vásquez *et al.*, 2010; Zúñiga *et al.*, 2013; Vásquez-Ramos *et al.*, 2014; López *et al.*, 2015; Jaimes-Contreras & Granados-Martínez, 2016). A nivel de géneros, *Mortoniella* alcanzó la mayor abundancia, Correa *et al.* (1981) establecen que este género suele ser muy abundante, especialmente por encima de los 2.000 msnm en departamentos como Antioquia, sin embargo, para la región andina este taxón se reporta con baja frecuencia y comúnmente presenta abundancias muy bajas, como las encontradas por Vásquez *et al.*



**Figura 8.** Análisis Cluster de Bray-Curtis con base en la abundancia registrada para cada zona estudiada en el río Palmar, Cundinamarca, Colombia.



**Figura 9.** Análisis de escalamiento multidimensional nMDS. Polígonos de convergencia para las zonas estudiadas en el río Palmar, Cundinamarca, Colombia.

(2010) y López-Delgado *et al.* (2015). Una de las posibles explicaciones a la alta abundancia de *Mortoniella* en este estudio, puede corresponder a su preferencia por ríos y quebradas rocosas de corriente rápida donde el perifiton su principal fuente de alimentación abunda (Flint, 1991; Blahnik & Holzenthal, 2008) y a que pueden tolerar valores altos de materia orgánica, características que presentó la zona de Ubaque donde alcanzó su mayor abundancia, en cuanto a *Leptonema*, este género acostumbra a reportar siempre los valores más altos de abundancia debido a su amplio rango de distribución y su capacidad para tolerar cambios bruscos en las condiciones ambientales, asimismo, presenta una alta variabilidad para colonizar diferentes tipos de sustratos como rocas y arena (Vásquez & Ramírez, 2008).

La composición y riqueza de las larvas de Trichoptera en las zonas evaluadas mostraron una variación a nivel espacial, exhibiendo una distribución heterogénea a lo largo de los tres gradientes evaluados. Es así como los géneros *Neotrichia*, *Contulma*, *Triplectides* y *Oecetis* fueron exclusivos de Matarredonda, la zona con mayor altura, lo que permite inferir que están íntimamente asociados a determinados microhábitats y a condiciones fisicoquímicas muy particulares, al ser frecuentemente reportados en corrientes frías en áreas de bosque alto andino y páramos, generalmente por encima de los 2.000 msnm (Rincón, 1999). Mientras que *Anchitrichia*, *Hydroptila*, *Metrichia* y *Polycentropus* fueron géneros con preferencia única hacia Ubaque, zona con altura media, para *Anchitrichia*, se desconoce casi cualquier aspecto de su vida, a causa de que es un género raro y por ende poco reportado (Springer, 2010) aunque dada la baja abundancia para este estudio, se puede inferir que son sensibles a cambios fisicoquímicos, por su parte, para *Hydroptila* y *Metrichia* sus abundancias más altas son registradas en altitudes por debajo de los 2.500 msnm, sin embargo, solo fueron encontrados en esta zona a los 1.958 msnm, muy seguramente porque la zona de Guayabetal presentó niveles de pH muy distintos a los de Ubaque, a los cuales estos géneros son poco tolerantes (Jaimes-Contreras & Granados-Martínez, 2016). Y finalmente, *Chimarra* y *Phylloicus*, presentaron una distribución restringida para Guayabetal a los 1.090 msnm, ambos géneros muestran una

preferencia hacia zonas con abundancia en sustratos de grava, hojarasca y roca en cuerpos de agua con poca corriente (Guevara, 2004; Vásquez-Ramos *et al.*, 2014) características que exhibió esta zona, no obstante, la acidez encontrada en el agua afectó negativamente la abundancia de estos grupos.

La presencia de las familias Hydrobiosidae y Helicopsychoidea cada una con un único género, en las tres zonas evaluadas, refleja su alta capacidad para colonizar diferentes tipos de sustratos (Guevara, 2004; López, 2007); además, su amplia distribución a nivel longitudinal y latitudinal suelen atribuirse a sus amplios márgenes de tolerancia en las condiciones fisicoquímicas, características que permiten considerar a los miembros de estas familias como organismos euritolerantes, de igual forma, la familia Hydroptilidae con el género *Smicridea* también exhibió un amplio rango de distribución, a lo cual Benke & Wallace (1980) mencionan que estos organismos pueden aprovechar diferentes tipos de sustratos sobre los cuales colocan sus redes de seda para alimentarse del material suspendido y de algunas larvas de otros insectos, además, este género también muestran una amplia tolerancia a la contaminación.

Hydroptilidae fue la familia más diversas y ampliamente distribuida en el río Palmar, muchos de los miembros de esta familia son raramente reportados debido al tamaño corporal de sus larvas que alcanza solo unos pocos milímetros, además, la abundancia de estos no suele ser muy alta, lo que dificulta aún más sus reportes (Springer, 2010), como es el caso de los géneros *Anchitrichia* y *Cerasmatrixia*. Muños-Posada (2000) en su listado taxonómico registra ambos géneros para el departamento de Antioquia, sin datos sobre su distribución altitudinal, por su parte, Caleño (2014) y Serna *et al.* (2015) registran a este género para el departamento de Casanare y Magdalena entre los 360 y 550 msnm. Para este estudio *Anchitrichia* fue encontrada a los 1.958 msnm y *Cerasmatrixia* entre los 1.090 y 1.958 msnm. Por lo que su presencia en el río Palmar no solo representa un nuevo reporte para el departamento de Cundinamarca sino una ampliación de la distribución. En cuanto a *Neotrichia*, este género ha sido reportado en innumerables investigaciones para Colombia (Muñoz-Quezada, 2000; Medellín

*et al.*, 2004; Caleño, 2014; López-Delgado *et al.*, 2015); sin embargo, es la primera vez que se registra para Cundinamarca a los 3.294 msnm. Estos hallazgos constituyen un importante aporte al estudio de la diversidad local y regional del orden.

Algunos de los estudios realizados en Colombia que han trabajado con gradientes altitudinales (Vásquez *et al.*, 2010; Rúa *et al.*, 2015; Serna *et al.*, 2015; Oliveros-Villanueva *et al.*, 2020) han abarcado alturas entre los 0-2.000 msnm y sugieren que la mayor riqueza del orden Trichoptera se encuentra entre los 600-1.800 msnm, sin embargo, es necesario aclarar que estos estudios han sido desarrollados para el noroccidente del país, específicamente en la Sierra Nevada de Santa Marta y en el Falco Oriental de la cordillera central, en contraste, Rincón (1999) afirma que los tricópteros de la cordillera oriental, exhiben los valores más altos de riqueza entre los 2.000 y 3.000 msnm, rangos abarcados en esta investigación y que concuerdan con los resultados presentados en dicho estudio, permitiendo evidenciar que existen características geomorfológicas muy diferentes en los ríos andinos con respecto a ríos del occidente del país, que afectan la distribución altitudinal y espacial de los tricópteros.

En conclusión, la altura como único factor que determina la diversidad y distribución de los tricópteros, no puede ser considerada debido a que la relación de estos dos está afectada tanto por la variación individual de los parámetros fisicoquímicos como por la disponibilidad alimenticia y de sustratos; asimismo, por la vegetación ribereña y las particularidades geomorfológicas que exhibe cada zona, que en gran medida también se ven influenciada por los factores antrópicos que alteran estas características, es decir que no se puede evaluar de manera independiente y aislada estos factores, a causa de que todos de alguna forma influyen en la composición de la tricopterofauna.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia y en especial al grupo de

investigación en Artrópodos “Kumanguí” por todo el apoyo incondicional durante la fase de laboratorio, a los revisores anónimos y a Nediker Gonzalez-Castillo por la continua colaboración en la información y orientación del trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alba, J.; Pardo, I.; Prat, N. & Pujante, A. 2008. *Protocolo de muestreo y análisis para Invertebrados acuáticos*. En A. Fuente (Ed), *Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva marco del agua en la Confederación Hidrográfica del Ebro* (131-175). Ministerio de Medio Ambiente. Barcelona.
- Benke, A.C. & Wallace, J.B. 1980. Trophic basis of production among net-spinning caddisflies in a southern Appalachian stream. *Ecology*, 6: 108-118.
- Blahnik, R.J. & Holzenthal, R.W. 2008. Revision of the Mexican and Central America species of *Mortoniella* (Trichoptera: Glossosomatidae: Protoptilinae). *Zootaxa*, 1711: 1-72.
- Caleño, Y. 2014. *Efecto de la extracción de agua sobre el procesamiento de la materia orgánica y el ensamblaje de macroinvertebrados, en la quebrada Mata de los Cajuches (Tauramena-Casanare)*. Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá, D.C.
- Correa, M.; Machado, T. & Roldán, G. 1981. Taxonomía y ecología del orden Trichoptera en el Departamento de Antioquia a diferentes pisos altitudinales. *Actualidades Biológicas*, 10: 35-48.
- Darrigan, G.; Vilches, A.; Legarralde, T. & Damborenea, C. 2007. *Guía para el estudio de macroinvertebrados: Métodos de colecta y técnicas de fijación*. Argentina: ProBiotá-FCNYM-UNLP, Universidad de la Plata.
- Flint, O.S. 1991. Estudios de moscas Caddis Neotropicales, XLV: Taxonomía, Fenología y Faunística de los Tricópteros de Antioquia, Colombia. *Contribuciones del Smithsonian a la zoología*, 520: 1-113.
- González-Vargas, G. 2019. *Estudio de la*

- entomofauna acuática presente en el río Palmar, Cundinamarca*. Tesis de pregrado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Ciencias y Educación. Bogotá, D.C.
- Guevara, G. 2004. *Análisis faunístico del orden Tricópteros en su estado larva en la cuenca del río Coello, Departamento del Tolima*. Tesis de maestría. Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias Básicas, Ibagué.
- Hammer, Ø.; Harper, D. & Ryan, P. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 9.
- Jaimes-Contreras, A.M. & Granados-Martínez, C. 2016. Tricópteros asociados a siete afluentes de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87: 436-442.
- Latorre-Beltrán, I.T.; Novelo-Gutiérrez, R. & Favila, M.E. 2014. Diversidad genérica de Trichoptera (Insecta) en dos microcuencas del Páramo Rabanal (Cundinamarca-Boyacá, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 62: 95-108.
- López-Delgado, E.O.; Vásquez-Ramos, J.M. & Reinoso-Flórez, G. 2015. Listado taxonómico y distribución de los tricópteros inmaduros del departamento del Tolima. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39: 42-49.
- López, E. 2007. *Análisis faunístico de las larvas del orden Trichoptera en la cuenca del río Prado y la subcuenca de Amoyá (Tolima-Colombia)*. Tesis de pregrado. Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias Básicas, Ibagué.
- 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: 197-203.
- Meza, A.M.; Rubio, J.; Dias, L. & Walteros, J. 2012. Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná. *Caldasia*, 34: 443-456.
- Muñoz-Quesada, F. 2000. Especies del Orden Trichoptera (Insecta) en Colombia. *Biota Colombiana*, 1: 267-288.
- Muñoz-Quesada, F. 2004. *El orden Trichoptera (Insecta) en Colombia, II: inmaduros y adultos, consideraciones generales*. En: Fernández, F.; Andrade, M.G. & Amat, G. (Eds.). *Insectos de Colombia*. pp. 319-349. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.
- Oliveros-Villanueva, J.D.; Tamaris-Turizo, C.E. & Sena-Macias, D.J. 2020. Larvas de Trichoptera en un gradiente altitudinal en un río neotropical. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44: 493-506.
- Posada, J.A.; Roldán, G. & Ramírez, J.J. 2000. Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad de aguas de la cuenca de la quebrada Piedras Blancas, Antioquia, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 48: 59-70.
- Reinoso, G.; Guevara, G.; Arias, D.; García, J. & Villa, F. 2007. Aspectos bioecológicos de la fauna entomológica de la cuenca mayor del río Coello - Departamento del Tolima, Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 19: 65-72.
- Reinoso, G.; Guevara, G.; Vejarano, M.; García, J. & Villa, F. 2008. Evaluación del río Prado a partir de los macroinvertebrados y de la calidad del agua. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 20: 102-116.
- Rincón, M.E. 1999. *Estudio preliminar de la distribución altitudinal de los Trichoptera de la cordillera oriental colombiana*. En: Andrade, G.; Fernández, F. & Amat, G. (Eds.), *Insectos de Colombia*. pp. 267-284. Estudios ecológicos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá, D.C.
- Roldán, G. 2003. *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: uso del método BMWP/Col*. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Roldán, G. 2012. *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua*. Bogotá D.C. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- Rúa, G.; Turizo, T. & Zuñiga, C. 2015. Composition and Distribution of the Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera Orders (Insecta) in Rivers of Sierra Nevada of Santa Marta, Colombia. *Revista de*

- ciencias, 19: 11-29.
- Serna, D.J.; Tamaris-Turizo, C.E. & Gutiérrez-Moreno, L.C. 2015. Distribución espacial y temporal de larvas de Trichoptera (Insecta) en el río Manzanares, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 63: 465-477.
- Springer, M. 2010. Trichoptera, En: Springer, M.; Ramírez, A. & Hanson, P. (eds.), *Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica I*. *Revista de Biología Tropical*, 58: 151-198.
- Vásquez, J. & Ramírez, F. 2008. *Aspectos bioecológicos del orden Trichoptera en su estado larval en la cuenca del río Totare, departamento del Tolima*. Tesis de pregrado. Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias Básicas, Ibagué.
- Vásquez-Ramos, J.M.; Guevara, G. & Reinoso-Flórez, G. 2014. Factores ambientales asociados con la preferencia de hábitat de larvas Delaware tricópteros en cuencas con bosque seco tropical (Tolima, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 62: 21-40.
- Vásquez, J.; Ramírez, F.; Reinoso, G. & Guevara, G. 2010. Distribución espacial y temporal de los Tricópteros inmaduros en la cuenca del río Totare (Tolima-Colombia). *Caldasia*, 32: 129-148.
- Zúñiga, M.C. & Cardona, W. 2009. Bioindicadores de la calidad del agua y del caudal. *Caudal Ambiental: Conceptos, Experiencias y Desafíos*, 21: 167-198.
- Zúñiga, M.C.; Chará, J.; Giraldo, L.P.; Chará, A.M.; Serna, D. & Pedraza, G.X. 2013. Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en pequeñas quebradas de la región andina colombiana, con énfasis en la entomofauna. *Dugesiana*, 263-277.

Received November 5, 2020.

Accepted January 9, 2021.