



FAMILIAS Y GÉNEROS DE LARVAS DE TRICHOPTERA EN LOS RÍOS DE LA PROVINCIA DE VERAGUAS Y SU CLASIFICACIÓN TRÓFICA EN GRUPOS ALIMENTICIOS FUNCIONALES

Viterbo E. Rodríguez¹, Vayron De Gracia y Bernardo Peña

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Laboratorio de Investigaciones Biológicas y ambientales.

E-mail: viterbor@gmail.com

RESUMEN

Con la finalidad de determinar las familias y géneros de Trichoptera presentes en los sistemas acuáticos de la provincia de Veraguas y establecer los hábitos tróficos de cada género, se muestrearon en la vertiente Pacífica los Ríos Santa María, San Pablo, San Pedro, Río Gatu, Río Cobre, Río Quebro y en la vertiente Caribe los Ríos Calovébora, Mulabá, Gallito, Primer Brazo, y Guazaro. También se realizó una revisión bibliográfica de las publicaciones y tesis sobre insectos acuáticos de la provincia de Veraguas. Para la asignación de los grupos alimenticios funcionales de colectores (recolectores y filtradores), fragmentadores o trituradores, raspadores y depredadores, se analizaron 104 contenidos intestinales distribuidos en los siguientes géneros: 23 *Leptonema*, 12 *Smicridea*, 14 *Macronema*, 11 *Chimarra*, 3 *Nectopsyche*, 8 *Triplectines*, 11 *Protoptila*, 9 *Phylloicus*, 7 *Anchitrichia*, 6 *Polycentropopus* y 12 *Atopsyche*. En la Provincia de Veraguas se encuentran 13 familias del orden Trichoptera entre las cuales tenemos Anomalopsychidae, Calamoceratidae, Ecnomidae, Glossosomatidae, Helicopsychidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Limnephilidae, Odontoceridae, Philopotamidae y Polycentropodidae, en donde la familia Hydropsychidae resulto ser la de más amplia distribución, ya que aparece en 24 ríos de la provincia, a excepción de los ríos Piña y Ponuga. Los géneros *Polycentropopus* y *Atopsyche* se clasificaron como depredadores, *Nectopsyche* y *Anchitrichia* como colectores-recolectores, *Triplectides* y *Phylloicus* como fragmentadores o trituradores, *Leptonema*, *Macronema*, *Chimarra*, *Smicridea* y *Protoptila* como colectores-filtradores y *Anchitrichia* como colector-recolector. Solo dos géneros correspondieron con la asignación de grupos funcionales alimenticios para otras áreas geográficas: *Chimarra* y *Atopsyche*.

PALABRAS CLAVES

Grupos alimenticios funcionales, Trichoptera, *Anchitrichia*, *Atopsyche*, *Chimarra*, *Leptonema*, *Macronema*, *Nectopsyche*, *Phylloicus*, *Polycentropus*, *Protophila*, *Smicridea*, *Triplectides*.

ABSTRACT

In order to determine the families and genera of Trichoptera present in aquatic systems in the Province of Veraguas and define the functional feeding groups of each genera recorded, samples were taken on the Pacific slope of river Santa Maria, San Pablo, San Pedro, Gatu, Cobre, Quebro, and the Caribbean slope of river Calovébora, Mulabá, Gallito, Primer Brazo and Guazaro. Also, a literature review was conducted on publications and theses about the aquatic insects in the Province of Veraguas. The functional feeding groups, considered were: collectors (gatherers and filterers), shredders, scrapers and predators. One hundred four intestinal contents were analyzed in the following genera: *Leptonema* (23), *Smicridea* (12), *Macronema* (14), *Chimarra* (11), *Nectopsyche* (3), *Triplectines* (8), *Protophila* (11), *Phylloicus* (9), *Anchitrichia* (7), *Polycentropus* (6) and *Atopsyche* (12). In the Province of Veraguas, there are 13 families of the order Trichoptera, namely Anomalopsychidae, Calamoceratidae, Ecnomidae, Glossosomatidae, Helicopsychidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Limnephilidae, Odontoceridae, Philopotamidae and Polycentropodidae. The family Hydropsychidae turned out to be the most widely distributed, appearing in 24 rivers in the Province, except in Piña and Ponuga rivers. The genera *Atopsyche* and *Polycentropus* were classified as predators, *Nectopsyche* and *Anchitrichia* as collectors or gatherers and *Phylloicus* and *Triplectides* as shredders or crushers, *Leptonema*, *Macronema*, *Chimarra*, *Smicridea* and *Protophila* as collectors-filtering and *Anchitrichia* as collector or gatherer. Only two of the genera analyzed here correspond to the functional groups already reported for other regions, *Chimarra* and *Atopsyche*.

KEYWORDS

Functional feeding groups, *Anchitrichia*, *Atopsyche*, *Chimarra*, *Leptonema*, *Macronema*, *Nectopsyche*, *Phylloicus*, *Polycentropus*, *Protophila*, *Smicridea*, *Triplectides*.

INTRODUCCIÓN

El Orden Trichoptera pertenece a los insectos acuáticos holometábolos y se considera un grupo relacionado con el orden Lepidoptera, por su semejanza como adultos (Wiggins, 1996 & Springer, 2006, 2008 y 2010). Los Trichoptera adultos se distinguen de los Lepidóptera por sus alas pilosas y no escamosas; además sus partes bucales están

reducidas y nunca en forma de una próboscis larga y enrollada, como lo están en los Lepidoptera (Springer, 2010). El nombre Trichoptera deriva del griego y precisamente significa alas peludas o pilosas (Wiggins, 1996 & McCafferty, 1998).

Las larvas de los Trichoptera se parecen a las orugas de los Lepidoptera, poseen además de los tres pares de patas torácicas un solo par de propatas anales con una uña en el último segmento abdominal y no presentan espiráculos abiertos como las orugas. Los inmaduros del orden Trichoptera tienen una glándula salival modificada que les permite producir seda, la cual utilizan para sostenerse en el sustrato, o bien para construir redes para filtrar el agua, o en la construcción de refugios en donde utilizan granos de arena, piedritas, palitos, hojas y minerales (Roldan, 1988; Wiggins, 1996; McCafferty, 1998 & Roldan, 2003).

En ambientes tropicales, los Trichoptera pueden desarrollar varias generaciones en el año, con un desarrollo larval que puede durar desde varios meses hasta años, dependiendo de la especie y de los factores ambientales, como la temperatura y la alimentación (Springer, 2010). La duración del ciclo vital en estas regiones también puede variar en proporción al tamaño, siendo más corta para las especies pequeñas y hasta de un año para las especies de tamaño mayor (Korytkowski, 1995). En países de clima templado, las larvas de algunas especies experimentan periodos de interrupción del desarrollo en lugares anegados durante el verano, cuando se secan algunos arroyos o se reduce al mínimo la cantidad de materia orgánica; reanudan su actividad vital a finales del verano u otoño, como respuesta a los días cortos (McCafferty, 1998).

En los ambientes acuáticos, los Trichoptera constituyen un elemento importante en el flujo de energía y en la dinámica de nutrientes debido a que despliegan una amplia diversidad de adaptaciones tróficas y explotan una gran variedad de micro hábitats (Flint *et al.*, 1999). Su riqueza taxonómica está relacionada con su amplia diversidad ecológica; cumplen un importante rol intermediario en las cadenas tróficas de ríos y arroyos (Wiggins & Mackay, 1978 y Merritt & Cummins, 1996). La gran importancia de este grupo en la estructura

trófica de los ecosistemas dulceacuícolas contrasta con la escasa información disponible sobre los hábitos alimenticios de sus larvas en la región Neotropical (Posada-García & Roldán-Pérez, 2003; Cummins *et al.*, 2005; Gil *et al.*, 2006 y Tomanova *et al.*, 2006).

Los insectos acuáticos fueron asignados a diferentes grupos funcionales alimenticios por Cummins (1973) y Merritt & Cummins (1988), considerando el mecanismo de alimentación, el tipo y el tamaño del alimento consumido, esta determinación de los hábitos alimenticios y la clasificación funcional de especies particulares de insectos acuáticos permite la comprensión de muchos procesos ecológicos en los ecosistemas dulceacuícolas (Albariño, 2000). La ecología trófica de la entomofauna acuática ha sido ampliamente trabajada en zonas templadas porque son un elemento importante en la estructura de las comunidades (Merritt & Cummins, 1996). Este método de asignación de especies a grupos funcionales tróficos está basado en la asociación entre los mecanismos morfológicos, de comportamiento alimenticio y del tipo de alimento ingerido, permite agrupar a la entomofauna acuática en las categorías de colectores (filtradores y recolectores), trituradores o fragmentadores, raspadores, y depredadores (Merritt & Cummins, 1996). Sin embargo, existen pocos estudios ecológicos sobre la entomofauna acuática en los ecosistemas tropicales y por lo general, estos estudios determinan los grupos alimenticios funcionales de los taxa basándose en clasificaciones desarrolladas para zonas templadas, como la de Merritt & Cummins (1996).

Se ha comprobado que esta aproximación puede ser inexacta, puesto que los taxa clasificados en un grupo funcional trófico determinado en ecosistemas templados, no necesariamente presentan los mismos hábitos dietarios en el trópico (Gil *et al.*, 2006; Reynaga, 2009 y Chará-Serna *et al.*, 2010).

En Panamá no existe un registro organizado que permita tener un número ni siquiera aproximado de la cantidad de insectos acuáticos en el país, en cuanto a la fauna de Trichoptera. Águila (1992) elaboro un catálogo de las especies de Trichoptera para Panamá en la cual reporta 168 especies, pero se hace la observación de que las colectas no son en toda la República. Tampoco existen para Panamá estudios de

los hábitos alimenticios de insectos acuáticos y para el resto de la región Neotropical son escasos (Gil *et al.*, 2006; Tomanova *et al.*, 2006; Romero *et al.*, 2006; Reynaga, 2009 y Chará-Serna *et al.*, 2010).

El objetivo de este estudio fue determinar las Familias y Géneros de Trichoptera presentes en los sistemas acuáticos de la Provincia de Veraguas y establecer los grupos alimenticios funcionales de cada género.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

La investigación se llevó a cabo en las principales cuencas y ríos de la Provincia de Veraguas situada en la región central de la República de Panamá con una superficie de 11,239.3271 km². Limita al norte con el mar Caribe, al sur con el océano Pacífico, al este con las provincias de Coclé, Colón, Herrera y Los Santos, al oeste con las provincias de Bocas del Toro y Chiriquí.

Ríos muestreados

La Provincia de Veraguas tiene una gran cantidad de recursos hídricos presentando cuencas importantes. En la vertiente del Pacífico se muestrearon los Ríos Santa María, San Pablo, San Pedro, Gatu, Cobre, Quebro, Mulabá, Gallito, Lajas, y Primer Brazo en la vertiente Caribe los ríos Calovébora y Guázaro (Cuadro 1).

Recolecta y Procesamiento de muestras

Fase de Campo

Desde mayo de 2012 hasta mayo de 2013, se muestrearon los ríos seleccionados con un total de tres giras para cada río, con un tiempo aproximado de muestreo de dos a tres horas en cada recolecta. Se utilizó para el muestreo una red tipo “D-Net” de aproximadamente 350 cm³ y una luz de malla 500 micras, para realizar barridos en los bordes y fondo de los cursos de aguas y pinzas entomológicas en todos los diferentes sustratos. Terminada la recolecta, las muestras fueron fijadas *in situ* con alcohol al 70 % y se añadió de 2 a 3 gotas de glicerina para mantener las estructuras flexibles. Posteriormente se trasladaron al Laboratorio de Investigaciones Biológicas y Ambientales del Centro Regional Universitario de Veraguas.

Cuadro 1. Coordenadas geográficas de los ríos muestreados en la vertiente del Pacífico y del Caribe, Veraguas, Panamá.

Ríos	Altitud (m.s.n.m.)	Coordenadas geográficas	
		Latitud Norte	Longitud Oeste
Vertiente del Pacífico			
Santa María	307	8° 31' 19.79"	81° 4' 4.23"
San Pablo	12	8° 0.3' 9.81"	81° 18' 18.88"
San Pedro	12	7° 58' 17.57"	81° 4' 26.66"
Gatu	108	8° 18' 0.44"	81° 0.3' 2.57"
Cobre	8	8° 1'9 30"	81°18' 41.02"
Quebro	21	7° 26' 7.98"	80°50' 42.67"
Vertiente del Caribe			
Calovébora	40	8° 41' 9.49"	81°12' 53.36"
Mulabá	298	8° 31' 18' 79"	81° 4' 6.77"
Gallito	323	8° 29' 13.44"	81° 2' 20.32"
Lajas	268	8° 29' 2.90"	81°3' 22.58"
Primer Brazo	847	8° 31' 5.85"	81°08' 01.13"
Guazaro	238	8° 44' 12.60"	81°05' 25.89"

Fase de Laboratorio

Determinación de Familias y Géneros

Las muestras almacenadas en el laboratorio fueron identificadas detalladamente a nivel de Familias y Géneros utilizando diferentes claves como: las de Roldán, 1988; Wiggins, 1996; Merritt & Cummins, 1996; McCafferty, 1998; Posada-García & Roldán-Pérez, 2003; Roldán, 2003 y Springer, 2006 y 2010.

Revisión Bibliográfica.

Se realizó una revisión bibliográfica de las publicaciones sobre insectos acuáticos para la provincia de Veraguas, además de una intensa revisión de las principales tesis relacionadas con los insectos acuáticos, en la hemeroteca del Centro Regional Universitario de Veraguas. Dicha revisión comprende los años de 1999 hasta el 2009 y abarcaron un total de 14 ríos, muchos de los cuales no fueron muestreados en nuestro estudio, entre ellos: el Río Sábalo, Tribique, Suay, Poci, Ponuga, Quebrada El Salto, Piña, Cate, Agué, y Santa Clara.

Determinación de los grupos alimenticios funcionales de Trichoptera

Se analizaron 116 contenidos intestinales distribuidos en los siguientes géneros: 23 *Lentonema*, 12 *Smicridea*, 14 *Macronema*, 11 *Chimarra*, 3 *Nectopsyche*, 8 *Triplectines*, 11 *Protophila*, 9 *Phyloicus*, 7 *Anchitrichia*, 6 *Polycentropopus* y 12 *Atopsyche*, para los géneros *Atanatolica*, *Oecetis*, *Austrotinodes* y *Limnephilus* no se obtuvieron muestras suficientes.

El análisis de alimentación se realizó a través de la disección ventral del tórax para aislar el intestino. El contenido de cada espécimen fue montado con glicerina y observado con un aumento de 400x bajo el estéreo microscopio. En cada intestino se registró cada ítem alimenticio para la estimación de su porcentaje de cobertura según Reynaga (2009). Las categorías alimenticias que se consideraron fueron: materia orgánica particulada gruesa (MOPG); materia orgánica particulada fina (MOPF), microfitas (MICR), restos de invertebrados (R.INVE) y sedimento (SED). Los grupos alimenticios funcionales considerados fueron: colectores (recolectores y filtradores), fragmentadores o trituradores, raspadores y depredadores.

Se evaluó el solapamiento de nicho trófico entre pares de espectros alimenticios a través del índice de Similitud Proporcional de Schoener (SP) (Schoener, 1970), el cual se obtuvo restando a la unidad la mitad de la distancia de Manhattan entre los perfiles alimenticios dados en frecuencias relativas. Así, para el par de especímenes (1, 2) el índice

$$\text{es: } SP(1,2) = 1 - \frac{1}{2} \sum_j |p_{1j} - p_{2j}|$$

Los valores de SP están contenidos en el intervalo de 0 a 1. Cero indica la exclusión mutua en la partición del recurso y 1 indica la superposición completa. Se adoptó la sugerencia de Wallace (1981) al considerar el valor 0.6 de SP como umbral de similitud alimenticia significativa en términos biológicos.

En función de los valores apareados de solapamiento se construyó un dendrograma de disimilitud con el método de ligamiento completo (Sokal & Rohlf, 1995). Los respectivos agrupamientos de perfiles tróficos fueron identificados al usar el valor 0.6 como línea de corte.

Finalmente, se atribuyó el grupo funcional alimenticio para cada género atendiendo, en forma conjunta, tanto al modo de adquisición del alimento como su pertenencia a los grupos de perfiles alimenticios antes definidos. El dendrograma se hizo a través del entorno R para matemáticas y estadística (R Development Core Team).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Familias y Géneros de Trichoptera encontrados en Veraguas

Se recolectaron un total de 10 familias (Cuadro 2) y 15 géneros en la provincia de Veraguas, distribuidas de la siguiente manera: Leptoceridae (*Nectopsyche*, *Atanatolica*, *Triplectides* y *Oecetis*); Hydropsychidae (*Smicridea*, *Macronema* y *Leptonema*); Philopotamidae (*Chimarra*); Glossosomatidae (*Protophila*); Calamoceratidae (*Phylloicus*); Hydroptilidae (*Anchitrichia*); Polycentropodidae (*Polycentropus*); Hydrobiosidae (*Atopsyche*); Ecnomidae (*Austrotinodes*) y Limnephilidae (*Limnephilus*).

Las familias Hydropsychidae, Leptoceridae, Glossosomatidae y Calamoceratidae mostraron mayor distribución, en donde Leptoceridae, Glossosomatidae y Calamoceratidae aparecieron en 8 de los 11 ríos muestreados, mientras que Hydropsychidae, la más ampliamente distribuida en Veraguas, se encontró en los todos los ríos (Cuadro 2).

Springer (2010), señala que la familia Hydropsychidae es la más abundante y de amplia distribución en Costa Rica y en el presente estudio dicha familia resulto con una distribución amplia apareció en todos los ríos muestreados. La razón por la cual las familias Hydropsychidae, Leptoceridae, Glossosomatidae y Calamoceratidae mostraron mayor distribución en Veraguas, podría deberse a que contienen géneros que pueden tolerar niveles de contaminación que van desde moderados a leves, a excepción del género *Protophila* que según Springer (2010) posiblemente sea intolerante a la contaminación.

Las familias con una distribución menor en Veraguas son; Ecnomidae e Hydrobiosidae, las cuales se encontraron en un solo río y Limnephilidae que se encontró en dos (Cuadro 2); familias estas que

Cuadro 2. Familias de Trichoptera en los diferentes ríos muestreados en la provincia de Veraguas.

RÍOS	FAMILIAS DE TRICHOPTERA									
	Calamoceratidae	Glossosomatidae	Hydropsychidae	Hydroptilidae	Leptoceridae	Philopotamidae	Polycentropodidae	Ecnomidae	Hydrobiosidae	Limnephilidae
Calovébora	*	*	*	*	*	*	*			
Cobre	*	*	*			*				
Gallito	*	*	*					*	*	
Gatu	*	*	*		*					
Lajas	*	*	*		*	*	*			*
Mulabá	*	*	*		*	*	*			
Primer Brazo	*		*		*		*			*
Quebro		*	*		*	*				
San Pablo		*	*		*	*	*		*	
San Pedro	*		*		*					
Santa María	*	*	*	*	*	*	*		*	

contienen géneros intolerantes a la contaminación como los son: *Austrotinodes*, *Limnephilus* y *Atopsyche* (Coronado-Mercado & Pérez-Munguía, 2009 y Springer, 2010).

Revisión Bibliográfica

En la revisión bibliográfica se obtuvo información de nueve investigaciones, realizadas entre los años de 1999 a 2009, dichos estudios abarcaron un total de 14 ríos, muchos de los cuales no fueron muestreados en nuestro estudio, entre ellos: El Santa María en su parte media y baja, El Gatu, El Sábalo, La quebrada el Salto, Santa Clara, Tríbique, Agué, Los Chorros, Caté, Piña, Pocrí, Ponuga, Suay y la quebrada Las Lajitas. De las nueve investigaciones se registró un total de 13 familias, de las cuales Anomalopsychidae, Odontoceridae y Helicopsychidae no fueron colectadas en nuestro estudio (Cuadro 3).

Con los resultados de nuestra investigación y la revisión bibliográfica podemos afirmar que en la provincia de Veraguas se encuentran 13 familias del orden Trichoptera entre las cuales tenemos Anomalopsychidae, Calamoceratidae, Ecnomidae, Glossosomatidae, Helicopsychidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Limnephilidae, Odontoceridae, Philopotamidae y Polycentropodidae, en donde la familia Hydropsychidae resulto ser la de más amplia distribución, ya que aparece en 24 ríos de la provincia, a excepción de los ríos Piña y Ponuga. Rodríguez *et al.*, (2009) encontraron en estos ríos una calidad biológica del agua clase IV lo que los caracteriza como ríos de aguas muy contaminadas, razón por la cual la familia Hydropsychidae no se encontró.

La familia Anomalopsychidae tiene una distribución restringida solamente a la quebrada El Salto en Las Palmas de Veraguas (Rodríguez *et al.*, 2000). La larvas del género *Contulma* de la familia Anomalopsychidae se encuentran en pequeñas quebradas de ambientes boscosos y en paredes de cascadas, en elevaciones entre intermedias y altas, han sido muy poco recolectadas en Costa Rica; son los Trichoptera más raros y de distribución muy local y hasta la fecha no ha sido reportada para Centroamérica (Springer, 2010). La familia Ecnomidae la encontramos restringida al río Gallito, en la región norte de Veraguas. Springer (2010) señala que esta familia con su único género *Austrotinodes*, es poco común y las larvas solamente se han podido recolectar en ocasiones aisladas.

Águila (1992) reporta para Panamá 13 familias de Trichoptera, dos de las cuales no han sido recolectadas en la provincia de Veraguas, están son: la familia Lepidostomatidae y Xiphocentronidae, aunque en Veraguas se ha recolectado la familia Anomalopsychidae (Rodríguez *et al.*, 2000) la cual no ha sido reportada para Panamá ni para los demás países Centroamericanos (Springer, 2010). Para Costa Rica y Centroamérica Springer (2010), ha reportado 15 familias de Trichoptera de las cuales todas aparecen en la provincia de Veraguas a excepción de Lepidostomatidae y Xiphocentronidae.

Determinación de los grupos alimenticios funcionales de Trichoptera.

El dendrograma permitió extraer siete grupos dietarios (Fig. 1). El grupo 1 estuvo integrado por los géneros *Polycentropus* y *Atopsyche* que registraron una afinidad de 100% por el ítem alimenticio restos de invertebrados (Cuadro 4.). Chará-Serna *et al.* (2010) considera como depredadores a los individuos que tienen en su contenido intestinal, tejido animal, con una proporción mayor o igual al 35%. Reynaga (2009) y Rodríguez-Barrios *et al.* (2011) le atribuyen el grupo funcional depredador de invertebrados al género *Atopsyche*, lo que concuerda con este trabajo. A *Polycentropus* Reynaga (2009), le atribuye el grupo funcional de depredador de invertebrados y de hábito recolector de partículas retenidas en las redes, por esta razón lo considera como colector-filtrador. Wiggins (1996), describe el género *Polycentropus* para América del Norte como depredador, colector, filtrador y desmenuzador herbívoro. Gil *et al.* (2006), consideró a *P. joergenseni* como colector filtrador o filtrador pasivo. Mientras que Valverde (1996 citado por Gil *et al.* (2006)), basándose en la morfología del aparato bucal, consideró a *P. joergenseni* como depredador. En el presente estudio ambos géneros los consideramos como grupo funcional depredador pues en su dieta se hallaron exclusivamente restos de invertebrados (Cuadro 4).

El grupo 2 estuvo integrado por el género *Nectopsyche*, con el 40% de MOPG, 40% de MOPF, 20% de R.INV (ácaros) en su contenido intestinal (Cuadro 4). Chará-Serna *et al.* (2010) considera como fragmentadores a los individuos que tienen en su contenido intestinal, materia orgánica particulada gruesa, con una proporción mayor o igual al 35%. Chará-Serna *et al.* (2010) y Wiggins & Mackay (1978) le atribuyen el grupo funcional fragmentador al género *Nectopsyche*. Cummins *et al.* (2005) diferencia a la familia Leptoceridae en sus grupos funcionales entre las formas que nadan como colectores y las formas fijas como trituradores o fragmentadores, Según Holzenthal (1988) las larvas de *Nectopsyche* pueden nadar moviendo sus patas metatorácicas como remos, lo que colocaría al género como colector-recolector. Reynaga (2009) clasificó a *Nectopsyche* como colector-recolector y triturador o fragmentador secundario, clasificación que más concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Cuadro 3. Familias de Trichoptera según revisión bibliográfica de trabajos comprendidos entre los años de 1999 hasta 2009, en la provincia de Veraguas.

RÍOS Y REERENCIA	FAMILIAS DE TRICHOPTERA												
	Calamoceratidae	Glossomatidae	Hydropsychidae	Hydroptilidae	Leptoceridae	Philopotamidae	Polycentropodidae	Ecnomidae	Hydrobiosidae	Limnephilidae	Anomalopsychidae	Odontoceridae	Helicopsychidae
Río Santa María y Gatú, Rodríguez & Bonilla, (1999).			*										*
Río Sábalo, Quirós & Villar, (1999)			*										
Quebrada El Salto, Rodríguez <i>et al.</i> , (2000)		*	*		*	*	*				*		
Río Santa Clara Rodríguez & Sánchez. (2001).			*				*						
Río Santa Clara, Atencio, (2011)			*			*							
Río Tribique, Rodríguez & León (2003)		*	*	*	*	*	*						*
Río Agué, Rodríguez & Mendoza (2003)	*		*	*	*	*	*	*					
Río Los Chorros, Arce & Higinio (2004)			*										
Río Caté, Cedeño & Dutari (2006)		*	*		*		*					*	
Río Santa María, Lombardo & Rodríguez (2007)			*			*							
Río Sábalo, Piña, Pocrí, Ponuga, y Suay, Rodríguez <i>et al.</i> , (2009)			*				*			*			
Quebrada Las Lajitas, Reyes, (2009).			*										

El grupo 3 estuvo integrado por los géneros *Triplectides* y *Phylloicus* (Fig. 1). *Triplectides* con 89% de MOPG (restos vegetales) y 11% de MOPF respectivamente y *Phylloicus* con el 100% de MOPG (restos vegetales) en su contenido intestinal (Cuadro 4). Chará-Serna *et al.*, (2010) consideran como fragmentadores o trituradores a los individuos que tienen en su contenido intestinal, materia orgánica particulada gruesa mayor o igual a 35% y clasifica a los géneros *Triplectides* y *Phylloicus* como fragmentadores o trituradores primarios, lo que concuerda con nuestro resultado.

El Grupo 4 estuvo integrado por los géneros *Leptonema* y *Macronema* (Fig.1), ambos géneros con los ítems alimenticios en su contenido intestinal de MOPG y MICR, en una proporción de 57% y 32%, para *Leptonema* y de 74% y 26% para *Macronema* respectivamente, (Cuadro 4). Estos dos géneros pertenecen a la familia Hydropsychidae, la cual construye redes finas en la corriente para filtrar el agua, por lo que clasificamos a estos géneros *Leptonema* y *Macronema* primariamente como colectores-filtradores de partículas retenidas en las redes. Chará-Serna *et al.* (2010) considera como fragmentadores o trituradores a los individuos que tienen en su contenido intestinal, materia orgánica particulada gruesa mayor o igual a 35%, por lo cual estos géneros los clasificamos secundariamente como fragmentadores o trituradores.

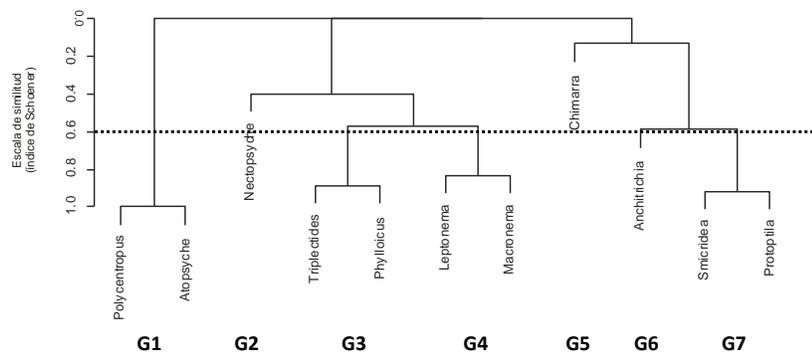


Fig. 1. Delimitación de grupos alimenticios a partir del dendrograma. El índice de Schoener y el ligamiento completo se usaron como métrica y método de aglutinamiento, respectivamente. La línea punteada al valor 0.6 del índice sirve para guiar la selección de agrupamientos significativos.

El grupo 5 estuvo integrado por el género *Chimarra* con una proporción en su contenido intestinal de 21% de MICR y 79% de SED (Cuadro 4). La presencia de partículas de sedimento puede vincularse con un hábito colector según (Reynaga, 2009). El género *Chimarra* pertenece al grupo colector-filtrador, indicado por la morfología de su aparato bucal, apta para filtrar partículas a través de la membrana del labro (Reynaga, 2009). Oliveira & Bispo (2001) le atribuyen el grupo funcional a *Chimarra* de colector, mientras que Tomanova *et al.*, (2006) clasifica a *Chimarra* como colector-filtrador. En el presente estudio basándonos en la proporción de MICR y SED en el contenido intestinal de *Chimarra* y de la morfología del aparato bucal, clasificamos a *Chimarra* como colector-filtrador.

El grupo 6 estuvo integrado por el género *Anchitrichia* con una proporción de 87% de MOPF y 13% de MICR en su contenido intestinal (Cuadro 4). Chará-Serna *et al.* (2010) considera colectores a los individuos que tienen en su contenido intestinal materia orgánica particulada fina mayor o igual a 65%, razón por la cual consideramos al género *Anchitrichia* como colector-recolector.

En el Grupo 7 se encuentran los géneros de *Smicridea* con una proporción en el contenido intestinal de 46% de MOPF, 46% de MICR y 8% de RINV y *Protoptila* con 50% de MOPF y 50% de MICR (Cuadro 4). Ambos géneros muestran afinidad por la MOPF y MCR los que nos lleva a ubicarlos dentro del grupo funcional de colector-filtrador primario. Tomanova *et al.* (2006) le atribuyen el grupo funcional a *Smicridea* de colector-filtrador, lo que concuerda con este estudio. El género *Smicridea* muestra cierta afinidad por RINV, parece tener un rol depredador de invertebrados. Reynaga (2009) encontró que el género *Smicridea* aparentemente parecería tener un rol depredador de invertebrados procedentes de la deriva, y un hábito recolector de partículas retenidas en las redes y lo consideró como colectores-filtradores primario.

Cuadro 4. Composición de la dieta de los géneros de Trichoptera encontrados en la provincia de Veragua. La frecuencia relativa de los ítems alimenticios está expresada en porcentajes.

Familia (Género)	Hábitos Alimenticios (Referencia)	Ítems Alimenticios (%)				
		MOPG	MOPF	MICR	R.INV	SED
Hydropsychidae						
(<i>Leptonema</i>)	Colector-filtrador (Wiggins, 1996); Colector (Oliveira & Bispo, 2001); Fragmentador (Chará-Serna <i>et al.</i> , 2010).	57	0	32	10	0
(<i>Smicridea</i>)	Colector-filtrador (Wiggins, 1996); filtrador (Romero <i>et al.</i> , 2006); colector- filtrador (Reynaga, 2009); fragmentador (Chará-Serna <i>et al.</i> , 2010).	0	46	46	8	0
(<i>Macronema</i>)	Colector (Wiggins & Mackay, 1978); colector-filtrador (Wiggins, 1996); colector (Oliveira & Bispo, 2001).	74	0	26	0	0
Philopotamidae						
(<i>Chimarra</i>)	Colector-filtrador (Wiggins, 1996); colector-filtrador (Tomanova <i>et al.</i> , 2003); colector-filtrador (Reynaga, 2009)	0	0	21	0	79
Leptoceridae						
(<i>Nectopsyche</i>)	Hervívoro, colector-recolector (Wiggins, 1996); colector-recolector-triturador (Reynaga, 2009); fragmentador (Chará- Serna <i>et al.</i> , 2010).	40	40	0	20	0
(<i>Triplectides</i>)	Raspadores, herbívoros (Holzentel, 1988); fragmentador (Chará-Serna <i>et al.</i> , 2010)	89	11	0	0	0
Glossosomatidae						
(<i>Prooptila</i>)	Herbívoro (Wiggins & Mackay, 1978); raspador (Wiggins, 1996)	0	50	50	0	0
Calamoceratidae						
(<i>Phylloicus</i>)	Fragmentadores o trituradores (Wiggins, 1996); Herbívoros (Posada-García & Roldan-Pérez, 2003); Fragmentador (Chará-Serna <i>et al.</i> , 2010)	100	0	0	0	0
Hydroptilidae						
(<i>Anchitrichia</i>)	Herbívoro (Flint, 1991)	0	87	13	0	0
Polycentropodidae						
(<i>Polycentropus</i>)	Depredador, colector-filtrador, raspador, herbívoro (Wiggins, 1996); colector- filtrador (Palmer <i>et al.</i> , 1993); colector- filtrador (Reynaga, 2009).	0	0	0	100	0
Hydrobiosidae						
(<i>Atopsyche</i>)	Depredador (Wiggins, 1996); carnívoro (Romero <i>et al.</i> , 2006); depredador Reynaga (2009); depredador (Chará- Serna <i>et al.</i> , 2010)	0	0	0	100	0

Materia orgánica particulada gruesa (MOPG), materia orgánica particulada fina (MOPF), microfitas (MICR), restos de invertebrados (R.INV) y Sedimento (SED).

Solo dos géneros correspondieron con la asignación de grupos funcionales para otras áreas geográficas: *Chimarra* que en este estudio se le asignó el grupo funcional de colector-filtrador que coincide con Wiggins (1996), Tomanova, *et al.* (2006) y Reynaga (2009); y el género *Atopsyche* con el grupo funcional depredador, mismo grupo asignado por Wiggins (1996), Romero *et al.* (2006), Reynaga (2009) y Chará-Serna *et al.* (2010). Los géneros *Leptonema*, *Macronema*, *Smicridea*, *Nectopsyche*, *Triplectides*, *Protoptila*, *Phylloicus*, *Anchitrichia*, y *Polycentropus* mostraron discrepancias entre autores en la asignación de los grupos alimenticios funcionales. Esto parece indicar que el asignar grupos funcionales precisos, a un taxón específico, difícilmente alcance universalidad tal como señala Reynaga (2009).

CONCLUSIONES

La Provincia de Veraguas tiene una buena representación del orden Trichoptera, ya que se encontraron 13 familias entre las cuales tenemos: Anomalopsychidae, Calamoceratidae, Ecnomidae, Glossosomatidae, Helicopsychidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Limnephilidae, Odontoceridae, Philopotamidae y Polycentropodidae. Solo dos de las 13 familias reportadas para Panamá Lepidostomatidae y Xiphocentronidae, no han sido recolectadas en Veraguas.

Los géneros *Polycentropus* y *Atopsyche* se clasificaron como depredadores, *Nectopsyche* como colector-recolector, *Triplectides* y *Phylloicus* como fragmentadores o trituradores, *Leptonema* y *Macronema* como recolectores-filtradores, *Chimarra*, *Smicridea* y *Protoptila* como recolectores-filtradores y *Anchitrichia* como recolector. Los géneros *Leptonema*, *Macronema*, *Smicridea*, *Nectopsyche*, *Triplectides*, *Protoptila*, *Phylloicus*, *Anchitrichia* y *Polycentropus* mostraron discrepancias entre autores en la asignación de los grupos alimenticios funcionales posiblemente esto, se deba a la disponibilidad del recursos alimenticio, al oportunismo del grupo, al estado de desarrollo del individuo, o a la composición de la comunidad en las diferentes regiones donde el grupo ha sido estudiado.

Como recomendación general se sugiere evaluar, en la entomofauna acuática de nuestros recursos hídricos, la abundancia y biomasa de los grupos alimenticios funcionales para determinar el grupo funcional dominante y relacionarlo con la salud del ecosistema.

AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros agradecimientos a María C. Reynaga por su ayuda y orientación en el análisis de los perfiles alimenticios en el entorno R. De igual manera agradecemos a los revisores anónimos sus comentarios.

REFERENCIAS

Águila, Y. 1992. Systematic catalogue of the caddisflies of Panama (Trichoptera). Pages 532-548 in *Insects of Panama and Mesoamerica: Selected Studies*. (D. Quintero, and A. Aiello, eds.). Oxford University Press, Oxford.

Albariño, R.J. 2000. The food habits and mouthpart morphology of a South Andes population of *Klapopteryx kuscheli* (Plecoptera: Austroperlidae). *Aquat. Insect.* 808: 1-11.

Arce, C. & A. Higinio. 2004. Entomofauna acuática asociada al río Los Chorros, en el distrito de Santiago, provincia de Veraguas. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnológicas, Escuela de Biología, Tesis, Universidad de Panamá. 54 pp.

Atencio, Y. 2011. Calidad biológica del agua del río Santa Clara provincia de Veraguas. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnológicas, Escuela de Biología, Tesis, Universidad de Panamá. 43 pp.

Cedeño, M., .C. & L. C. Dutari. 2006. Calidad biológica del agua y entomofauna acuática asociada al Río Caté, Soná-Veraguas. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnológicas, Escuela de Biología, Tesis, Universidad de Panamá. 55 pp.

Chará-Serna, A. M., J. Chará, M. Zúñiga, G. Pedraza & L. Giraldo. 2010. Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecorregión cafetera colombiana. *Universitas Scientiarum*, 2010, Vol. 15 N° 1: 27-36. Recuperado el 1 de mayo de 2012, de ww.javeriana.edu.co/universitas_scientiarum.

Cummins, K. M., R. W. Merrit & P.C. Andrade. 2005. The use of invertebrates functional group to characterize ecosystem attributes in selected stream and rivers in south Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 40: 69-89.

Cummins, K. M. 1973. Trophic relations of aquatic insects. *Annu. Rev. Entomol.* 18: 183-203.

Flint, O. S., JR. 1991. Studies of Neotropical Caddisflies, XLV: The taxonomy, phenology and faunistic of Trichoptera of Antioquia, Colombia. *Smithsonian Contributions to Zoology* 520: 520-112.

Flint, O.S., R.W. Holzenthal & S.C. Harris. 1999. Catalog of the Neotropical caddisflies (Insecta: Trichoptera). Ohio Biological Survey, Ohio, EEUU.

Gil, M.A., P.A. Garelis & E. A. Vallania. 2006. Hábitos alimenticios de larvas de *Polycentropus joergenseni* Ulmer, 1909 (Trichoptera: Polycentropodidae) en el río Grande (San Luis, Argentina). *Gayana* 70(2): 206-209.

Holzenthal, R. W. 1988. Systematics of Neotropical Triplectides (Trichoptera: Leptoceridae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 81: 187-208.

Korytkowski, Ch. A. 1995. En: *Insectos Acuáticos*. Universidad de Panamá, Programa de Maestría en Entomología. Trichoptera. Material de apoyo didáctico. 17 pp.

Lombardo, R. & V. Rodríguez. 2007. Entomofauna acuática asociada a la parte media-baja del río Santa María, provincia de Veraguas, República de Panamá. *Tecnociencia.* 9(1): 89-100.

McCafferty, W.P. 1998. Aquatic Entomology: The Fishermen's and ecologists illustrated guide to insects and their relatives. Jones and Bartlett Publishers Sudbury, Massachusetts Editorial. The United States of America. 448p.

Merritt, R.W. & K.W. Cummins (eds.). 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America, 3rd. Edition, Kendall/Hunt, Dubuque, IA.

Oliveira, L. G., & P. C. Bispo. 2001. Ecologia de comunidades das larvas de Trichoptera Kirby (Insecta) em dois córregos de primeira ordem da Serra dos Pirineus, Pirenópolis, Goiás, Brasil. *Revta bras. Zool.* 18 (4): 1245-1252.

Posada-García, J.A. & G. Roldán-Pérez. 2003. Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el Nor-Occidente de Colombia. *Caldasia* 25: 169-192.

Quirós T., L. M. & E. L. Villar. 1999. Insectos Acuáticos del Río Sábalo en el Ciruelito, Distrito de Atalaya, Provincia de Veraguas, República de Panamá. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Escuela de Biología, Tesis, Universidad de Panamá. 78 pp.

Reyes, B. 2009. Entomofauna acuática asociada a la quebrada Las Lajutas, en el distrito de Santiago, provincia de Veraguas, república de Panamá. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnológicas, Escuela de Biología, Tesis, Universidad de Panamá. 67 pp.

Reynaga, M. 2009. Hábitos alimentarios de las larvas de Trichoptera (Insecta) de una cuenca subtropical. *Ecología austral* 19:207-214.

Rodríguez, V. & E. Bonilla. 1999. Estudio taxonómico de la comunidad de insectos acuáticos en Los Corrales, Distrito de San Francisco, Provincia de Veraguas, República de Panamá. *Scientia* 14(2): 65-77.

Rodríguez, V., M. Barrera & Y. Delgado. 2000. Insectos acuáticos de la quebrada El Salto, en el Distrito de las Palmas, Provincia de Veraguas, República de Panamá. *Scientia* 15(2): 33-44.

Rodríguez, V. & N. Sánchez. 2001. Entomofauna acuática asociada al Río Santa Clara en Veraguas, República de Panamá. *Tecnociencia* 3(2):73-87.

Rodríguez, V. & H. León. 2003. Insectos acuáticos asociados al Río Tríbique, en el Distrito de Soná, Provincia de Veraguas. *Tecnociencia* 5(1): 51-64.

Rodríguez, V. & M. Mendoza. 2003. Entomofauna acuática asociada al río Agué, en el distrito de la Mesa, Veraguas, Panamá. *Tecnociencia* 5(2): 109-118.

Rodríguez, V., N. Robles & Y. Pimentel. 2009. Calidad biológica del agua de los ríos Sábalo, Piña, Ponuga, Pocrí y Suay en la Provincia de Veraguas, Panamá. *Tecnociencia* 11(1): 75-88.

Rodríguez-Barrios, J., R. Ospina-Tórres & R. Turizo-Correa. 2011. Grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados acuáticos en el río Gaira, Colombia. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 59 (4): 1537-1552.

Roldán, G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Editorial Presentia Ltda. Bogotá, Colombia. 217 pp.

Roldán, G. 2003. Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de las aguas en los Andes Colombianos. Editorial de la Universidad de Antioquia, Departamento de Biología. Medellín, Colombia, 170 p.

Romero, I. R., S. M. Pérez & M. E. Rincón. 2006. Aspectos ecológicos de los Trichoptera Del parque nacional natural "Cueva de los Guácharos", Huila-Colombia. *Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica* 9 (1): 129-140.

Schoener, T. W. 1970. Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. *Ecology* 51(3): 408-418.

Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. 1995. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. 3ra edición. WH Freeman y Co., New York. 887 pp.

Springer, M. 2006. Clave taxonómica para larvas de las familias del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 54 (1): 273-286.

Springer, M. 2008. Aquatic insect diversity of Costa Rica: state of knowledge. Rev. Biol. Trop. 56 (4): 273-295.

Springer, M. 2010. Trichoptera. Rev. Biol. Trop. 58 (4): 151-198.

Tomanova, S., E. Goitia & J. Helesic. 2006. Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. Hydrobiologia 556: 251-264.

Wallace, R. K. 1981. An assessment of diet-overlap indexes. Trans. Am. Fish. Soc. 110: 72-76.

Wiggins, G.B. 1996. Trichoptera families. Páginas 309-349 en: R.W.Merritt / K.W. Cummins (eds.) An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Pub.

Wiggins, G. B. & R. J. Mackay. 1978. Some relationships between systematic and trophic ecology in nearctic aquatic insects, with special referent to Trichoptera. Ecology 59: 1211-1220.

Recibido abril de 2014, aceptado agosto de 2014.