

Morfología de las piezas bucales y hábitos alimenticios de *Leptonema* y *Smicridea* (Trichoptera: Hydropsychidae) del río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

Kevin Daniel Álvarez-Soraca*, Cesar Enrique Tamaris-Turizo & Cristian José Guzmán-Soto
Grupo de Investigación en Biodiversidad y Ecología Aplicada, Universidad del Magdalena, Carrera 32 No. 22 – 08, Santa Marta, Colombia; kedaalso07@gmail.com, ctamaris@unimagdalena.edu.co, guzmansotocj@gmail.com
* Correspondencia

Recibido 21-X-2016. Corregido 09-V-2017. Aceptado 12-VI-2017.

Abstract: Morphology of mouthparts and feeding habits of *Leptonema* and *Smicridea* (Trichoptera: Hydropsychidae) from Gaira river, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. The genera *Leptonema* and *Smicridea* belong to the family Hydropsychidae and constitute one of the most important groups in the nutrient dynamics in the tropical aquatic ecosystems, which diversity of microhabitats is exploited by their larvae. However, there is lack of information concerning the detailed and comparative descriptions of mouthparts between these two genera, and their possible relation with their diet. The aim of this paper was to describe the morphology of the mouthparts and the feeding habits of both genera, in the middle basin of the Gaira River (Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia). The samples were collected on a monthly basis, with a surber net, between October and December of 2014, and May of 2015. A total of 15 larvae per genus were taken and the Blue Zen Software was used to determine the morphometric measurements of the cephalic pieces. Measurements were taken on photographs obtained from an AxioCam ERc5s camera adapted to a Nikon SMZ 745T stereoscope. To describe the mouthparts a M205A microscope-stereoscope Leica was used. The dietary habits of 15 individuals in total were evaluated by means of the analysis of stomach contents. A discriminant analysis of Hotelling was applied to the morphometric measurements. There were significant differences in head area (HA), head width (HW3), head length (HL2) and left mandible length (LML). In the morphological descriptions were found differences in: head, labrum and submentum. Diets profiles were performed to the stomach contents for both genera and the items with highest percentage for *Leptonema* was MOPG and MOPF with 38 % and 32 %, respectively, and for *Smicridea* MOPF (38 %) and MOPG (34 %) with significant differences ($F = 8.8298$, $p < 0.05$). This study indicated that the evaluated individuals consume a wide variety of resources and the difference of the diet of both genera can be related to the detected morphological differences. Rev. Biol. Trop. 65 (4): 1231-1244. Epub 2017 December 01.

Key words: aquatic insects, morphometric, gut contents, mouthparts, food item.

Hydropsychidae es una familia abundante y de una amplia distribución geográfica dentro del orden Trichoptera, la cual tiene cerca de 1 500 especies descritas a nivel mundial (Valladolid, Martínez, & Arauzo, 2007; Nessimian & Dumas, 2010). Pueden ser reconocidas por la presencia de branquias abdominales ramificadas y un cuerpo recubierto de setas (Springer, Serrano, & Zepeda, 2010). Los géneros más comunes de esta familia son *Leptonema*

(Macronematinae) y *Smicridea* (Smicrideinae) con 70 y 109 especies, respectivamente, descritas en Sudamérica, donde ambos géneros se encuentran ampliamente distribuidos (Angrisano & Sganga, 2009). *Leptonema* se caracteriza por presentar en ocasiones un color verde intenso y por ser de gran tamaño entre los tricópteros (Posada & Roldán, 2003), en estado larval construyen redes finas con materiales orgánicos y minerales para filtrar el agua

(Merritt, Cummins, & Berg, 2008). Mientras que las larvas de *Smicridea* construyen refugios fijos, generalmente con fragmentos de plantas y arena ubicados en las grietas de las piedras (Duque, 2009). Regularmente se localizan en zonas de corrientes rápidas, sustratos rocosos y espacios abiertos con mayor incidencia de luz solar (Pes, 2005).

Algunos aspectos ecológicos de la familia Hydropsychidae en los sistemas lóticos, están relacionados con su elevada densidad y biomasa; además, juegan un papel importante en los eslabones de las redes tróficas y las larvas son parte de la dieta de aves, peces y ranas (Wiggins, 2004; Huamantínco & Nessimian, 2000; Angrisano & Korob, 2001). Por otro lado, se considera que estos organismos cumplen funciones tróficas diferenciales, por lo cual han sido asignados a diversos grupos funcionales como colector-filtrador o fragmentadores (Chará, Chará, Zúñiga, Pearson, & Boyero, 2012; Granados, 2013; Guzmán-Soto & Tamaris-Turizo, 2014). No obstante, basados en estudios de contenidos estomacales, el género *Smicridea* pareciera tener un rol depredador de invertebrados (Reynaga, 2009; Rodríguez, Gracia, & Peña, 2014).

Los trabajos que han evaluado aspectos morfológicos relacionados con las piezas bucales de *Leptonema* y *Smicridea* concluyen que es importante incluir dichos análisis para generar claves taxonómicas; o bien, incorporar algunos temas de la biología de los organismos (Nessimian & Dumas, 2010). Dentro de los trabajos que abordan estos géneros se destacan los desarrollados por Muñoz (1999) quien enfatizó en la descripción e ilustración de una nueva especie del género *Leptonema* en Costa Rica, elaborando una clave taxonómica para la identificación de los machos de dicha especies. Mientras que en Colombia, se destaca el trabajo realizado por Posada y Roldán (2003) basado en la elaboración de claves ilustradas y la diversidad de las larvas de Trichoptera en el Nor-Occidente del país.

A pesar que se conocen aspectos sobre la ecología y la distribución de esta familia en Colombia, no existen descripciones

comparativas sobre la morfología del aparato bucal y piezas cefálicas de los géneros *Leptonema* y *Smicridea*, y su posible relación con sus dietas. Por lo anterior, se busca describir la morfología de los aparatos bucales con detalle de sus piezas, así como la dieta de éstos géneros. Teniendo en cuenta que existen algunas diferencias morfológicas en las branquias y la forma de la cabeza, se espera que estos géneros difieran también en la morfología de sus piezas bucales y en sus dietas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: Los organismos evaluados se recolectaron en el río Gaira, cuya corriente de agua tiene una longitud aproximada de 32.53 km desde su nacimiento hasta su desembocadura (Frayter, Pabón, & Valero, 2000). El río está ubicado en el departamento del Magdalena, Colombia. Las muestras fueron recolectadas en la cuenca media a una altura de 900 msnm, entre los 11°07' 47.8" N - 74°05'42.04" W, (cuyo sector hace parte de la hacienda La Victoria). El sitio presenta una formación vegetal de bosque húmedo subtropical. En el lecho del río predominan rocas y gravas, propiciando zonas de corrientes rápidas, aunque se puede observar zonas de corriente lenta, lo que genera diversos microhábitats (Guerrero, Manjarrés, & Núñez, 2003; Guerrero & Sarmiento, 2010; Tamaris-Turizo, Rodríguez-Barrios, & Ospina-Torres, 2013).

Procesamiento del material biológico: Se realizaron tres muestreos cubriendo los periodos de lluvias (octubre, noviembre e inicios de diciembre 2014) y sequía (finales de diciembre 2014 y junio 2015). En la cuenca media del río se seleccionó un tramo de 50 m en el que se tomaron cinco muestras, mediante una red Surber (apertura de malla de 250 µm) durante 5 minutos, removiendo manualmente el sustrato frente a la red en contra de la corriente (Darrigran, Vilches, Legarralde, & Damborenea, 2007). El material extraído fue almacenado en bolsas plásticas y preservado en etanol al 96 %, luego se transportaron

al laboratorio para su posterior análisis. Los organismos se separaron usando un estereoscopio (Nikon SMZ 745T) y las larvas se identificaron hasta el nivel de género utilizando las claves taxonómicas y guías propuestas por Posada y Roldán (2003) y Wiggins (2004).

Descripción del aparato bucal: Para la descripción, se utilizó 15 individuos en estado larval de ambos géneros, usando un microscopio-estereoscopio Leica M205A, y para la estimación morfométrica, se implementó una cámara fotográfica AxioCam ERc5s acoplada a un estereoscopio Nikon SMZ 745T. Con la ayuda del Software Zen Blue se calcularon las siguientes medidas: longitud total del cuerpo, área, ancho y largo de cada una de las piezas bucales de los individuos (Cuadro 1). Posteriormente, se realizó el montaje del aparato bucal ordenando cada pieza de acuerdo a su posición original con el fin de observar labrum, mandíbulas y labio maxilar compuesto por dos palpos (Fig. 1). Finalmente, se procedió

a fotografiar cada una de las piezas en un microscopio-estereoscopio Leica M205A con cámara integrada Leica DFC450.

Análisis del contenido estomacal: Se empleó la técnica propuesta por Tomanova, Goitia y Helesic (2006), la cual consiste en extraer el tracto de uno a diez individuos de cada taxón (de acuerdo a su abundancia y con contenido en su interior). Del género *Leptonema* se evaluaron 8 individuos y *Smicridia* 7, para un total de 15 en estadio larval. El contenido estomacal fue homogeneizado individualmente sobre una lámina portaobjeto con glicerina; seguidamente, se examinaron y fotografiaron 20 campos de manera aleatoria, mediante una cámara ajustada a un microscopio ZEISS Primo Star en diferentes aumentos. Posteriormente, con ayuda del software Zen Blue, se delimitó el área de cada ítem en los campos fotografiados, para describir y cuantificar los porcentajes de estos. Las categorías alimentarias que se consideraron fueron: Tejido

CUADRO 1

Variables medidas en las diferentes piezas bucales de *Leptonema* y *Smicridea*, con sus respectivos códigos

TABLE 1

Variables measured in the different buccal parts of *Leptonema* and *Smicridea*, with their respective code

	Variable	Código	Variable	Código	
Cabeza	Área	AC	Mandíbula izquierda	Area	AMI
	Ancho1	ANC1		Largo	LRMI
	Ancho2	ANC2		Ancho	ANMI
	Ancho3	ANC3		Lado1	LMI1
	Largo1	LC1		Lado2	LMI2
	Largo2	LC2		Lado3	LMI3
	Largo3	LC3		Mandíbula derecha	Área
Labrum	Área	AL	Largo		LRMD
	Largo	LL	Ancho		ANMD
	Ancho1	ANL1	Lado1		LMD1
	Ancho2	ANL2	Lado2		LMD2
	Ancho3	ANL3	Lado3		LMD3
Labrum inferior 1	Área	ALI1	Labrum inferior medio		Área
	Largo	LRLI1		Base	BLIM
	Base	BLI1		Largo	LRLIM
Labrum inferior 2	Área	ALI2			
	Largo	LRLI2			
	Base	BLI2			

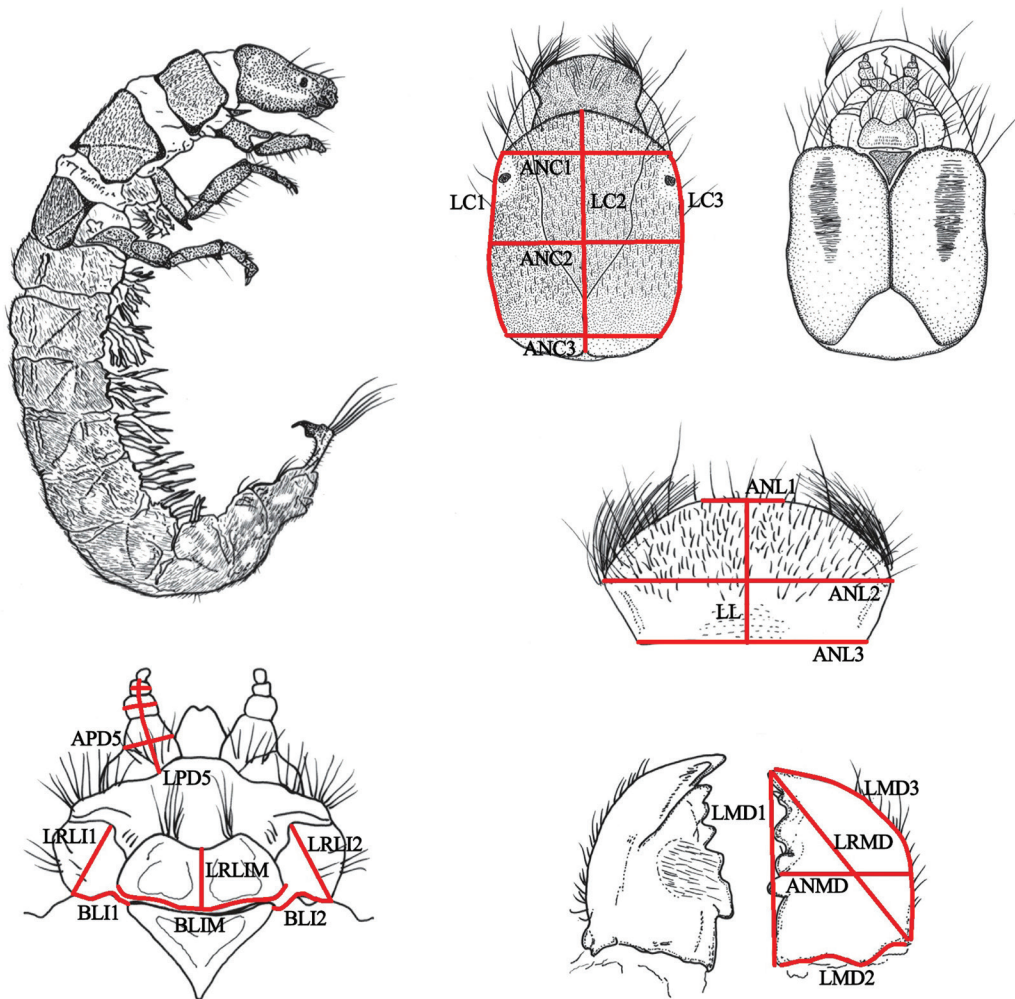


Fig. 1. Bosquejo de las medidas tomadas a las piezas bucales con sus respectivos acrónimos. Modificado de Nessimian & Dumas (2010).

Fig. 1. Illustration of the mouthparts measured with their acronyms. Modified from Nessimian & Dumas, (2010).

de restos animales (RA), Tejido de plantas vasculares (TPV), Microalgas (MCR), Hongos (HN), Materia Orgánica Particulada Gruesa, > 1 mm (MOPG) y Materia Orgánica Particulada Fina, 50 μm – 1 mm (MOPF). La clasificación de la MOPG y la MOPF se tomaron de Vannote, Minshall, Cummins, Sedell y Cushing (1980).

Tratamiento de datos: Las medidas de las piezas cefálicas se estandarizaron dividiendo cada variable entre la longitud total (LT),

para obtener una proporción que pudiera ser comparable entre los organismos. Para conocer las posibles diferencias entre las métricas de los dos géneros, inicialmente se seleccionaron las métricas con mejor correlaciones evidenciadas en un Análisis de Componentes Principales (ACP); posteriormente, se realizó un Análisis Discriminante de Hotelling. Se realizaron comparaciones bivariadas entre las métricas de los dos géneros, mediante las pruebas t-test y U-Mann Whitney, previa

comprobación de la normalidad de los datos. Finalmente, se compararon las dietas entre los géneros, mediante un Análisis Discriminante de Hotelling. Todos los análisis fueron realizados en el programa estadístico R 2.14.2 Patched (R Development Core Team, 2012).

RESULTADOS

Los organismos del genero *Leptonema* (Fig. 2A) presentaron una longitud promedio

de 26.4 (± 0.49 mm), mientras que *Smicridea* (Fig. 3A) un promedio de 16.1 (± 0.22 mm). Se evidenció que existen diferencias significativas en la LT entre ambos géneros ($t=18.99$, $p<0.01$).

***Leptonema* - Cabeza:** Coloración café oscura, periocular claro, esclerotizada, cubierta de setas cortas. Área promedio de 5.8 (± 0.09 mm²). Ligeramente más ancha en la parte posterior 2.3 (± 0.02 mm) que en la anterior

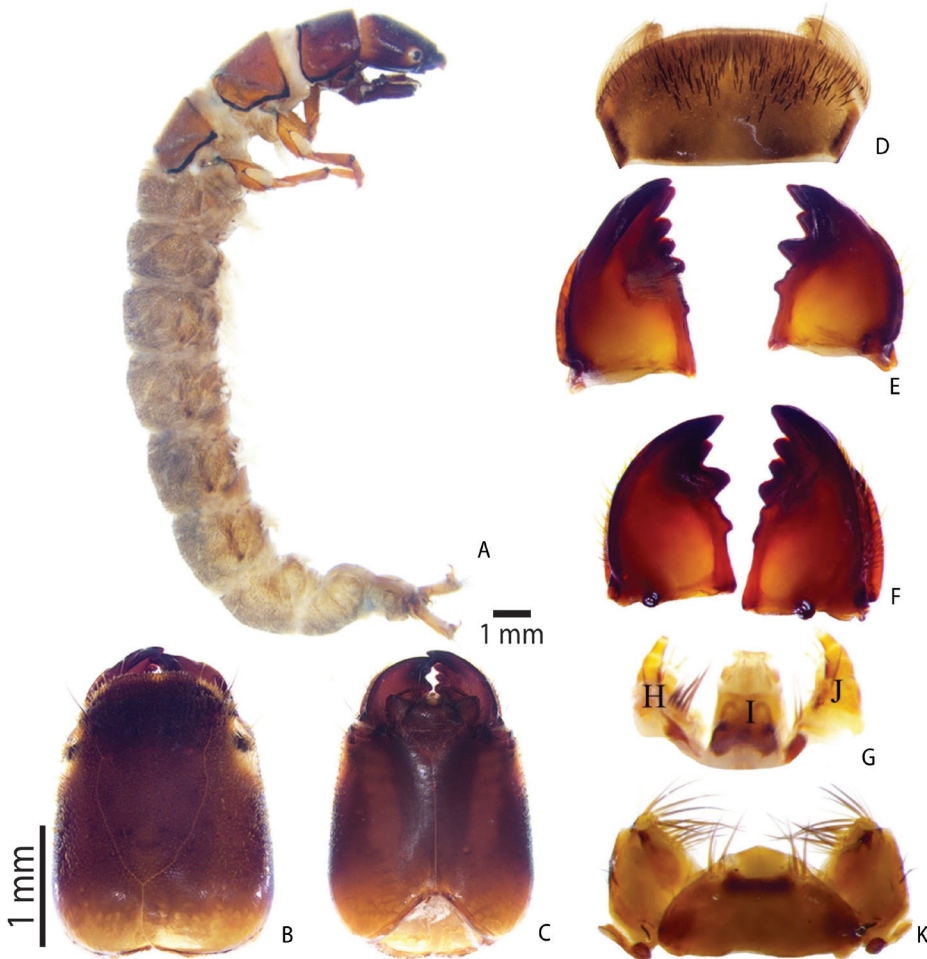


Fig. 2. Larva de *Leptonema* (Trichoptera: Hydropsychidae): **A)** vista lateral del cuerpo. **B)** cabeza, vista dorsal. **C)** cabeza, vista ventral. **D)** labro, vista dorsal. **E)** mandíbulas, vista dorsal. **F)** mandíbulas, vista ventral. **G)** complejo hipofaringeal, vista ventral. **H)** palpo derecho. **I)** faringe. **J)** palpo izquierdo. **K)** submentón, vista ventral.

Fig. 2. *Leptonema* larvae (Trichoptera: Hydropsychidae): **A)** side view of the body. **B)** head, dorsal view. **C)** head, ventral view. **D)** labrum, dorsal view. **E)** mandible, dorsal view. **F)** mandible, ventral view. **G)** hypopharyngeal complex, ventral view, **H)** palpi right. **I)** pharynx. **J)** left palpi. **K)** submentón, ventral view.

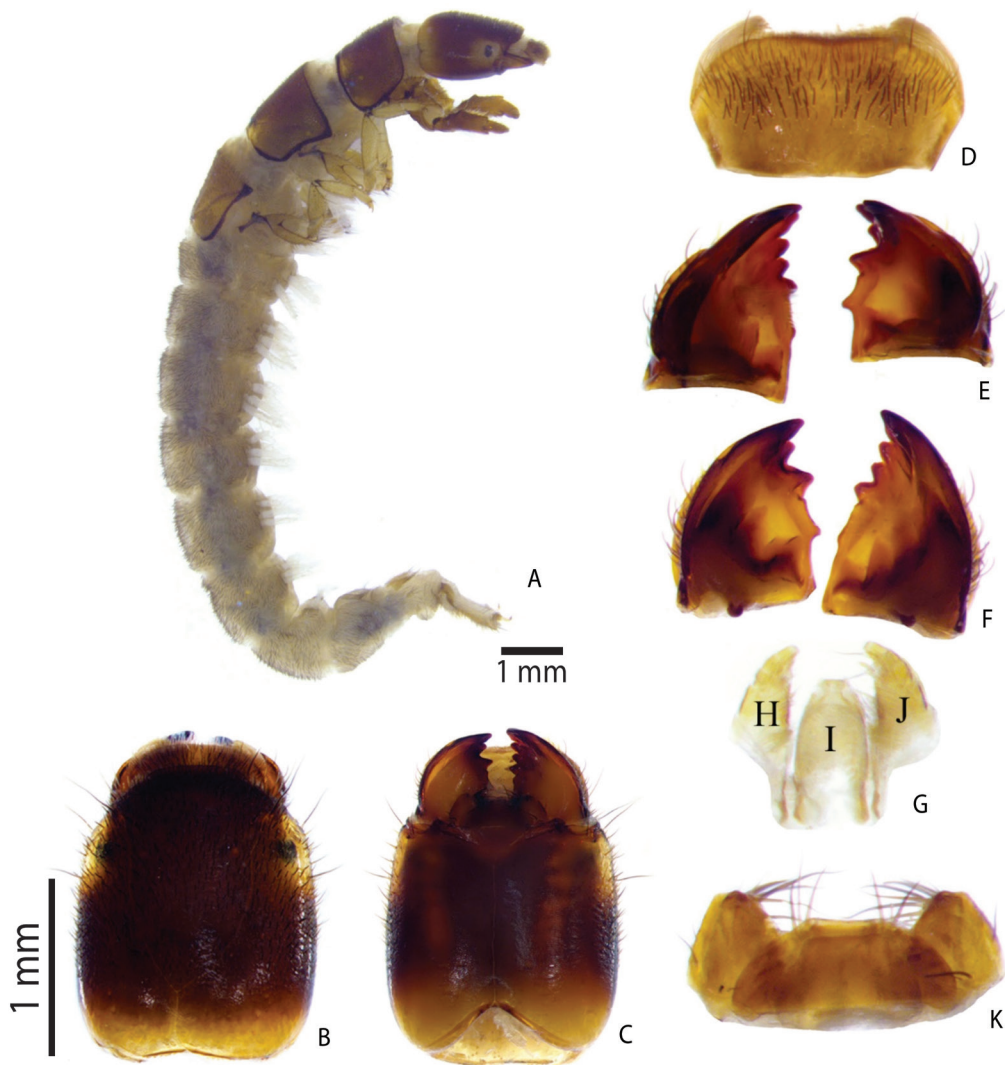


Fig. 3. Larva de *Smicridea* (Trichoptera: Hydropsychidae): **A)** vista del cuerpo. **B)** cabeza, vista dorsal. **C)** cabeza, vista ventral. **D)** labro, vista dorsal. **E)** mandíbulas, vista dorsal. **F)** mandíbulas, vista ventral. **G)** Complejo hipofaríngeal, vista ventral. **H)** palpo derecho. **I)** farínge. **J)** palpo izquierdo. **K)** submentón, vista ventral.

Fig. 3. *Smicridea* larvae (Trichoptera: Hydropsychidae): **A)** habitus view. **B)** head, dorsal view. **C)** head, ventral view. **D)** labrum, dorsal view. **E)** mandible, dorsal view. **F)** mandible, ventral view. **G)** hypopharyngeal complex, ventral view. **H)** palpi right. **I)** pharynx. **J)** left palpi. **K)** submentón, ventral view.

1.9 (\pm 0.04 mm), antenas pequeñas. En vista dorsal (Fig. 2B): sutura coronal corta tenue en el margen posterior, margen de la sutura frontoclipeal triangular. Apotema frontoclipeal en forma de “V” alargado, margen anterior recto de forma irregular y puntiagudo posteriormente. En el margen anterior, presencia de setas

de diferentes tamaños, no más grandes que las antenas. En vista ventral (Fig. 2C): ausencia de setas. Estructura de estridulación larga que se extiende desde el borde anterior hasta el borde posterior, con rayas finas bien marcadas. Margen posterior redondeado con una hendidura mesial, sutura ecdisial divide completamente

la gena. Apotema posteroventral esclerotizado, triangular y diminuto, presencia de máculas. El margen anterior convexo y aserrado. Submentón anteroventral esclerotizado y semicircular. Apotema anteroventral esclerotizado, con forma triangular.

Labrum: Presenta un color café claro, área promedio de $0.7 (\pm 0.01 \text{ mm}^2)$, más ancho que largo, con los ángulos anteriores redondeados, está cubierto en la mayoría de su superficie con setas cortas de color negro, a excepción de la base de este. Vista dorsal: margen anterior semiovalado, con un ancho de $0.7 (\pm 0.04 \text{ mm})$, región media más ancha con un promedio $1.2 (\pm 0.01 \text{ mm})$ y base del margen posterior con promedio de $0.9 (\pm 0.02 \text{ mm})$. Margen anterior con setas cortas, presenta un par de setas medianas y delgadas en el margen central. Setas largas formando un mechón en el margen lateral de ambos lados (Fig. 2D). Vista ventral: setas delgadas largas y curvadas hacia la región media, que inician desde el borde anterior, las cuales tienen como función no dejar salir las partículas de alimento. En algunos individuos el labrum se encontró retraído o extendido, se puede considerar que el labrum tiene un movimiento retráctil y tiene como función proteger el complejo hipofaríngeo.

Mandíbulas: Completamente asimétricas y fuertemente esclerotizadas. El margen cóncavo interno de las mandíbulas forma dos bordes cortantes (superior e inferior), función cortar el alimento (Fig. 2E y Fig. 2F). **Mandíbula izquierda:** En vista dorsal, con un área promedio de $0.5 (\pm 0.04 \text{ mm}^2)$, la región con la longitud más larga con promedio de $1.0 (\pm 0.05 \text{ mm}^2)$ y la parte más ancha con $0.5 (\pm 0.04 \text{ mm}^2)$, con ocho dientes de forma irregular, un diente dorsal apical, con dos dientes adicionales dorso apical (uno encima del otro), seguido de tres dientes en el área incisiva los cuales varían en formas y tamaño (triangulares o redondeados), en el área molar dos dientes fusionados. Presencia de un penacho de setas medianas cerca al área dorsomolar. **Mandíbula derecha:** En vista dorsal, con un área promedio

de $0.4 (\pm 0.03 \text{ mm}^2)$, más corta que la mandíbula izquierda, la región con la longitud más larga con promedio de $0.9 (\pm 0.05 \text{ mm})$ y la parte más ancha con un promedio $0.5 (\pm 0.04 \text{ mm})$. Con seis dientes irregulares, un diente dorsal apical, con un diente adicional (uno encima del otro), seguido de dos dientes en el área incisiva que varían en formas y tamaño (triangulares o redondeados) y en la región molar dos dientes fusionados con forma redondeada. Ausencia de setas en la región dorsomolar. Presencia de setas cortas oscuras en el margen externo de ambas mandíbulas.

Complejo hipofaríngeo: Parcialmente esclerotizado (donde se abre el tubo digestivo Fig. 2I) ubicado ventralmente debajo de las mandíbulas (Fig. 2G). Maxila con palpos y galea bien diferenciados. Presencia de dos palpos maxilares en posición lateral (Fig. 2H y Fig. 2J), compuestos por cinco artejos, el segundo dos veces más ancho que el primero y así sucesivamente, cumplen un papel importante al llevar la comida hacia la faringe, gracias a su capacidad retráctil que le permite sacar sus palpos más allá de sus mandíbulas. Galea en forma de pequeñas espinas que se proyecta de los palpos maxilares. Submentón (labio) en vista ventral: esclerotizado, puntiagudo en el margen anterior, con muchas setas largas, un área promedio de $0.2 (\pm 0.01 \text{ mm}^2)$, longitud de la base promedio de $0.7 (\pm 0.01 \text{ mm})$ y en la región media largo promedio de $0.4 (\pm 0.01 \text{ mm})$, con capacidad de movimiento, el cual le permite cerrarse y proteger el complejo hipofaríngeo (Fig. 2K). Submentón y maxila están fuertemente fusionados (formando un labio maxilar), con setas de distintas longitudes y grosores.

Smicridea - Cabeza: Coloración café oscuro, esclerotizada, levemente rectangular. Área promedio de $2.5 (\pm 0.04 \text{ mm}^2)$, recubierta de setas cortas y finas en la región dorsal, antenas diminutas. En vista dorsal (Fig. 3B): margen anterior con un ancho promedio de $1.2 (\pm 0.02 \text{ mm})$, región media y posterior con un ancho promedio de $1.5 (\pm 0.02 \text{ mm})$.

Sutura coronal corta tenue en la región posterior, sutura frontoclipeal en forma triangular tenue, Apotema frontoclipeal en forma de “V” en el margen anterior, irregular y puntiagudo en la región posterior. Presencia de setas en el margen anterior de distintos tamaños, no más grandes que las antenas. En vista ventral (Fig. 3C): ausencia de setas, estructura de estridulación que se extiende desde el borde anterior hasta el posterior, con rayas finas de manera horizontal. Sutura ecdisial que divide completamente la gena, margen posterior redondeado con una hendidura mesial, apotema posteroventral diminuto, esclerotizado y triangular, presencia de máculas. Margen de la región anterior de forma convexa y aserrado. Apotema anteroventral esclerotizado, con forma triangular. Submentón esclerotizado, semicircular anteroventral.

Labrum: Transversal de color café claro, área promedio de $0.3 (\pm 0.01 \text{ mm}^2)$, más ancho que largo, con los ángulos anteriores redondeados, recubierto en la mayoría de su superficie con setas de color negro. Vista dorsal: margen anterior recto diferente de *Leptonema*, ancho promedio de $0.6 (\pm 0.02 \text{ mm})$, región media más ancha con $0.8 (\pm 0.02 \text{ mm})$ y margen posterior más angosto $0.4 (\pm 0.01 \text{ mm})$. Margen anterior con setas cortas y delgadas, un par de setas finas medianas en el margen central, separadas una de la otra. Margen anterolaterales con setas largas formando un mechón de ambos lados (Fig. 3D). Vista ventral: setas delgadas largas y curvadas hacia la región media, que van formando una hilera desde el borde anterior al posterior tienen como función minimizar la pérdida del alimento. En algunos individuos el labrum se observó retraído y en otros extendido, se puede considerar que el labrum tiene un movimiento retráctil, al igual que en *Leptonema*, y cumple la misma función.

Mandíbulas: Asimétricas, bien desarrolladas y fuertemente esclerotizadas. El margen cóncavo interno de las mandíbulas forma dos bordes cortantes (superior e inferior) (Fig. 3E, Fig. 3F). **Mandíbula izquierda:** en vista dorsal

con un área promedio de $0.3 (\pm 0.01 \text{ mm}^2)$, región con la longitud más larga con promedio de $0.7 (\pm 0.02 \text{ mm})$ y la parte más ancha $0.4 (\pm 0.02 \text{ mm})$. Presencia de ocho dientes de forma irregular, un diente dorsal apical, se presentan dos dientes adicionales sobre el diente dorso apical, seguido de tres dientes en el área incisiva, estos varían en formas y tamaño (triangulares o redondeados). En la región molar dos dientes fusionados. Presencia de un penacho de setas medianas finas cerca de la región dorso molar. **Mandíbula derecha:** en vista dorsal con un área promedio de $0.2 (\pm 0.01 \text{ mm}^2)$, región con la longitud más larga con promedio de $0.6 (\pm 0.01 \text{ mm})$ y la parte más ancha con un promedio de $0.3 (\pm 0.01 \text{ mm})$. Con seis dientes irregulares, un diente en posición dorsoapical, presencia de un diente adicional sobre el diente dorso apical, seguido de dos dientes en el área incisiva que varían tanto de forma y tamaño. En la región molar dos dientes fusionados, el primero redondeado y el segundo en forma puntiaguda. Ausencia de setas en la región dorso molar y presencia de setas oscuras cortas en el margen externo de ambas mandíbulas.

Complejo hipofaríngeal: Sin esclerotizar (donde se abre el tubo digestivo Fig. 3I) ubicado ventralmente debajo de las mandíbulas (Fig. 3G). Maxila con palpos y galea bien diferenciados. Presencia de dos palpos maxilares en posición lateral (Fig. 3H y Fig. 3J), compuestos por cinco artejos, el segundo dos veces más ancho que el primero y así sucesivamente, cumplen un papel importante al llevar la comida hacia la faringe, gracias a su capacidad retráctil que le permite sacar sus palpos más allá de sus mandíbulas. Galea en forma de pequeñas espinas que surgen de los palpos maxilares. Submentón (labio) en vista ventral: esclerotizado parcialmente, margen anterior recto diferente a *Leptonema*, con pocas setas largas, un área promedio de $0.1 (\pm 0.01 \text{ mm}^2)$, longitud de la base promedio de $0.5 (\pm 0.01 \text{ mm})$ y en la región media con un largo promedio de $0.2 (\pm 0.01 \text{ mm})$, con capacidad de movimiento, el cual le permite cerrarse y proteger el complejo hipofaríngeal (Fig. 3K). Submentón y maxila

están fuertemente fusionados (formando un labio maxilar), con setas de distintos tamaños y grososres.

Comparación morfológica entre *Leptonema* y *Smicridea*: El análisis de componentes principales en el primer eje explicó un 66.9 % de la varianza y el segundo un 18.1 %. Este ACP permitió detectar las métricas (variables) que aportan mayormente a la variación de los datos: área de la cabeza (AC), ancho de la cabeza 3 (ANC3), largo de la cabeza 2 (LC2), largo de la mandíbula izquierda 1 (LMI1), largo de la mandíbula izquierda 3 (LMI3), largo de la mandíbula derecha (LRMD), ancho de la mandíbula derecha (ANMD), lado de la mandíbula derecha 1 (LMD1), lado de la mandíbula derecha 3 (LMD3), largo del labrum inferior 1 (LRLI1), largo del labrum inferior medio (LRLIM). Dichas variables se usaron en la prueba de Hotelling, la cual corroboró las diferencias significativas entre los géneros ($F=81.775$, $p<0.05$). En la figura 4 se muestra un diagrama de caja y bigote donde se comparan las métricas cefálicas.

La variable AC presentó diferencias significativas entre ambos géneros ($t\text{-test}=16.08$, $p<0.05$); al igual que LC2, LMI1, LRMD, LMD1, LRLIM (U-Mann Withney, $p<0.05$). Mientras que ANC3, LMI3, ANMD, LMD3, LRLI1 no evidenciaron diferencias entre los géneros (U-Mann Withney, $p>0.05$).

Dietas: En general, la dieta de ambos géneros se caracterizó por estar compuesta mayoritariamente por MOPG, seguida de

MOPF y finalmente TPV. Los RA, las MCR y los HN se observaron en una menor proporción (Cuadro 2). En *Leptonema* se encontró MOPF, MOPG y TPV, con 32 %, 38 % y 24 %, respectivamente. Mientras que en *Smicridea* se halló MOPF, MOPG y TPV, con 38 %, 34 % y 20 %. El Análisis Discriminante de Hotelling mostró diferencias significativas en la dieta de estos géneros ($F=8.8298$, $p<0.05$).

En el contenido estomacal de *Smicridea* se identificaron varias microalgas, dentro de las cuales se destacan diatomeas céntricas como *Melosira* (Melosirales, Fig. 5A), y diatomeas pennadas del género *Synedra*, *Pinnularia* y *Navicula* (Fig. 5B). Así mismo, también se observó tejidos de plantas vasculares (Fig. 5C), MOPF (Fig. 5D), MOPG (Fig. 5E) y restos de animales pertenecientes a larvas de *Simulium* (Fig. 5F). Por otra parte, en los intestinos de *Leptonema* se encontró diatomeas céntricas del género *Melosira* (Fig. 5G), tejidos de plantas vasculares (Fig. 5H), MOPF (Fig. 5I), MOPG (Fig. 5J) y restos de animales, que corresponden a una mandíbula de *Chimarra* (Trichoptera: Philopotamidae) (Fig. 5K) y una parte del abdomen de un efemeróptero (Fig. 5L).

DISCUSIÓN

En general, la estructura morfológica de las piezas bucales de *Smicridea* fue similar a las descripciones presentadas por Duque (2009), con excepción de larvas de *Smicridea* (*Rhyacophylax*) *appendiculata*, quien presentó diferencias notorias en la coloración y forma de las mandíbulas (seis dientes). Las larvas

CUADRO 2
Contenido estomacal en porcentaje y tallas promedio para *Leptonema* y *Smicridea*

TABLE 2
Stomach contents percentage and average size for *Leptonema* and *Smicridea*

Género	No ind. analizados	LT (mm) ± DE	RA	TPV	MCR	HN	MOPG	MOPF
<i>Leptonema</i>	8	16.49±1.59	1.06	24.05	2.93	0.66	38.35	32.93
<i>Smicridea</i>	7	15.71±1.22	1.19	20.67	4.67	0.68	34.05	38.78

*Abreviaturas: LT= longitud total expresada en mm con una desviación estándar (DE), RA= restos animales, TPV= tejido de plantas vasculares, MCR= microalgas, HN= hongos, MOPG= materia orgánica particulada gruesa y MOPF= materia orgánica particulada fina.

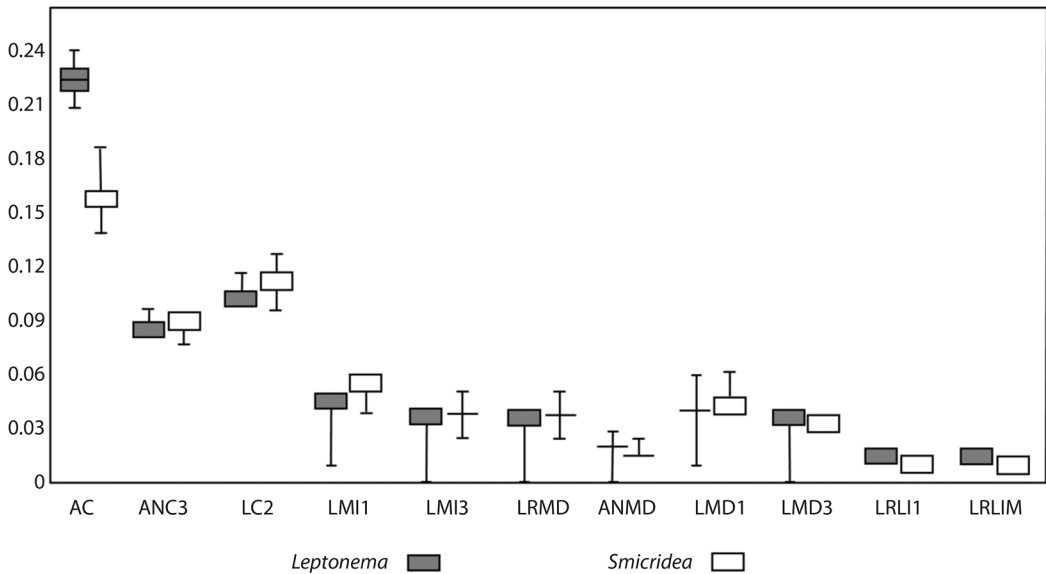


Fig. 4. Diagrama de cajas y bigotes donde se compara las variables morfológicas entre los géneros *Leptonema* y *Smicridea*: AC: área de la cabeza, ANC3: ancho de la cabeza 3, LC2: largo de la cabeza 2, LMI1: largo de la mandíbula izquierda 1, LMI3: largo de la mandíbula izquierda 3, LRMD: largo de la mandíbula derecha, ANMD: ancho de la mandíbula derecha, LMD1: lado de la mandíbula derecha 1, LMD3: lado de la mandíbula derecha 3, LRLI1: largo del labrum inferior 1, LRLIM: largo del labrum inferior medio.

Fig. 4. Box and whisker diagram where different morphological variables compared between *Leptonema* and *Smicridea* genera. AC: head area, ANC3: head width 3, LC2: long head 2, LMI1: long the left mandible 1, LMI3: along the left mandible 3, LRMD: along the right mandible, ANMD: width of the right mandible, LMD1: right side of the mandible 1, LMD3: right side of the mandible 3, LRLI1: long the lower labrum 1, LRLIM: long the middle lower labrum.

de este estudio, presentaron en la mandíbula izquierda ocho dientes y en la derecha seis. Por otro lado, las descripciones de *Leptonema* en este estudio, coinciden en su mayoría con las realizadas por Muñoz (1999) en Costa Rica y Nessimian y Dumas (2010) en Brasil, quienes caracterizaron la cabeza, el labrum, el complejo hipofaríngeal y las mandíbulas. No obstante, en este estudio, la mandíbula izquierda presentó un penacho de setas en la región dorsomolar en vista dorsal y ocho dientes, a diferencia de las evaluadas en Brasil y Costa Rica, que carecen de este penacho y presentan siete dientes en la mandíbula izquierda.

Spänhoff, Schulte, Alecke, Kaschek y Meyer (2003) revisaron la morfología del aparato bucal y los hábitos alimentarios de *Lype phaeopa* (Trichoptera, Psychomyiidae) y se evidenció diferencias a este estudio en la esclerotización del labrum, que no se encontró en

Leptonema y *Smicridea*. Esto se puede explicar a partir de que *L. phaeopa* raspa las capas superficiales de madera, para lo cual necesita estructuras fuertes. En relación al estudio morfométrico del aparato bucal, no se encontró trabajos relacionados para ninguno de los géneros *Leptonema* y *Smicridea*. Solo en una descripción taxonómica hecha por Springer (2010), en donde se hace referencia a que *Smicridea* presenta una cabeza cuadrada y *Leptonema* una cabeza alargada (que se hace más ancha en la región posterior), coincide con los resultados de la morfometría de los organismos evaluados en el estudio.

Por otra parte Bournaud, Tachet y Perrin (1982) implementaron dos criterios de identificación: la descripción morfológica y las características de coloración, con el fin de registrar nuevas especies de Hydropsychidae, esto debido a la complejidad que se tenía

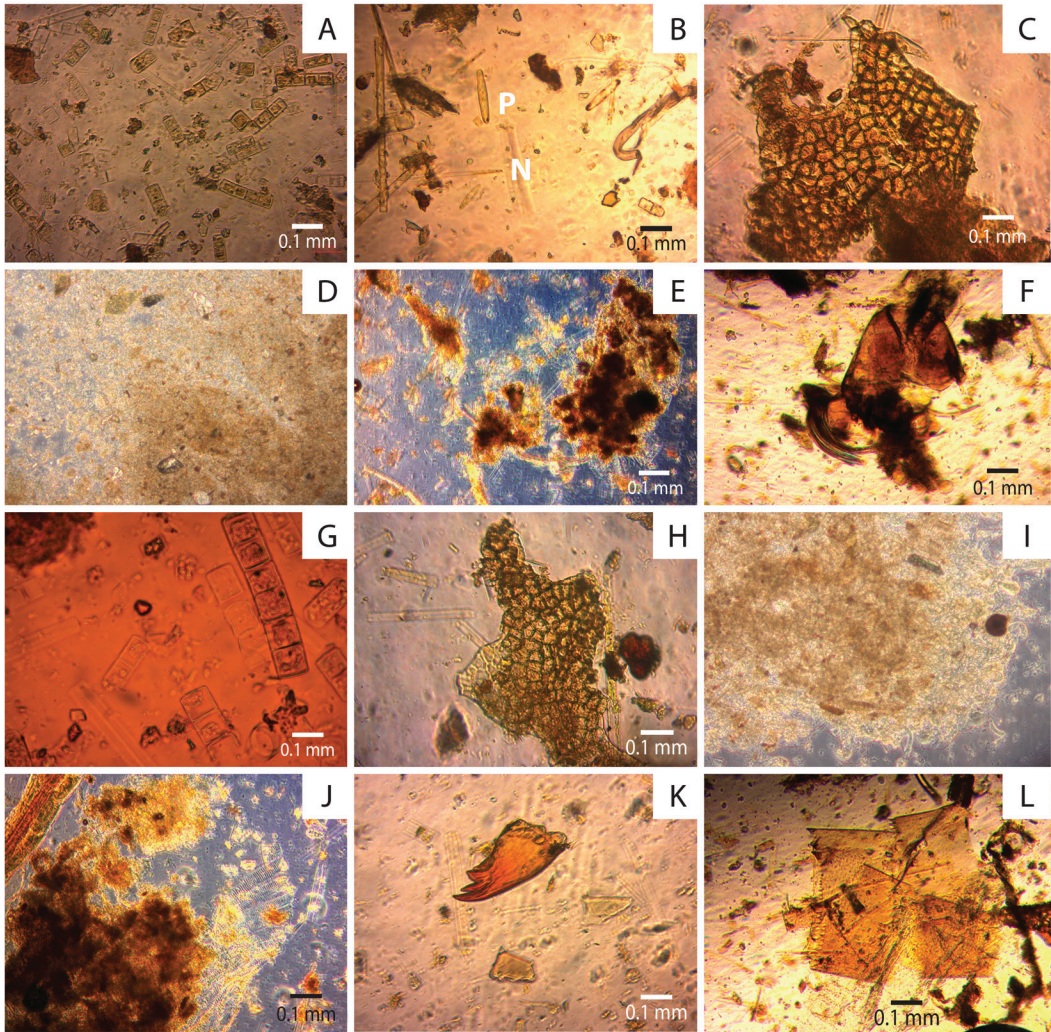


Fig. 5. Smicridea: **A)** Microalga (*Melosira* sp.) (40x). **B)** Microalga (*Synedra* sp. (S); *Pinnularia* sp. (P) y *Navicula* sp. (N)) (20x). **C)** tejido de plantas vasculares (40x). **D)** materia orgánica particulada fina (MOPF) (20x). **E)** materia orgánica particulada gruesa (MOPG) (20X). **F)** restos animales (*Simulium*) (40x). Ítems encontrados en los intestino de *Leptonema*: **G)** Microalga (*Melosira* sp.) (40x). **H)** tejido de plantas vasculares (40x). **I)** materia orgánica particulada fina (MOPF) (20x). **J)** materia orgánica particulada gruesa (MOPG) (20X). **K)** mandíbula de *Chimarra* y **L)** abdomen de un efemeróptero (40x). **Fig. 5. Smicridea.** **A)** microalgae (*Melosira* sp.) (40x). **B)** microalgae [*Synedra* sp. (S); *Pinnularia* sp. (P) and *Navicula* sp. (N)] (20x). **C)** vascular plant tissue (40x). **D)** fine particulate organic matter (MOPF) (20x). **E)** coarse particulate organic matter (MOPG) (20X). **F)** animal remains (*Simulium*) (40x). Items found in the gut of *Leptonema*: **G)** microalgae (*Melosira* sp.) (40x). **H)** vascular plant tissue (40x). **I)** fine particulate organic matter (MOPF) (20x). **J)** coarse particulate organic matter (MOPG) (20X). **K)** mandible *Chimarra*. **L)** Abdomen of an ephemeroptera (40x).

para su determinación. Algunas características morfológicas tenidas en cuentas fueron: forma del borde delantero de la apótoma frontoclipeal, forma de apótoma, forma de la cabeza (relación entre anchura y longitud) y forma submentón. A partir de esto, lograron identificar siete

especies de Hydropsychidae, la implementación de las descripciones morfológicas y las características de coloración contrastan con las descripciones de este estudio, donde se tuvieron en cuenta otras estructuras como mandíbulas, labrum y complejo hipofaríngeal.

Para Toro, Manriquez y Suazo (2010), la morfología en sus inicios se centró en las descripciones de estructuras observadas como sus dimensiones y sus formas. La estructura podía ser descrita minuciosamente, pero no podría ser analizada cuantitativamente, en el actual estudio se describieron las estructuras cefálicas cualitativamente, así como también cuantitativamente. La morfometría es una importante herramienta para la evaluación objetiva de las variaciones de forma.

Con relación a la dieta, los mayores ítems consumidos fueron MOPF y MOPG para ambos géneros, que representaron las principales fuentes energéticas (Granados, 2013; Guzmán-Soto & Tamaris-Turizo, 2014). Gran parte de la MOPF se genera por la descomposición de la MOPG como lo expresa Allan y Castillo (2007). Este constituye un elemento permanente y debido a su alta disponibilidad en los ecosistemas lóticos explicaría su presencia con frecuencia en los contenidos estomacales de los géneros estudiados (Tomanova et al., 2006), como se presenta en el actual estudio con los géneros *Leptonema* y *Smicridea*. Los organismos evaluados de ambos géneros evidenciaron una preferencia de por lo menos tres ítems alimentarios, en función de las altas proporciones promedio observadas implicando que ninguno de los individuos presentó una dieta exclusiva, lo que concuerda con diferentes autores al respecto, quienes consideran a los insectos acuáticos como oportunistas al presentar una heterogeneidad en los ítems alimentarios (Motta & Uieda, 2004; Merritt et al., 2008). Reynaga (2009) y Rodríguez et al. (2014) manifiestan que el género *Smicridea* parecería tener un rol depredador de invertebrados procedentes de la deriva, lo que puede explicar la presencia de restos de larvas de *Simulium* en sus intestinos. *Smicridea* y *Leptonema* habitan en refugios creados por ellos mismos, y se alimentan de las partículas que adhieren en la red que forman, por lo cual no se podrían considerar como depredadores. En efecto Ramírez y Gutiérrez-Fonseca (2014), los clasifican como filtradores.

En el análisis discriminante de Hotelling aplicado a la composición de la dieta mostró diferencias entre ambos géneros, a pesar de que consumen los mismos recursos como la MOPG, MOPF y TPV. Lo que sugiere que las proporciones del perfil dietario difieren entre ambos. Para Tomanova et al. (2006) pueden encontrarse diferencias en las proporciones de ingestas las cuales podrían estar vinculadas a una alta o baja disponibilidad del recurso en el medio. Este criterio puede estar asociado a que las larvas de los géneros *Leptonema* y *Smicridea* construyen redes finas en las corrientes de agua con materiales orgánicos y minerales con las que filtrar el agua (Merritt et al., 2008) o bien pueden ubicarse en las grietas de las piedras (Duque, 2009). Dichos estudios han permitido reconocer aspectos de la biología de estos organismos. En todo caso, es necesario evaluar la disponibilidad de los recursos y las diferencias morfológicas de las piezas cefálicas de estos géneros para poder llegar a dichas afirmaciones.

Los escasos estudios de morfometría y análisis de contenido estomacal que se han realizado para *Leptonema* y *Smicridea* en América no incluyen a ambos géneros simultáneamente, por el contrario la generalidad corresponde a evaluaciones de manera individual. A pesar de que son géneros diferentes en la morfología de sus pizas bucales, en vista general son muy similares. En este estudio se hizo una comparación entre ambos géneros que sugieren diferencias en la eficiencia de reciclaje de la materia como recurso disponible en el ambiente, cuyo tema puede ser planteado en futuros estudios que aborden un nivel taxonómico de especie y observaciones de los organismos vivos con diferencias en la disponibilidad de recursos alimentarios bajo condiciones controladas. Por otra parte, se puede tener en cuenta las piezas bucales a la hora de identificar ambos géneros.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo brindado por el Laboratorio de Entomología de la Universidad del Magdalena. A Tania Karelys

Franco por su valiosa asesoría en la toma de fotos. A Yesely Hurtado por el apoyo en campo.

RESUMEN

Los géneros *Leptomea* y *Smicridea* pertenecen a la familia Hydropsychidae y constituyen uno de los grupos más importantes en la dinámica de nutrientes en los ecosistemas acuáticos tropicales, cuya diversidad de microhábitats es aprovechada por las larvas de estos géneros. Sin embargo, se dispone de escasa información que describa y compare las piezas bucales entre ambos géneros y su posible relación con la dieta. El objetivo de este trabajo fue describir la morfología de las piezas bucales y los hábitos alimentarios de ambos géneros en la cuenca media del río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia). Las muestras se recolectaron mensualmente con una red Surber entre octubre y diciembre 2014 y mayo 2015. Se utilizó el Software Zen Blue© para las estimaciones morfométricas de las piezas cefálicas, utilizando 15 larvas por género. Las medidas se tomaron sobre fotografías obtenidas de una cámara AxioCam ERc5s ajustada a un estereoscopio Nikon SMZ 745T. Para la descripción detallada de las piezas cefálicas, se usó un microscopio-estereoscopio Leica M205A. Se evaluaron los hábitos alimentarios de 15 individuos en total, mediante el análisis de contenido estomacal. Se aplicó un análisis discriminante de Hotelling a las medidas morfométricas. Se encontraron diferencias significativas en el área de la cabeza (AC), el ancho de la cabeza (ANC3), largo de la cabeza (LC2) y largo de la mandíbula izquierda (LMI1). En la descripción morfológica se hallaron diferencias en: cabeza, labrum y submentón. Mediante el análisis del contenido estomacal se realizaron los perfiles dietarios para ambos géneros y se detectó que los ítems con mayor porcentaje para *Leptonema* fueron MOPG (38 %) y MOPF (32 %) y para *Smicridea*, MOPF (38 %) y MOPG (34 %), con diferencias significativas ($F = 8.8298$, $p < 0.05$). Este estudio indica que los individuos evaluados consumen una amplia variedad de recursos y la diferencia entre la dieta de ambos géneros puede estar relacionada con las diferencias morfológicas detectadas.

Palabras clave: insectos acuáticos, morfometría, contenido estomacal, aparato bucal, ítem alimentario.

REFERENCIAS

Allan, J., & Castillo, M. (2007). *Stream Ecology. Structure and function of running waters*. Dordrecht: Springer.

Angrisano, E., & Korob, P. G. (2001). Trichoptera. In H. R. Fernández & E. Domínguez (Eds.), *Guía para la Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos* (pp. 55-92). Tucumán, Argentina: Editorial Universitaria de Tucumán.

Angrisano, E., & Sganga, J. (2009). Trichoptera. En E. E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds.), *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. Sistemática y Biología* (pp. 255-308). Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.

Bournaud, M., Tachet, H., & Perrin, J. (1982). Les Hydropsychidae (Trichoptera) Du Haut-Rhone Entre Geneve Et Lyon. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 18(1), 61-80. Recuperado de <http://www.limnology-journal.org/articles/limn/pdf/1982/01/limn1982181p61.pdf>

Chará, A., Chará, J., Zúñiga, M., Pearson, R., & Boyero, L. (2012). Diets of leaf litter-associated invertebrates in three tropical streams. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 48(2), 139-144. doi: 10.1051/limn/2012013

Darrigran, G., Vilches, A., Legarralde, T., & Damborenea, C. (2007). *Guía para el estudio de macroinvertebrados: Métodos de colecta y técnicas de fijación*. Buenos Aires, Argentina: ProBiota-FCN & M-UNLP.

Duque, J. (2009). *Taxonomía do gênero Smicridea McLachlan (Trichoptera: Hydropsychidae) de três estados da Amazônia* (Tesis de Mestre). Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas.

Frayter, V., Pabón, R., & Valero, O. (2000). *Plan de manejo integral de la cuenca hidrográfica del río Gaira* (Tesis de pregrado). Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.

Granados, C. (2013). *Análisis de la dieta de los macroinvertebrados bentónicos en un gradiente altitudinal de la cuenca del río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta - Colombia)* (Tesis de Maestría). Universidad del Zulia, Zulia, Venezuela.

Guerrero, R., & Sarmiento, C. (2010). Distribución altitudinal de hormigas (Hymenoptera, Formicidae) en la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). *Acta Zoológica Mexicana*, 26(2), 279-302. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v26n2/v26n2a3.pdf>

Guerrero, F., Manjarrés, A., & Núñez, N. (2003). Los macroinvertebrados bentónicos de pozo azul (cuenca del río Gaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua. *Acta Biológica Colombiana*, 8(2), 43-55.

Guzmán-Soto, C., & Tamaris-Turizo, C. (2014). Hábitos alimentarios de individuos inmaduros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en la parte media de un río tropical de montaña. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 169-178.

Huamantínco, A., & Nessimian, J. (2000). Variation and life strategies of the Trichoptera (Insecta) larvae community in a first order tributary of the Paquequer river, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 60(1), 73-82. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71082000000100010>



- Merritt, R. M., Cummins, K. W., & Berg, M. B. (2008). *An introduction to the aquatic invertebrates of North America*. Dubuque, Estados Unidos: Kendall Hunt.
- Motta, R., & Uieda, V. (2004). Diet and trophic groups of an aquatic insect community in a tropical stream. *Brazilian Journal of Biology*, 64(4), 809-817. doi: 10.1590/S1519-69842004000500010
- Muñoz, F. (1999). El género *Leptonema* (Trichoptera: Hydropsychidae) en Costa Rica, con la descripción de una nueva especie. *Revista de Biología Tropical*, 47(4), 959-1006.
- Nessimian, J., & Dumas, L. (2010). Description of the immature stages of *Leptonema tridens* (Insecta: Trichoptera: Hydropsychidae) from southeastern Brazil with notes on its biology. *Zoologia*, 27(3), 465-471. doi: 10.1590/S1984-46702010000300021
- Pes, A. (2005). Taxonomia, estrutura e riqueza das assembléias de larvas e pupas de Trichoptera (Insecta), em igarapés na Amazônia Central (Tese de doutorado). Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. En J. Duque. 2009. *Taxonomia do gênero Smicridea McLachlan* (Trichoptera: Hydropsychidae) de três estados da Amazônia (Tesis de Mestre). Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas.
- Posada, J., & Roldán, G. (2003). Illustrated key for the larvae of Trichoptera in the northwest of Colombia. *Caldasia*, 25(1), 169-192. Recuperado de <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/viewFile/39407/41298>
- R Development Core Team. (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Viena, Austria. Recuperado de <http://www.R-project.org/>
- Ramírez, A., & Gutiérrez-Fonseca, P. E. (2014). Functional feeding groups of aquatic insect families in Latin America: a critical analysis and review of existing literature. *Revista de Biología Tropical*, 62(Suppl. 2), 155-167.
- Reynaga, M. C. (2009). Hábitos alimentarios de larvas de Trichoptera (Insecta) de una cuenca subtropical. *Ecología Austral*, 19(3), 207-214. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/ecoaus/v19n3/v19n3a04.pdf>
- Rodríguez, V., Gracia, V., & Peña, B. (2014). Familias y géneros de larvas de Trichoptera en los ríos de la provincia de Veraguas y su clasificación trófica en grupos alimenticios funcionales. *Tecnociencia*, 16(2), 33-53.
- Springer, M. (2010). Capítulo 7: Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 151-198. Recuperado de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v58s4/a07v58s4.pdf>
- Springer, M., Serrano, L., & Zepeda, J. (2010). *Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del Orden Trichoptera*. En J. M. Sermeño Chicas (Ed.), *Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador; utilizando insectos acuáticos* (pp. 6-48). San Salvador, El Salvador: Universitaria UES.
- Spänhoff, B., Schulte, U., Alecke, C., Kaschek, N., & Meyer, E. (2003). Mouthparts, gut contents, and retreatconstruction by the wood-dwelling larvae of *Lype phaeopa* (Trichoptera, Psychomyiidae). *European Journal of Entomology*, 100(4), 563-570. doi: <http://dx.doi.org/10.14411/eje.2003.085>
- Tamaris-Turizo, C. E., Rodríguez-Barrios, J., & Ospina-Torres, R. (2013). Deriva de macroinvertebrados acuáticos a lo largo del río Gaira, vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Caldasia*, 35(1), 149-163.
- Tomanova, S., Goitia, E., & Helesic, J. (2006). Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. *Hydrobiologia*, 556, 251-264. doi: 10.1007/s10750-005-1255-5
- Toro, M., Manriquez, G., & Suazo, I. (2010). Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *International Journal of Morphology*, 28(4), 977-990.
- Valladolid, M., Martínez, J., & Arauzo, M. (2007). Los Hydropsychidae (Insecta: Trichoptera) del río Oja (La Rioja, España). *Limnetica*, 26(1), 199-208.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. (1980). The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37, 130-137.
- Wiggins, G. B. (2004). *Caddisflies. The Underwater Architects*. Toronto, Canada: University of Toronto Press.