

Composition and Distribution of the Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera Orders (Insecta) in Rivers of Sierra Nevada of Santa Marta, Colombia

Gustavo Rúa García
Universidad del Magdalena

César Tamaris Turizo
Universidad del Magdalena

María del Carmen Zúñiga
Universidad del Valle

Received: June 24, 2015

Accepted: October 13, 2015

Pag. 11-29

Abstract

Four rivers located on different flanks of the Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) were studied to evaluate the composition and distribution of the immature stages of the orders Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera (EPT). The rivers Gaira, Tucurínca, Guatapurí, and Rancherías were analyzed between June 2009 and November 2010 with emphasis on their mid-altitude segments, and the relationships between the entomofauna and biotic and abiotic parameters. Immature specimens were captured using Surber and triangular nets, along with manual collections. A total of 3,859 immature individuals were collected, corresponding to 16 families and 32 genera. Trichoptera was the order with the largest number of genera (68.5%), while Ephemeroptera was the most abundant order (48.2%). *Smicridea* (Trichoptera) (18.6%), *Tricorythodes* (Ephemeroptera) (15.8%), and *Anacroneuria* (Plecoptera) (15.1%) were the genera with the leading number of individuals. The microhabitats of gravel and leaves reported the highest abundance of the EPT (35.8% and 35.3%, respectively). The Guatapurí river reported the highest level of diversity and presence of genera ($S = 24$; $H' = 2.39$), while the Gaira river reported the lowest level ($S = 15$, $H' = 1.84$). New findings of *Metrichia*, *Mortoniella*, and *Protoptila* (Trichoptera) were reported for the SNSM region. In addition, new findings of *Americabaetis*, *Mayobaetis*, *Nanomis*, and *Terpides* (Ephemeroptera) indicate an increase in the distribution of these genera to the Guatapurí, Rancherías, and Tucurínca rivers. Similarly, an increase in the distribution of *Zumatrichia* and *Leucotrichia* (Trichoptera) was reported for these genera with new findings in the Tucurínca River.

Keywords: Aquatic insects, benthic macroinvertebrates, Colombian Caribbean.

Composición y distribución de los ordenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (Insecta) en ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

Resumen

Cuatro ríos localizados en diferentes flancos de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) fueron analizados para conocer la composición y distribución de los estados inmaduros de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT). Los ríos Gaira, Tucurínca, Guatapurí y Rancherías, se evaluaron entre junio de 2009 y noviembre de 2010, con énfasis en su parte media y las relaciones entre la entomofauna y parámetros bióticos y abióticos. Los organismos se recolectaron con red Surber, red triangular y colecta manual. Se encontraron 3859 individuos agrupados en 16 familias y 32 géneros. Trichoptera presentó la mayor riqueza de géneros (68,5%) y Ephemeroptera fue el más abundante (48,2 %). *Smicridea* (Trichoptera) (18,6%), *Tricorythodes* (Ephemeroptera) (15,8%) y *Anacroneuria* (Plecoptera) (15,1%) registraron el mayor número de individuos. Los

microhábitats grava y hojarasca evidenciaron las mayores abundancias de los EPT (35,8% y 35,3% respectivamente). El río Guatapurí registró la mayor riqueza de géneros y de diversidad ($S=24$; $H'=2,39$), mientras el río Gaira, mostró el menor nivel ($S=15$; $H'=1,84$). *Metrichia*, *Mortoniella* y *Protoptila* (Trichoptera) son nuevos registros para la región de la SNSM y se amplía la distribución de *Americabaetis*, *Mayobaetis*, *Nanomis* y *Terpides* (Ephemeroptera) para los ríos Guatapurí, Rancherías y Tucurín y de *Leucotrichia* y *Zumatrichia* (Trichoptera) para el río Tucurín.

Palabras clave: Insectos acuáticos, macroinvertebrados bentónicos, Caribe colombiano

1 Introducción

En las últimas décadas se ha despertado gran interés por conocer la fauna que habita en los ambientes lóticos, ya que éstos hacen parte de uno de los ecosistemas más afectados negativamente por acción antrópica. En estos ambientes los macroinvertebrados presentan alta abundancia y diversidad y pueden colonizar casi cualquier microambiente acuático [55]. Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT), en general, son los órdenes más representativos de la entomofauna que hace parte de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y poseen buen potencial como indicadores del estado ecológico del hábitat y la calidad del agua, además de cumplir un papel importante en los ciclos de nutrientes y transferencia de energía de estos ecosistemas [41, 54].

El orden Ephemeroptera es considerado un grupo pequeño conformado por alrededor de 3000 especies registradas en 400 géneros y 42 familias [5]. El Neotrópico es una de las regiones biogeográficas donde este componente es muy abundante y diverso [5, 13]. En Colombia la fauna de Ephemeroptera se cataloga en nueve familias, 53 géneros y alrededor de 75 especies. Este registro corresponde al 64.3% de las familias, 53% de los géneros y 16.7% de las especies conocidas para Sur América [12, 13]. Baetidae, Leptophlebiidae y Leptohyphidae son las familias más abundantes y diversas y la región natural andina es la que cuenta con el mayor número de registros específicos [12, 41, 52]. Sin embargo, a pesar de ser de amplia la distribución en diferentes tipos de ecosistemas, los aspectos taxonómicos del grupo están incompletos, particularmente a nivel de imágos, ya que en la región reciben mayor atención los estados inmaduros y sólo se conoce la asociación, entre los estados inmaduros y sus correspondientes adultos, de alrededor del 20% de las especies conocidas [12, 13]. Las ninfas colonizan diferentes microhábitats del sistema acuático y viven en aguas limpias y bien oxigenadas, aunque algunas especies pueden tolerar cierto grado de contaminación orgánica, razón por la cual los efemerópteros hacen parte de uno de los grupos de la entomofauna acuática de mayor utilización en evaluaciones ambientales sobre la calidad del agua y el hábitat [41, 54].

El orden Plecoptera también es un grupo relativamente pequeño y primitivo de insectos hemimetábolos, con cerca de 3200 especies conocidas y agrupadas en 16 familias. Se distribuye en todos los continentes, excepto en la Antártida. En Sur América se registran seis familias catalogadas en 47 géneros y las familias de mayor diversidad y distribución son Perlidae y Gripopterygidae [44, 55]. Estas dos familias también representan la fauna de Plecoptera conocida en Colombia [55]. Perlidae registra los géneros *Anacroneuria*, *Klapalekia* y *Macrogynoplax*, pero *Anacroneuria* es dominante con 61 especies citadas en un amplio rango geográfico y altitudinal (50 a 3600 msnm), prioritariamente en la región natural andina (70.0%). *Klapalekia* es un género monotípico, citado para una única

localidad en los Andes orientales de la Sabana de Bogotá y *Macrogynoplax* se ubica en tierras bajas de la región amazónica. *Claudioperla* (Gripopterygidae) se conoce solo en dos localidades de alta montaña en Tolima y Nariño, entre 3050 y 3600 msnm [6, 55, 56].

Los estados inmaduros o ninfas de Plecoptera se desarrollan en diferentes microhábitats acuáticos, pero con preferencia en lechos pedregosos, zonas de rápidos y ambientes bien oxigenados [44]. Son un componente importante de la entomofauna de ecosistemas dulceacuícolas, cumplen un rol ecológico destacado en la descomposición y recirculación de nutrientes, además de contribuir en la red trófica como alimento de otros insectos y vertebrados. Presentan alta sensibilidad a la contaminación por enriquecimiento de materia orgánica residual y la degradación del hábitat, razón por la cual son útiles en las valoraciones ambientales de los recursos hídricos y la calidad del agua [41, 54]. Los trabajos realizados especialmente durante la última década han contribuido a incrementar el conocimiento de la diversidad y la distribución del orden en el país. Sin embargo, únicamente alrededor del 10% de las 350 especies conocidas de este género dominante en el Neotrópico se encuentran asociadas con su correspondiente estado adulto [44, 55].

El orden Trichoptera se conoce en una amplia variedad de ecosistemas acuáticos en todas las regiones biogeográficas, excepto la Antártida. Se registran tres subórdenes, 40 familias y alrededor de 13500 especies a nivel mundial [28, 32]. De igual manera que Ephemeroptera y Plecoptera, Trichoptera forma parte de los grupos de la entomofauna de amplia utilización como bioindicadores de la calidad del agua y en diferente tipo de estudios taxonómicos y ecológicos en Colombia [3, 41]. A pesar de ser un orden de amplia distribución, abundancia y riqueza en los ambientes acuáticos, su conocimiento taxonómico, de distribución y ecológico es incompleto y los trabajos están centrados prioritariamente en las formas inmaduras, con poca información acerca de los individuos adultos [33, 34].

Con excepción de la región natural Andina, el resto de regiones naturales en el país poseen poca información por la falta de recolectas de campo, colecciones de referencia e inventarios [55]. En Colombia se conocen 208 especies de Trichoptera, distribuidas en 13 familias y 45 géneros. Hydropsychidae es la familia con mayor distribución y diversidad, seguida de Leptoceridae e Hydroptilidae [33, 34]. Las formas inmaduras ocupan diferentes microhábitats y desempeñan un papel trófico fundamental en los ecosistemas acuáticos como fragmentadores y depredadores de otros grupos y participan en el reciclaje de nutrientes y como alimento de otros organismos [37, 43, 49]. Sin embargo, la asociación de los estados inmaduros y sus correspondientes estados adultos, aún es desconocida para la gran mayoría de las especies registradas en el país [34].

Entre los trabajos sobre diferentes aspectos relacionados con la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en corrientes hídricas del macizo montañoso de la Sierra Nevada de Santa Marta, se citan los siguientes: en el río Gaira, Guerrero-Bolaño et al. [23], realizaron una caracterización espacial de estos grupos; Guzmán-Soto y Tamaris-Turizo [26] evaluaron los hábitos alimentarios de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera y Tamaris-Turizo et al. [46] analizaron las preferencias del microhábitat para los estados inmaduros de *Anacroneuria* (Plecoptera) y, mediante análisis de contenido estomacal, las relaciones tróficas de estas ninfas. Rodríguez-Barrios et al. [40] caracterizaron los

grupos funcionales y Tamaris et al. [47] estudiaron la derivación de la entomofauna en un gradiente altitudinal. En el río Manzanares, Escobar [16] y Serna et al. [42] estudiaron el orden Trichoptera y su relación con la calidad del agua. Finalmente, Manjarrez y Manjarrez [30] aportaron información sobre la composición de los macroinvertebrados acuáticos en otras corrientes también ubicadas en la vertiente noroccidental de las SNSM, flanco que ha recibido mayor atención por parte de los limnólogos interesados en esta región.

Con el fin de contribuir al conocimiento de los EPT en los ríos de la SNSM que tienen menos información disponible, el presente trabajo busca conocer la estructura y composición de las formas inmaduras de los géneros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en la parte media de cuatro ríos distribuidos en los diferentes flancos de este macizo montañoso (Gaira, Tucurínca, Guatapurí y Rancherías), al igual que su distribución en los microhábitats grava, hojarasca, macrófitas y piedra y su relación con algunas variables físicas y químicas del agua.

2 Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

El presente estudio fue realizado en las cuencas medias de cuatro corrientes hídricas ubicadas entre 500 y 1110 metros sobre el nivel del mar (msnm) en diferentes flancos de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), en la región caribe de Colombia. La SNSM es un sistema montañoso aislado de la cordillera de los Andes y presenta características geomorfológicas particulares que favorecen una alta riqueza y diversidad de flora y fauna, única en el país [19]. En este macizo montañoso nacen más de 18 cuencas hidrográficas que irrigan a los departamentos del Cesar, La Guajira y Magdalena, dando lugar a condiciones paisajísticas y climáticas especiales y ambientes propicios para la colonización de los macroinvertebrados acuáticos [19]. Las corrientes y las estaciones de muestreo seleccionadas en este trabajo se detallan a continuación (Figura 1).

Figura 1: Ubicación de las cuatro estaciones de muestreo en la Sierra Nevada de Santa Marta.



Estación No 1. Denominada “La Victoria”, corresponden al río Gaira (departamento del Magdalena, municipio de Santa Marta), en el flanco noroccidental de la SNSM, ubicada a $11^{\circ} 07' 4''$ N y $74^{\circ} 05' 36''$ O y a una altitud de 900 msnm.

Estación No 2 “Tucurinca”. Se ubica en el río Tucurinca (departamento de Magdalena, municipio de Aracataca) en el sector suroccidental a $10^{\circ} 41' 16,3''$ N y $74^{\circ} 01' 29,3''$ O y 500 msnm.

Estación No 3 -“Guatapurí”. Se localiza en el río Guatapurí (departamento del Cesar, municipio de Chemesquemena) y corresponde al lado suroriental, a $10^{\circ} 43' 7,7''$ N y $73^{\circ} 24' 05''$ O y 1100 msnm.

Estación No 4 -“Caracolí”. Corresponde al río Rancherías (departamento de la Guajira, municipio de Caracolí), ubicada en el flanco nororiental y a $10^{\circ} 57' 13,6''$ N y $73^{\circ} 03' 15,6''$ O y una altitud de 480 msnm.

En cada estación se realizaron dos muestreos entre junio de 2009 y noviembre de 2010, durante los meses en los que se presentaron precipitaciones intermedias (Figura 2).

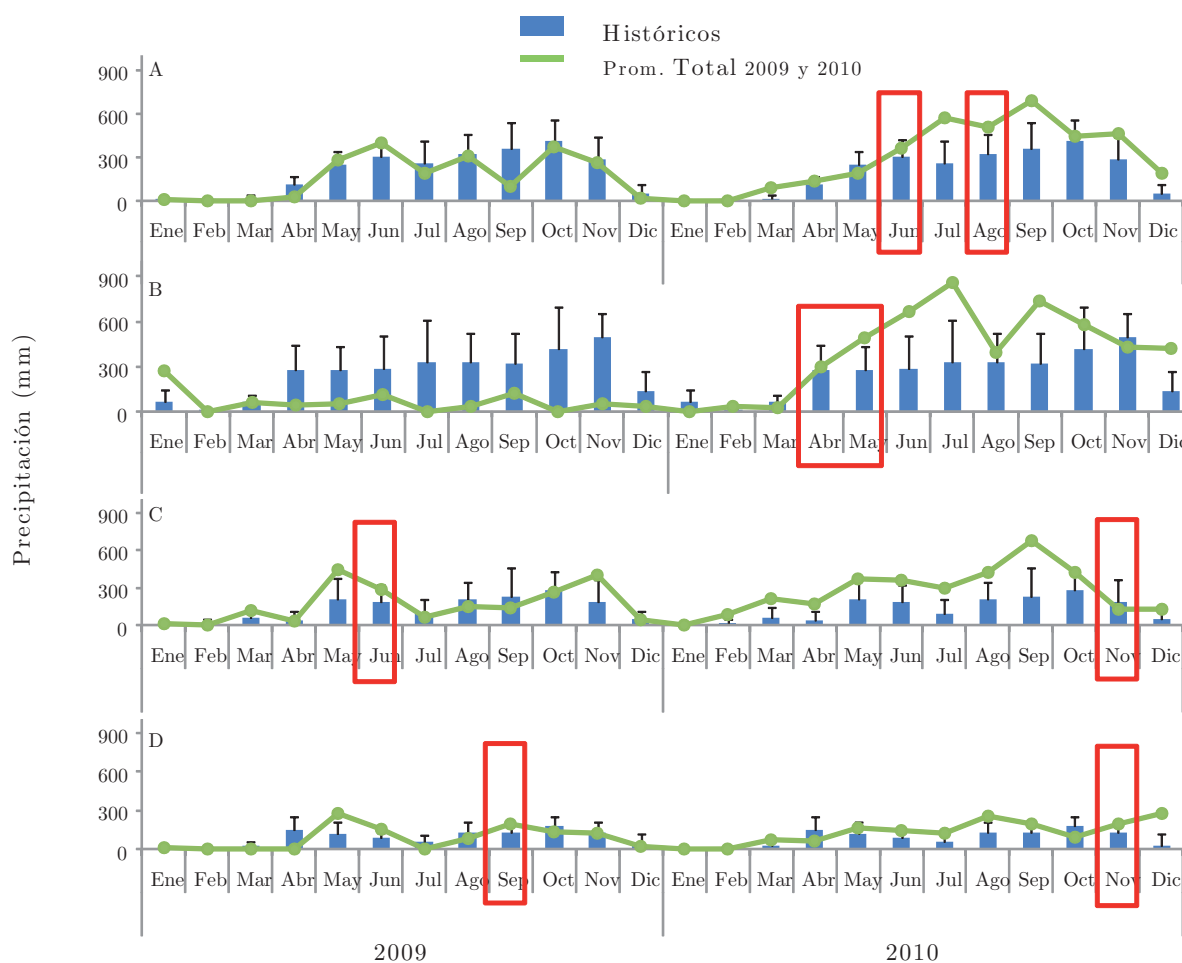


Figura 2: Promedios de precipitación anual. A) Estación 1: La Victoria-río Gaira. B) Estación 2 Tucurinca-río Tucurinca. C) Estación 3 Guatapurí-río Guatapurí y D) Estación 4 Caracolí-río Rancherías. Fuente: Estaciones climáticas del IDEAM. Los cuadros corresponden a los meses en los cuales se realizaron los muestreos.

2.2 Fase de campo

En cada estación se realizaron dos recolectas intensivas tratando de obtener la mayor cantidad de organismos presentes (ninfas de Ephemeroptera y Plecoptera y larvas de Trichoptera) siguiendo la metodología propuesta por Zúñiga y Cardona [54]. Se analizaron los microhábitats presentes en cada uno de las estaciones (grava, hojarasca, macrófitas y piedra). La grava se muestreó con una red Surber de 200 μm de poro, la hojarasca y las macrófitas con muestras de 500g aproximadamente y las piedras por esfuerzo de muestreo (10 minutos por sitio). Los organismos recolectados se preservaron en alcohol al 96% para su posterior revisión en el laboratorio. En cada río se midieron variables fisicoquímicas con una sonda multiparámetro WTW 340i, que incluyeron los siguientes parámetros: temperatura, oxígeno disuelto, conductividad y pH. Además, en cada sitio se tomó una muestra puntual de agua para determinar nitratos, nitritos y fosfatos. Dichas muestras fueron refrigeradas y transportadas al laboratorio de Calidad de Aguas de la Universidad del Magdalena para los respectivos análisis, de acuerdo con los procedimientos y recomendaciones de los Métodos Estándar para el Análisis de aguas de desecho APHA [1].

2.3 Fase de laboratorio

Los individuos se identificaron hasta el nivel de género mediante el uso de claves taxonómicas de Wiggins [51], Angrisano y Korob [2], Springer [43], Posada y Roldán [36] Domínguez y Fernández [14] Domínguez et al. [13] y Stark et al. [44]. Los especímenes se depositaron en la colección de macroinvertebrados acuáticos del laboratorio del Grupo de Investigación en Biodiversidad y Ecología Aplicada (GIBEA).

2.4 Análisis de datos

La estructura de las comunidades de los macroinvertebrados acuáticos se evaluó a través del índice de diversidad de Shannon-Weiner (H'), riqueza (S) y el índice de similitud de Jaccard (J), para cuantificar la correspondencia entre las comunidades de las estaciones de muestreo. Se estudió la estructura de las comunidades de EPT en cada estación por medio de la abundancia, diversidad y similitud.

Para evaluar cómo las variables físicas y químicas caracterizaron las estaciones de muestreo, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) y para evaluar la significancia de las relaciones existentes entre estaciones se realizó un NPMANOVA (manova no paramétrico). Para determinar la relación existente entre las variables físicas, químicas, nutrientes y las variables biológicas (géneros de EPT) en las estaciones de muestreo, se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC), donde se seleccionaron los dos primeros ejes, los cuales soportan el 77,5% de la variabilidad de los datos.

3 Resultados y discusión

3.1 Caracterización física y química de las estaciones de muestreo

La estación La Victoria, presentó los valores más altos de oxígeno disuelto (9,4 mg/l $\pm$ 0,37), nutrientes en términos de fosfatos y nitritos (promedio: 2,1 $\pm$ 0,42 mg/L PO_4 y

$1,25 \pm 0,07$ mg/L NO_2) y los valores más bajos en cuanto a conductividad y temperatura ($34,35 \pm 4,74$ $\mu\text{S/cm}$ y $19 \pm 0,42$ °C). Por otro lado, las estaciones Tucurínca, Guatapurí y Rancherías registraron valores más altos de conductividad ($118,8 \pm 4,74$; $131,5 \pm 2,33$ y $125,1 \pm 2,33$ $\mu\text{S/cm}$) y más bajos en cuanto a los nitritos ($0,05 \pm 0,37$; $0,02 \pm 0,37$ y $0,09 \pm 0,37$ mg/L NO_2) y oxígeno disuelto.

Los dos primeros ejes del Análisis de Componentes Principales (ACP) acumularon el 92,4 % de la varianza de los datos, las cuales fueron utilizadas para identificar las variables que mejor describieron las estaciones de muestreo. En La Victoria los altos valores de nitritos, nitrato, fosfato caracterizaron el sistema, mientras que altos valores de conductividad y temperatura definieron las estaciones Guatapurí y Caracolí (Figura 3), lo cual fue confirmado a través del NPMANOVA ($p=0,0076$; $F=727,9$) que evidenció diferencias en el patrón generado entre estaciones y soportado con las variables físicas y químicas.

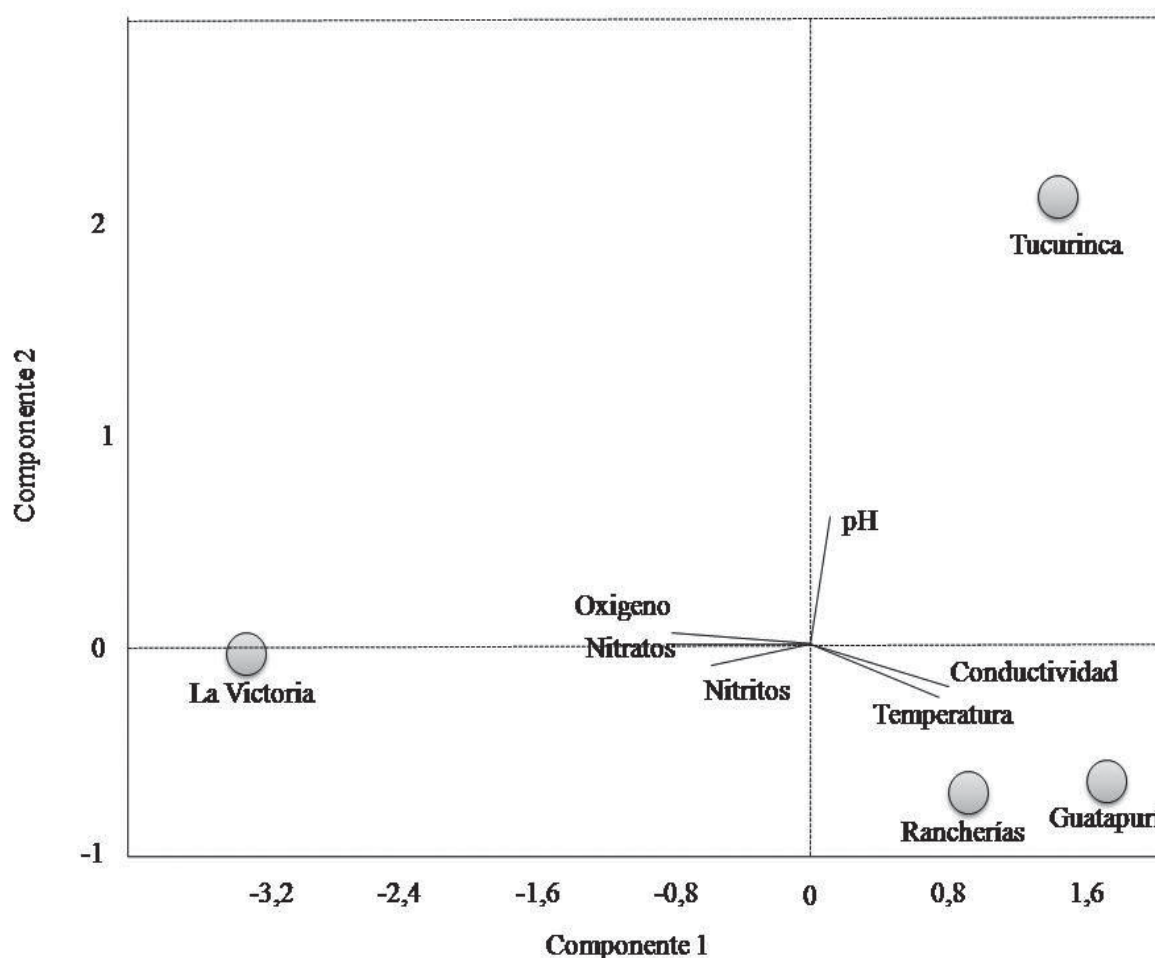


Figura 3: Caracterización de las estaciones según las variables físicas y químicas evaluado a través del Análisis de Componentes Principales (ACP).

A pesar de que las variables físicas y químicas no presentaran variaciones muy marcadas, los bajos registros de conductividad en la estación La Victoria podrían tener su origen en el menor arrastre de material soluble, principalmente de origen inorgánico,

proveniente de las riberas del cauce, así como de su composición geoquímica [19]. La cuenca del río Gaira es la de menor área entre los cuatro ríos evaluados y no supera los 40 km de longitud. La cara norte de la SNSM es la más húmeda, con lluvias entre 4000 y 2500 mm al año; condición que podría relacionarse con los menores valores de temperatura en el agua, mientras los ríos Rancherías y Guatapurí localizados en la cara oriental, presentan los valores más bajos de lluvias (1800-1200 mm), las temperaturas más altas de agua, a medida que las estribaciones de la cuenca se acercan al desierto guajiro y a las cálidas sabanas de Valledupar [4, 29, 45]. Aunque la SNSM aparenta ser una formación geológica bastante uniforme, las rocas que la constituyen son de diversas edades y están relacionadas con eventos orogénicos muy diferenciados [29]. Esta heterogeneidad en el origen geológico de los tres flancos del macizo montañoso, el régimen climático y las condiciones de suelo tan diversas, condicionan cuencas con microambientes especiales y regímenes hidrológicos y de calidad de agua particulares [45, 50]. Los nitritos y los fosfatos fueron superiores en esta estación. Probablemente esto se deba a que cerca de la zona de estudio existen cultivos intensos de café y otros agroforestales y el lixiviado del suelo enriquecido con nutrientes derivado de los abonos es arrastrado al río Gaira.

En general, la formación vegetal predominante es la zona de estudio es el bosque húmedo subtropical [17]. Todas las estaciones presentan condiciones fisiográficas similares, en su mayoría con vegetación y bosques de ribera poco conservadas debido a la deforestación para favorecer grandes extensiones de cultivos de café, o zonas dedicadas a la ganadería en menor escala, además del uso inapropiado de los suelos o cultivos inapropiados, entre otras actividades antrópicas, las cuales han generado una fuerte presión sobre las cuencas de la SNSM, así como la alteración de la calidad y cantidad de agua disponible [40,47]. Las pendientes pronunciadas de las cuencas facilitan la formación de zonas de rápidos y buena oxigenación de los cuerpos de agua, condiciones que mejoran la capacidad de autodepuración de la carga orgánica que reciben y la recirculación de nutrientes; características típicas de ríos tropicales de montaña y, en especial, de corrientes que tienen su origen en la SNSM, caracterizadas por ser de corta trayectoria y un gradiente altitudinal con variaciones extremas en cortas distancias, debido a las laderas escarpadas y las cuencas encajonadas que posee [45, 46, 47].

3.2 Composición, estructura y distribución de los Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera

Se recolectaron 3859 individuos pertenecientes a tres órdenes, de los cuales 575 se encontraron en la estación La Victoria, 1307 en Tucurínca, 999 en Guatapurí y 978 en Caracolí (Figura 4A). En La Victoria, 251 organismos pertenecen al orden Plecoptera, 171 a Trichoptera y 153 a Ephemeroptera; en la estación Tucurínca 699 individuos de Ephemeroptera, 443 Trichoptera y 165 Plecoptera; en la estación Guatapurí se encontraron 527 Ephemeroptera, 443 Trichoptera y 29 Plecoptera; en la estación Caracolí 482 Ephemeroptera, 358 Trichoptera y 138 Plecoptera (Figura 4B). En general, el mayor aporte en términos de abundancia en los ríos de la SNSM lo presentó Trichoptera (65,6 %), seguido de Ephemeroptera (31.2%) y Plecoptera (3.1%) (Tabla 1).

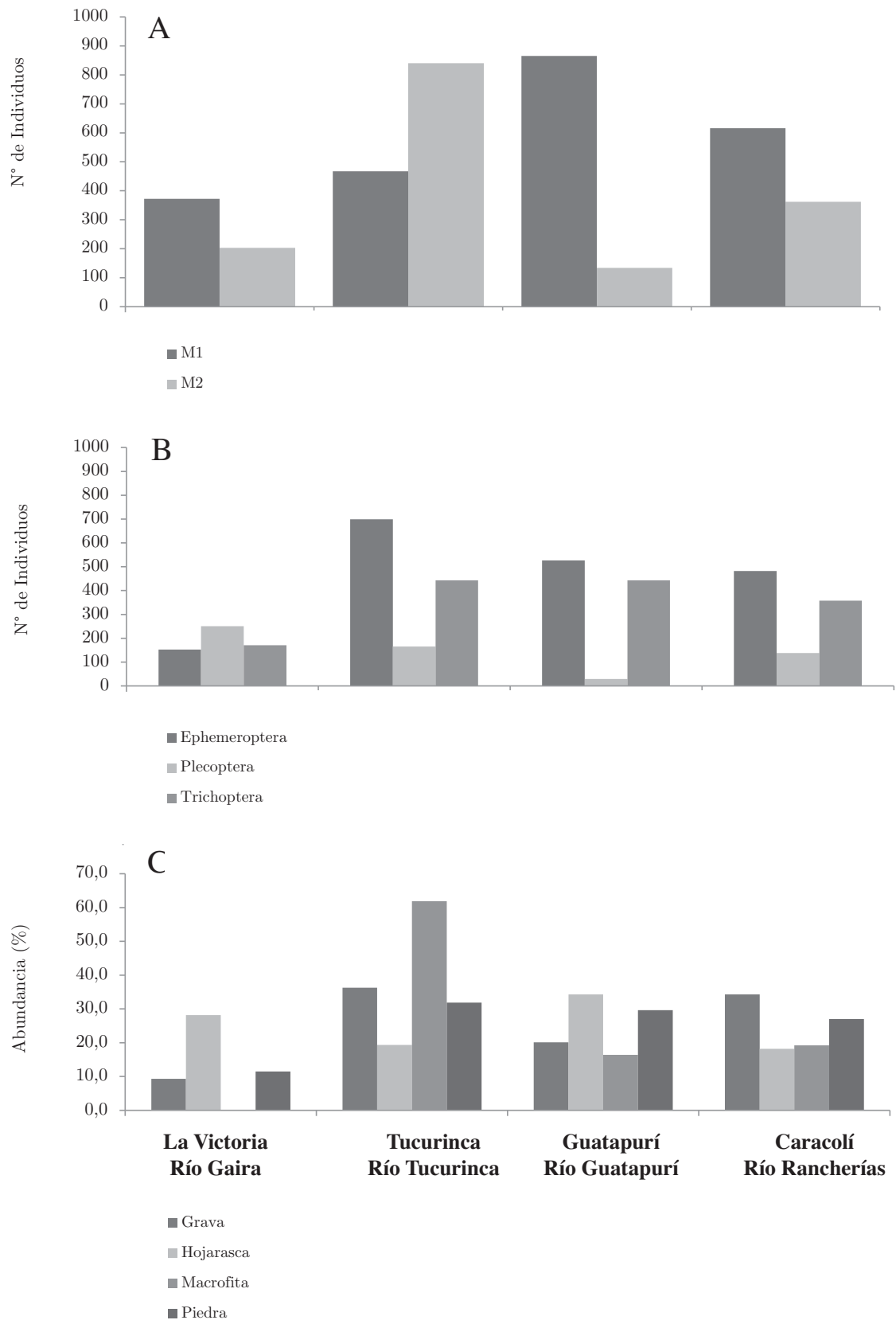


Figura 4: A. Abundancia total de los individuos encontrados en cada una de las estaciones de muestreo. Donde M= Muestreo. B. Abundancia por orden en cada una de las estaciones de muestreo y C. Porcentaje de abundancia de EPT en cada microhábitat evaluado en las estaciones de muestreo durante el estudio.

Tabla 1: Composición y abundancia total de los *Ephemeroptera*, *Plecoptera* y *Trichoptera* recolectados en los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Orden	Familia	Género	Abundancia Total	%	Río Gaira La Victoria	Río Tucurínca Tucurínca	Río Guatapurí Guatapurí	Río Rancherías Caracolí
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	25	0,65	X	X		X
	Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	8	0,21		X		
	Glossosomatidae	<i>Culoptila</i>	100	2,59			X	
		<i>Protoptilia</i>	85	2,2		X	X	
		<i>Mortoniella</i>	74	1,92		X	X	
	Helicopsychoidea	<i>Helicopsyche</i>	20	0,52	X	X		
	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	52	1,35		X	X	X
	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	65	1,68	X	X	X	
		<i>Smicridea</i>	717	18,58	X	X	X	X
	Hydroptilidae	<i>Metrichia</i>	19	0,49			X	
		<i>Ochrotrichia</i>	4	0,1			X	X
		<i>Zumatrichia</i>	2	0,05		X		
		<i>Leucotrichia</i>	3	0,08		X	X	
	Leptoceridae	<i>Atanotolca</i>	187	4,85		X	X	X
		<i>Grumichella</i>	12	0,31			X	
		<i>Oecetis</i>	5	0,13		X	X	X
		<i>Nectopsyche</i>	7	0,18	X	X	X	X
		<i>Triplectides</i>	1	0,03			X	
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	25	0,65	X	X		X
	Polycentropodidae	<i>Cyrnellus</i>	2	0,05				X
		<i>Polycentropus</i>	2	0,05	X	X		
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis</i>	150	3,89		X	X	X
		<i>Baetodes</i>	313	8,11	X	X	X	X
		<i>Camelobaetidius</i>	345	8,94	X	X	X	X
		<i>Mayobaetis</i>	3	0,08			X	
		<i>Nanomis</i>	2	0,05			X	
	Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i>	179	4,64	X	X	X	X
	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	142	3,68	X	X	X	X
		<i>Tricorythodes</i>	610	15,81	X	X	X	X
	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	113	2,93	X	X	X	X
		<i>Terpides</i>	4	0,1	X			X
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	583	15,11	X	X	X	X
Total			3859		575	1307	999	978

Se encontraron 17 familias y 32 géneros de los cuales los más abundantes fueron: *Smicridea* (Trichoptera: Hydropsychidae), con 18,6% del total de abundancia, seguido de *Tricorythodes* (15.8%) (Ephemeroptera: Leptohyphidae) y *Anacroneuria* (15.1%) (Plecoptera: Perlidae) (Figura 5). Los géneros con abundancias intermedias corresponden, entre otros, a *Camelobaetidius* (8.9%), *Betodes* (8.1%), (Ephemeroptera: Baetidae) y *Lachlania* (4.6%) (Ephemeroptera: Oligoneuriidae) y entre los de menor abundancia, se encontraron *Mayobaetis* (0.08%), *Nanomis* (0.05%) (Ephemeroptera: Baetidae), *Leuchotricia* (0.08%) (Trichoptera: Hydroptilidae) y *Triplectides* (Trichoptera: Leptoceridae) (0,03 %). El mayor aporte de géneros lo presentó Trichoptera (65,6 %), seguido de Ephemeroptera (31.2%) y Plecoptera (3.1%). Sin embargo, es importante señalar que en los ríos de la SNSM la representatividad taxonómica del ensamble de Trichoptera (21 géneros) se caracteriza por presentar 13 taxones con muy baja frecuencia relativa (inferior al 1%) y, entre éstos, cinco por debajo del 0.1% (Tabla 1).

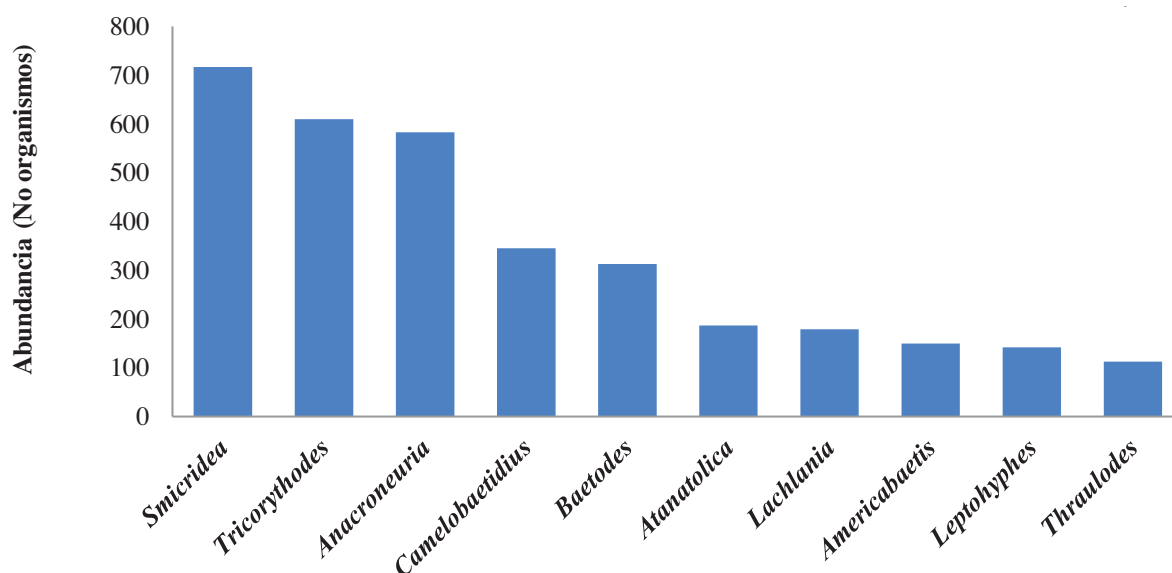


Figura 5: Géneros más abundantes recolectados durante todo el estudio con un 86,53 % del total de los individuos.

La fauna de EPT en la SNSM está conformada por géneros sensibles a la degradación del hábitat y la calidad del agua como *Mayobaetis*, *Lachlania*, *Anacroneuria*, *Pylloicus* y *Xiphocentron*, así como otros grupos de amplio espectro ambiental, entre ellos, *Camelobaetidius*, *Baetodes*, *Leptonema*, *Smicridea* y *Atanotolica* [3, 41, 54]. En términos generales no existe diferencia entre las estaciones muestreadas, aunque se evidencian algunas disimilitudes. El río Guatapurí registró la mayor riqueza de géneros ($S = 24$) y de diversidad ($H' = 2,39$) y un alto valor de equidad ($J = 0,75$), mientras que la riqueza más baja se registró en el río Gaira-La Victoria, con 15 géneros, ($H' = 1,84$ y $J = 0,68$) (Tabla 2). Adicionalmente, esta corriente presentó 6 géneros exclusivos, la mayoría catalogados como grupos sensibles al impacto del enriquecimiento de materia orgánica residual derivadas de actividades antropogénicas [54] (Tabla 2). Estas diferencias están relacionadas con las condiciones ambientales que exhiben las corrientes en sus correspondientes zonas de muestreo. El río Gaira-La Victoria históricamente ha recibido el impacto del uso del suelo y la deforestación de su cuenca por el cultivo intenso del café.

Tabla 2: Estimación de los índices. Riqueza (*S*); Diversidad de Shannon-Weiner (*H'*); Similitud de Jaccard (*J*) y número de individuos (*n*).

Estación - Río	S	H'	J	n
La Victoria - río Gaira	15	1,84	0,68	575
Tucurinca - río Tucurinca	23	2,16	0,69	1307
Guatapurí - río Guatapurí	24	2,39	0,75	999
Caracolí - río Rancherías	18	2,22	0,77	978

Baetidae con 10 géneros, fue la familia más diversa entre los Ephemeroptera de la SNSM. Aunque algunos de ellos eran conocidos en la región [9, 16, 30], este trabajo amplía el registro de distribución de *Americabaetis*, *Mayobaetis*, *Nanomis* y *Terpides* para los ríos Guatapurí, Rancherías y Tucurinca. El orden Plecoptera, aunque representado sólo por *Anacroneuria*, exhibe gran riqueza a nivel de morfoespecies y amplía su distribución en las diferentes caras de la SNSM al encontrarse en todas las corrientes evaluadas. El sector suroriental y, en particular, el río Guatapurí mostró la mayor diversidad para este orden (Zúñiga et al. datos sin publicar) [53, 55]. En el orden Trichoptera y, con base en trabajos realizados en corrientes de la región [18, 20, 30, 42], los géneros *Metrichia*, *Mortoniella* y *Protoptilia* se constituyen en los primeros registros de individuos inmaduros en ríos de la SNSM, encontrados en los ríos Tucurinca y Guatapurí. De igual manera, *Cynnellus* es nuevo registro para para el río Rancherías y *Leucotrichia* y *Zumatrichia* lo son para el Río Tucurinca.

Los valores de la similitud de Jaccard los cuales oscilan entre 0,68 y 0,77 evidencian baja variabilidad en la composición de géneros entre estaciones, la cual podría ser causada por las bajas abundancias de *Americabaetis*, *Mayobaetis*, *Nanomis*, *Culoptila*, *Mortoniella*, *Atanatolica*, *Grumichella* y *Cynnellus* en los ríos de la SNSM. Downes et al. [15] manifestaron que los ambientes y localidades en un mismo río pueden presentar variaciones taxonómicas, lo que puede estar enmascarando la similitud entre estaciones. Sin embargo, la composición de macroinvertebrados se encuentra más relacionada en localidades de cabecera [27]. La poca variación en los valores de similitud entre las estaciones puede obedecer a que se presentaron los mismos microhábitats, similar cobertura vegetal y pendientes medias, ya que estos son factores importantes para la estructuración de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos [10].

El Análisis de Correspondencia Canónica evidenció que la estación en el río Tucurinca se caracterizó por la alta abundancia de los géneros *Polycentropus* y *Leptonema*, siendo el pH la variable que mejor explicó la presencia de estos organismos. Las estaciones La Victoria-río Gaira y Caracolí-río Rancherías, se diferenciaron por los géneros y la gran abundancia de *Helicopsyche*, *Terpides* y *Cynnellus*; el oxígeno, nitrato y nitrito son las variables que mejor definen esta estación. Para la estación Guatapurí, las variables que mejor la caracterizaron fueron las altas temperaturas y la conductividad. Los géneros que definieron esta última estación fueron *Ochrotrichia*, *Oecetis*, *Atanatolica*, *Mayobaetis* y *Baetodes* (Figura 6).

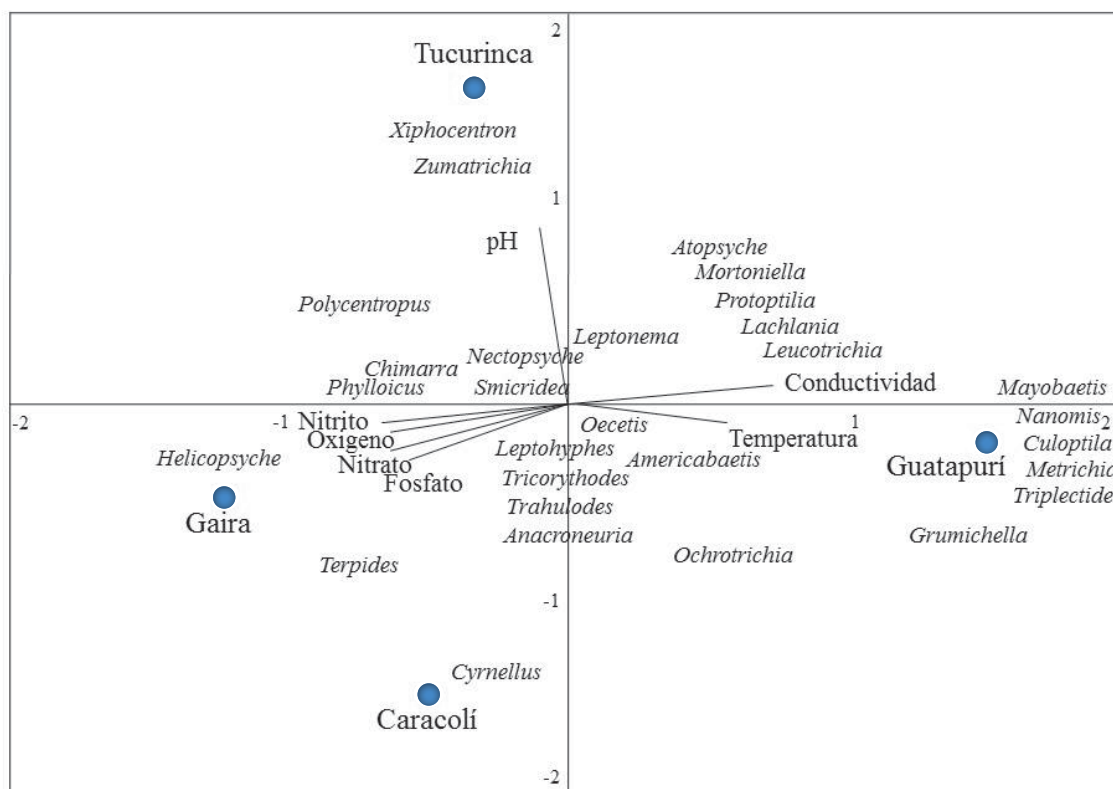


Figura 6: Ordenamiento de las cuatro estaciones y los 32 géneros de EPT mediante el análisis de correspondencia canónica (ACC).

Los 32 géneros de EPT registrados en este trabajo evidencian que los ríos de la SNSM presentan una alta riqueza de taxones, en comparación con otros trabajos realizados en esta región [16, 26, 30, 40, 42, 47] y en cuerpos de agua ubicados en zonas de montaña de la región andina y catalogados como de aguas frías y poco intervenidas por acción antrópica, con registros de los EPT entre 13 y 38 taxones [7, 11, 21, 22, 38, 57]. Los registros de este trabajo representan el 46.7% de los tricópteros, 25% de los plecópteros y el 18.9 % de los efemerópteros conocidos en el país [12, 52, 55]. Las características fisiográficas de los ecosistemas hídricos de la SNSM generan condiciones propicias para que los EPT tengan ensambles en donde la abundancia y la diversidad de sus componentes son altas, en particular para el orden Trichoptera [42]. La distribución de los taxones se reduce a mayores alturas por la severidad del clima, la temperatura y la disponibilidad de recursos y microhábitats acuáticos, mientras las zonas intermedias muestran la mayor diversidad [8, 10, 40]. La baja diversidad registrada en La Victoria y Tucurínca podría explicarse, además de las condiciones ambientales y fisiográficas de la cuenca y la calidad del agua, por la cobertura vegetal densa y la poca disponibilidad de luz en el sistema. Sin embargo, Vannote et al. [48] sugiere que estas características hacen que las comunidades que habitan en las parte baja y alta de los ríos presenten diversidades relativamente bajas.

En general, la abundancia de los EPT presentó un patrón relacionado con los microhábitats evaluados en las corrientes de la SNSM. La grava y la hojarasca presentaron las mayores abundancias de individuos (35,8 %, 35,3% respectivamente) y los microhábitats con menor abundancia de organismos fueron macrófitas (15%) y piedras (14%). En cada una de las corrientes los individuos tuvieron un patrón de distribución específico para cada uno de los microhábitats, como se indica en la Figura 4C. La condición geomorfológica

de los cuerpos de agua evaluados está relacionada con la heterogeneidad espacial. En general, corrientes de alta pendiente y corta trayectoria, son condiciones que favorecen una preferencia importante de los macroinvertebrados por los sustratos de tipo rocoso como la grava del lecho. Este sustrato ofrece estabilidad y buena oferta de refugio, protección y disponibilidad de alimento [54]. En contraste, las piedras aunque ofrecen biopelícula para la alimentación de los macroinvertebrados raspadores, son inestables igual que la hojarasca y es lavada en épocas de lluvias. Las altas pendientes que caracterizan los ríos de la SNSM favorecen el arrastre y limita su acumulación. Otros factores que favorecen la preferencia de los macroinvertebrados por los sustratos rocosos están relacionados con su resistencia a la erosión, flujo estable de la cantidad de agua, nutrientes y oxígeno disuelto [8, 24, 25, 39, 40, 46].

La preferencia de los EPT por los microhábitats descritos anteriormente puede ser considerarse como un balance entre los costos de energía que implica mantener la posición en ambientes con turbulencias y los beneficios de la constante circulación de oxígeno y alimento, lo cual está influenciado por la geomorfología del sistema. Por consiguiente, esto puede derivar en la generación de adaptaciones morfológicas que se presentan en muchos macroinvertebrados, como la construcción de refugios para minimizar su exposición a la corriente o concentrarse en las márgenes del lecho para disminuir la acción hidráulica sobre ellos [35, 38]. Los resultados de este estudio concuerdan con otros trabajos desarrollados en ríos de la SNSM y en la región andina de Colombia, en los cuales la preferencia de microhábitats por parte de los macroinvertebrados acuáticos se centra en los microhábitats grava y hojarasca [23, 37, 40, 46].

Los resultados de este trabajo y los nuevos registros de distribución para la región contribuyen al conocimiento de la entomofauna que caracteriza los cuerpos de agua corriente ubicados en sectores de la SNSM que han recibido menor atención por parte de los limnólogos de la región, en cuyo caso, la mayor parte de los estudios se han centrado en el flanco noroccidental de este macizo montañoso.

Agradecimientos

A los integrantes del Grupo de Investigación en Limnología Neotropical de la Universidad del Magdalena, por el apoyo en laboratorio. A los propietarios de la Hacienda La Victoria, por disponer de su predio para el estudio. A los revisores anónimos que contribuyeron a mejorar el documento.

Referencias bibliográficas

- [1] American Public Health Association (APHA). American Water Works Association (AWWA). Water Pollution Control Federation (WPCF). (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington DC, USA: APHA. 600.
- [2] Angrisano, E. B., y Korob, P. G. (2001). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos suramericanos*. Tucumán, Argentina, 255-307.

- [3] Ballesteros, Y. B., Zúñiga, M. del C., y Rojas, A. M. (1997). Distribution and structure of the orden Trichoptera in various drainages of the Cauca River basin, Colombia and their relationships to water quality. Holzenthal, R., y Flint O. Jr. (Ed.), *Proceeding of the 8th International Symposium on Trichoptera* (19-23). Ohio Biological Survey, Columbus, Ohio-USA.
- [4] Banco de Occidente (1999). Sierra Nevada de Santa Marta. *Sierras y Serranías de Colombia* (p. 300). Santafé de Bogotá, Colombia.
- [5] Barber-James, H. M., Gattolliat, M. S., y Hubbard, M. (2008). Hydrobiologia. *Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta)*, 595, 339- 350.
- [6] Barreto-Vargas, G., Reinoso-Flórez, G., Guevara-Cardona, G., y Villa-Navarro, F.A. (2005). Caldasia. *Primer registro de Gripopterygidae (Insecta: Plecoptera) para Colombia*, 27, 243-246.
- [7] Bernal, E., García, G., Novoa, M. A., y Pinzón, A. (2006). Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados de la quebrada Paloblanco de la cuenca del Río Otún (Risaralda, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 11(2), 45- 59.
- [8] Bispo, P. C., Froehlich, C. G., y Oliveira, L. G. (2002). Spatial distribution of Plecoptera nymphs in streams of a mountainous area of Central Brazil. *Journal of Biology*, 62(3), 409-417.
- [9] Cantillo, L., (2003). *Taxonomía y Algunos Aspectos Ecológicos de Estados Inmaduro del Orden Ephemeroptera en un Sector del Rio Manzanares* (Tesis de Pregrado). Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- [10] Castellanos, P. M., y Serrato C. (2008). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el páramo de Santurbán, Norte de Santander. *Academia Colombiana de Ciencias*, 32 (122), 79- 86.
- [11] Chará-Serna, A.M., Chará, J., Zúñiga, M.del C., Pearson, R.G., y Boyero, L. (2012). Diets of leaf litter –associated invertebrates, in three tropical streams. *International Journal of Limnology*, 48, 139-144.
- [12] Días, L., Zúñiga, M.del C., y Bacca, T. (2009). Estado actual del conocimiento del orden Ephemeroptera en Colombia. En: Memorias XXXVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN, Medellín.
- [13] Domínguez, E., Hubbard, M. D., Pescador, M. L., y Molineri, C. (2006). Ephemeroptera of South America. En Adis, J., Arias, J. R., Rueda-Delgado, G., y Wantzen, K. M. (Ed.), *Aquatic Biodiversity in Latin America vol. 2* (646). Pensoft, Sofia-Moscow.
- [14] Domínguez, E., y Fernández, R. (Eds.) (2009). *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. Sistemática y Biología*. Tucumán, Argentina, 656.

- [15] Downes, B. J., Hindell, J. S., y Bond, N. R. (2000). Variation in lotic macroinvertebrate density and diversity in a spatially replicated experiment. *Austral Ecology*, 25(2), 128-139.
- [16] Escobar, A. (1989). Estudios de las comunidades de macroinvertebrados en el Río Manzanares y sus principales afluentes y su relación con la calidad del agua. *Acta Biológica Colombiana*, 18(65), 45-60.
- [17] Espinal, L. S., y Montenegro, E. (1963). *Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa del mapa ecológico*. Santafé de Bogotá, Colombia, 201.
- [18] Fuentes, J. M., y Carmona, A. (2001). *Contribución al conocimiento de algunos tricópteros y su distribución en la parte baja del río Guachaca* (Tesis de Posgrado). Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- [19] Fundación Pro-Sierra Nevada de Santa Marta- PROSIERRA. (1998). Evaluación ecológica rápida de la Sierra Nevada de Santa Marta. Definición de áreas críticas para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, UAESPNN, The Nature Conservancy-USAID, Embajada del Japón. Santafé de Bogotá, Colombia. 20.
- [20] García, C., y Moreno, I. (2000). Primera lista de la composición macrofaunal de la parte baja del río Toribio, (departamento del Magdalena) y aproximación preliminar a su dinámica temporal de corto plazo. *Actualidades Biológicas*, 22(73), 169-175.
- [21] Gavilán, R. A., Donato, J. C., Serrato, C., Caceres, M. Y., Plata, Y., y Navarro, G. (2000). *Las comunidades bentónicas y perifíticas como base para la evaluación de los sistemas hídricos loticos del área de jurisdicción de la Corporación de defensa de la Meseta de Bucaramanga-CDMB*. Bucaramanga, Colombia. 89.
- [22] González, G. S. M., Ramírez, Y. P., Meza, A. M., y Días, G. L. (2012). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua de quebradas abastecedoras del municipio de Manizales. *Boletín Científico Museo Historia Natural*, 16(2), 135-148.
- [23] Guerrero-Bolaño, F., Manjarres-Hernández, A., y Núñez-Padilla, 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.
- [24] Guevara-Cardona, G., Reinoso-Flórez, G., y Villa-Navarro, N. F. (2007). Caddisfly larvae (Insecta: Trichoptera) of the Coello River Basin in Tolima (Colombia): Spatial and temporal patterns and bioecological aspects. En Bueno-Soria, J., Barba-Álvarez, R., y Armitage, B. (Ed.), *Proceeding of the XIIth International Symposium on Trichoptera* (113-120). The Caddis Press.
- [25] Gutiérrez, J. D. (2006). *Caracterización del metabolismo y de la oferta de recursos de materia orgánica para la fauna de macroinvertebrados bentónicos en una quebrada de montaña de orden menor* (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá, Colombia.

- [26] Guzmán-Soto, C., y 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.
- [27] Heino, J., Louhi, P., y Muotka, T. (2004). Identifying the scale of variability in stream macroinvertebrate abundance, functional composition and assemblage structure. *Freshwater Biology*, 49(9), 1230-1239.
- [28] Holzenthal, R., Blahnik, R., Prather, A., y Kjer, K. (2007). Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. *Zootaxa*, 1668, 639-698.
- [29] Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAG. (1995). Estudio general de suelos de la Sierra Nevada de Santa Marta. Subdirección de Agrología. Santafé de Bogotá. 376.
- [30] Manjarrez, G., y Manjarrez, G. (2004). Contribución al conocimiento hidrológico de la parte baja de los ríos de la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Intrópica*, 1(1), 39-50.
- [31] Merigoux, S., y Doledec, S. (2004). Hydraulic requirements of stream communities: A case study on invertebrates. *Freshwater Biology*, 49, 600- 613.
- [32] Morse, J. (2011). The Trichoptera world checklist. *Zoosymposia*, 5, 372-380.
- [33] Muñoz-Quesada, F. (2000). Especies del orden Trichoptera (Insecta) en Colombia. *Biota Colombiana*, 1(3), 267-288.
- [34] Muñoz-Quesada, F. (2004). El Orden Trichoptera (Insecta) en Colombia, II: Inmaduros y Adultos, Consideraciones Generales. En Fernández F., Andrade, G., y Amat G. (Ed.) *Insectos de Colombia, Volumen 3* (319- 349). Universidad Nacional de Colombia. Santa fe de Bogotá.
- [35] Oyanedel, A., Valdovinos, C., Azócar, M., Moya, C., Mancilla, G., Pedreros, P., y Figueroa, R. (2008). Patrones de distribución espacial de los macroinvertebrados bentónicos de la cuenca del Río Aysen (Patagonia Chilena). *Gayana*, 72 (2), 241- 257.
- [36] Posada, J. A., y Roldán, G. (2003). Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Tichoptera en el noroccidente de Colombia. *Caldasia*, 21(1), 169-192.
- [37] Rincón, M. E. (1996). Aspectos bioecológicos de los tricópteros de la quebrada Carrizal (Boyacá, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 22, 53-60.
- [38] Rincón, M. E. (1999). Estudio preliminar de la distribución altitudinal y espacial de los tricópteros en la cordillera Oriental, Colombia. En Andrade, M., Amat, G., y Fernández, F. (Ed.). *Insectos de Colombia No 2* (267-282). Santafé de Bogotá, Colombia.

- [39] Ramírez, A., y Pringle, C.M. (1998). Structure and production of a benthic insect assemblage in a neotropical stream. *Revista de Biología Tropical*, 17, 443-463.
- [40] Rodríguez-Barrios, J., Ospina-Torres, R., y Turizo-Correa, R. (2011). Grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados acuáticos en el río Gaira, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 59 (4), 1537-1552.
- [41] Roldán, G., Zúñiga, M. del C., Zamora, H., Reinoso, G., Álvarez, L. F., y Longo, M. (2014). Colombia. En Alonso-EguíaLis, J. M. Mora, B, Campbell & M. Springer (Ed.), *Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico* (63-116). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y Universidad Autónoma de Querétano (México) y Universidad de Costa Rica (San José-Costa Rica). 442.
- [42] Serna, M.J. D., Tamaris-Turizo, C.E., y 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(2), 465-477.
- [43] Springer, M. 2010. Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*, 58 (4), 151-198.
- [44] Stark, B. P., Froehlich, C., y Zúñiga, M del C. (2009). South American Stoneflies (Plecoptera). En Adis, J., Arias, J. R., Golovatch, S., Wantzen, K. M., y Rueda-Delgado, G. (Ed.), *Aquatic Biodiversity of Latin America (ABLA)*. Vol. 5 (154). Pensoft, Sofia-Moscow.
- [45] Tamaris-Turizo, C. E., y López-Salgado, H. J. (2006). Aproximación a la zonificación climática de la cuenca del río Gaira. *Revista Intropica*, 3, 69-76.
- [46] Tamaris-Turizo, C. E., Turizo-Correa, R., y Zúñiga M.del C. (2007). Distribución espacio-temporal y hábitos alimenticios de ninfas de Anacroneuria (Insecta: Plecoptera: Perlidae) en el Río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia). *Caldasia*, 29(2), 375- 385.
- [47] Tamaris-Turizo, C. E., Rodríguez-Barrios, J., y 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.
- [48] Vannote, R. I., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., y Cushing, J. (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal Fisheries Aquatic Science*, 37, 130-137.
- [49] Vásquez, J. M., Ramírez, F., Guevara G., y Reinoso, G. (2010). Distribución espacial y temporal de los tricópteros inmaduros de la cuenca del Río Totaré (Tolima, Colombia). *Caldasia*, 32(1), 129-148.
- [50] Vilorio-De la Hoz, J. (2005). Sierra Nevada de Santa Marta: Economía de sus recursos naturales. *Documentos de Trabajo sobre economía regional*, 61, 109.

- [51] Wiggins, G. (1996). Larvae of North American Caddisflies genera (Trichoptera). Second Edition. *University of Toronto Press*, 457.
- [52] Zúñiga, M. del C., Molineri, C., y Domínguez, E. (2004). El Orden Ephemeroptera (Insecta) en Colombia. En Fernández, F., Andrade, G., y Amad, G. (Ed.) *Insectos de Colombia, Volumen 3* (17- 42). Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- [53] Zúñiga, M. del C., Stark, B., Cardona, W., Tamaris-Turizo, C., y Ortega, O. (2007). Additions to the Colombian Anacroneuria fauna (Plecoptera: Perlidae) with descriptions of seven new species. *Illiesia*, 3(13), 127-149.
- [54] Zúñiga, M. del C., y Cardona, W. (2009). Bioindicadores de la Calidad de Agua y Caudal Ambiental. En: Cantera, J., Carvajal, J. y Castro, L. M. (Compiladores). *Caudal Ambiental: Conceptos, Experiencias y Desafíos* (167- 198). Cali, Colombia.
- [55] Zúñiga, M. del C. (2010). Diversidad, distribución y ecología del Orden Plecoptera (Insecta) en Colombia, con énfasis en Anacroneuria (Perlidae). *Momentos de Ciencia*, 7(2), 101-112.
- [56] Zúñiga, M. del C., Dias, L., Martínez, D., Zabala, G., y Bacca, T. (2009). The first record of *Claudioperla* Illies (Plecoptera: Gripopterygidae) from Colombia. *Aquatic Insects*, 31(1), 743-744.
- [57] Zúñiga, M. del C., Chará, J., Giraldo, L. P., Chará-Serna, A., y 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*, 20(2), 263-277.

Dirección de los autores

Gustavo Rúa García

Grupo de Investigación en Biodiversidad y Ecología Aplicada,
Universidad del Magdalena, Santa Marta - Colombia
gustavoruagarcia@gmail.com

César Tamaris Turizo

Grupo de Investigación en Biodiversidad y Ecología Aplicada,
Universidad del Magdalena, Santa Marta - Colombia
ctamaris@unimagdalena.edu.co

María del Carmen Zúñiga

Grupo de Investigaciones Entomológicas, Departamento de Biología,
Universidad del Valle, Cali - Colombia
maczuniga@gmail.com