



COMUNIDAD DE INSECTOS ACUÁTICOS ASOCIADOS A LA HOJARASCA EN EL RÍO VISTA MARES DE ALTOS DE CERRO AZUL, PROVINCIA DE PANAMÁ, PANAMÁ

^{1,2}Marta Higuera Gómez & ³Ramiro Gómez

¹Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Departamento de Zoología.

²Universidad de Panamá, Programa Centroamericano de Maestría en Entomología, Vicerrectoría de Investigación y Posgrado.

³Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Departamento de Matemática.

Email: martahiguera19@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo tuvo como finalidad determinar la diversidad y abundancia de la comunidad de los insectos acuáticos asociados a hojarasca, entre septiembre de 2015 a febrero del 2017, en el río Vista Mares de Altos de Cerro Azul, provincia de Panamá, Panamá. Se establecieron ocho estaciones de muestreo, en cada estación se recolectaron dos muestras de hojarasca. Se calcularon la riqueza específica, la dominancia y la similitud entre las estaciones. Se recolectaron 1,299 individuos, 8 órdenes, 25 familias y 30 géneros. Los cinco órdenes más abundantes en orden decreciente fueron: Diptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Coleoptera y Odonata. Las subfamilias más abundantes fueron: Tanypodinae, Orthoclaadiinae y Chironominae. Los géneros más abundantes son: *Chimarra* sp., *Macrelmis* sp., *Farrodes* sp., *Cermitina* sp., *Argia* sp. Podemos concluir que las estaciones de muestreo presentan condiciones apropiadas para la diversidad y abundancia de la comunidad de insectos acuáticos, la cual fue mayor en la estación seca que en la estación lluviosa.

PALABRAS CLAVES

Diversidad, abundancia, índice de Simpson, índice de Margalef.

COMMUNITIES OF AQUATIC INSECTS ASSOCIATED TO LEAF LITTER IN THE RIVER VISTA MARES, ALTOS THE CERRO AZUL, PROVINCE OF PANAMÁ, PANAMÁ

ABSTRACT

This work was aimed to determine the diversity and abundance of the aquatic insects community associated to leaf litter, 8 sampled stations were established from September 2015 to February 2017, in the river of Vista Mares the Cerro Azul, province of Panama. At each station two samples of leaf litter. Was explained the specific richness, dominance and similarity between stations. 1299 individuals were collected, distributed in 8 orders, 25 families and 30 genera. The 5 most abundant decreasing order number were: Diptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Coleoptera and Odonata. The most abundant subfamilies were: Tanyptodinae Orthoclaadiinae y Chironominae. The most abundant genera are: *Chimarra* sp., *Macrelmis* sp., *Farrodes* sp., *Cerrotina* sp., *Argia* sp. We have concluded that the Vista Mares river and the sampled stations have appropriate conditions to the diversity and abundance the community of insects aquatic, which was higher in the dry season than in the rainy season.

KEYWORDS

Diversity, abundance, Simpson index, Margalef index.

INTRODUCCIÓN

La composición de la comunidad de insectos acuáticos expresa la salud de los ecosistemas acuáticos (Roldán, 2016). Estos organismos juegan un papel importante en todos los procesos ecológicos de los sistemas acuáticos. Las cadenas alimenticias acuáticas se basan en material autóctono y material alóctono. Entre los alóctonos están la hojarasca donde los insectos acuáticos fragmentadores utilizan estas partículas de gran tamaño y la degradan, las cuales son accesibles a otros organismos como recolectores y filtradores (Springer *et al.*, 2010).

Esta comunidad es importante en todos los procesos ecológicos de los sistemas acuáticos, porque son un enlace para mover la energía a diversos niveles tróficos de las cadenas alimentarias. Ellos controlan la productividad primaria de los ecosistemas acuáticos (Springer *et al.*, 2010). Constituyen el grupo de bioindicadores más utilizados, porque proporcionan señales sobre la calidad ambiental del agua de los ríos.

Esto ocurre porque las diferentes especies tienen diferentes grados de sensibilidad a la contaminación de las aguas, además su período de vida es tan largo que expresan como son afectados por la presencia de agentes contaminantes (Sermeño *et al.*, 2010).

El uso de los insectos acuáticos es una herramienta para la caracterización biológica, son necesario para un adecuado control y conservación de un ecosistema (Roldán, 1999). Estos se estudian por ser abundantes, con una amplia distribución, fáciles de recolectar, sedentarios en su mayoría por lo que reflejan las condiciones locales, además presentan los efectos de las variaciones ambientales de corto tiempo y responden rápido a los tensores ambientales (Roldán, 2003).

El río Vista Mares abastece de agua a la comunidad de Altos de Cerro Azul, por lo cual es necesario realizar un inventario de insectos acuáticos. Este trabajo tiene como objetivo determinar la diversidad y abundancia de la comunidad de los insectos acuáticos asociados a hojarasca en el río Vista Mares en Altos de Cerro Azul, el cual nos servirá de referencia para futuras investigaciones sobre el estado de conservación de este ecosistema fluvial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio: el río Vista Mares se localiza al norte de la ciudad de Panamá, en las montañas de Altos de Cerro Azul, colindando con el Parque Nacional Chagres, a una hora de la ciudad de Panamá, provincia de Panamá, República de Panamá. El relieve se eleva a una altura de entre 760 a 821 msnm, la temperatura promedio es de 20°C en las coordenadas 9°9'26" N, 79°25'15" O. La vegetación aledaña corresponde a un bosque húmedo tropical.

Estaciones y Período de recolecta: este trabajo se realizó entre septiembre de 2015 a febrero del 2017, en la cuenca alta del río donde se establecieron ocho estaciones, las cuales estuvieron separadas por 20 metros de distancia entre cada una. En cada estación se recolectaron dos muestras de hojarasca. Las muestras se colocaron en bolsas plásticas con cierre hermético, con los datos de cada estación. Para preservar las muestras se utilizó alcohol al 70% y se llevó al

laboratorio de la Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá. Cada muestra se lavó con agua en una bandeja blanca de porcelana donde se separaron manualmente los insectos acuáticos, con la ayuda de una lupa de cuello largo de luz fluorescente con aumento de 3X. Los especímenes se colocaron en viales con alcohol al 70% con sus datos de recolecta y se identificaron con la ayuda de un estereoscopio Leica GZ6, y las claves taxonómicas de Costa *et al.* (1988), Flowers & De la Rosa (2010), Gutiérrez-Fonseca (2010), González & Naranjo (2007), Ramírez (2010), Roldán (1988), Ruiz *et al.* (2000a, b), Posada & Roldán (2003), Prat & Rieradevall (2011,2012) y Springer *et al.* (2010).

Descripción ecológica de las ocho estaciones: presentan abundantes árboles y arbustos en su ribera, con un sustrato rocoso en el cauce del río.

Análisis de los datos: Los datos fueron ordenados por fecha de recolecta y estación. Con los cuales se obtuvieron datos de clase, orden, familia, género y número de individuos, estos se tabularon y graficaron. Para determinar la dominancia de la comunidad se utilizó el índice de Simpson, la similitud entre las estaciones a través del índice de Jaccard, y la riqueza específica con el índice de Margalef con ayuda del programa de Past 3.16 para Windows (Moreno, 2001).

RESULTADOS

Se recolectaron 1299 individuos, distribuidos en ocho órdenes, 25 familias y 30 géneros durante los 12 meses de muestreo. Los órdenes recolectados, en orden descendiente de abundancia se presentaron así: Diptera: 6 familias y 9 géneros, Trichoptera: 5 familias y 7 géneros, Ephemeroptera: 3 familias y 3 géneros, Coleoptera: 2 familias y 2 géneros, Odonata: 4 familias y 6 géneros. Los órdenes Megaloptera, Hemiptera y Plecoptera estuvieron presentados por una familia y un género cada uno.

Los cinco órdenes más abundantes en orden decreciente fueron, los Diptera los cuales presentaron mayor abundancia de individuos (1,148), cuya familia más representativa fue los Chironomidae (1113),

con las subfamilias: Tanypodinae (557), seguido de Orthocladiinae (344) y Chironominae (212), con los géneros *Tanytarsinii* sp., *Chironomus* sp. y *Corynoneura* sp. Seguido de Trichoptera (50), con las familias Philopotamidae (22), Polycentropodidae (13), Hydroptilidae (8), Hydropsychidae (6), y Leptoceridae (1). Los géneros identificados fueron: *Leptonema* sp., *Smicridea* sp., *Chimarra* sp., *Cernotina* sp., *Polyplectropus* sp., *Hydroptilia* sp. y *Oecetis* sp. Continúa el orden Ephemeroptera (34), con las familias Leptophlebiidae (21), Caenidae (7) y Baetidae (6), con los géneros: *Farrodes* sp., *Caenis* sp. y *Baetis* sp. Le sigue el orden Coleoptera (29), con las familias Elmidae (23) y Scirtidae (6), con los géneros: *Macrelmis* sp., *Elodes* sp. Sigue el orden Odonata (20) con las familias Libellulidae, Gomphidae, Coenagrionidae y Lestidae, con los géneros: *Libellula* sp., *Sympetrum* sp., *Argia* sp., *Archilestes* sp., *Epigomphus* sp., *Phyllogomphoides* sp. (Fig. 1). (Cuadro 1 y 2).

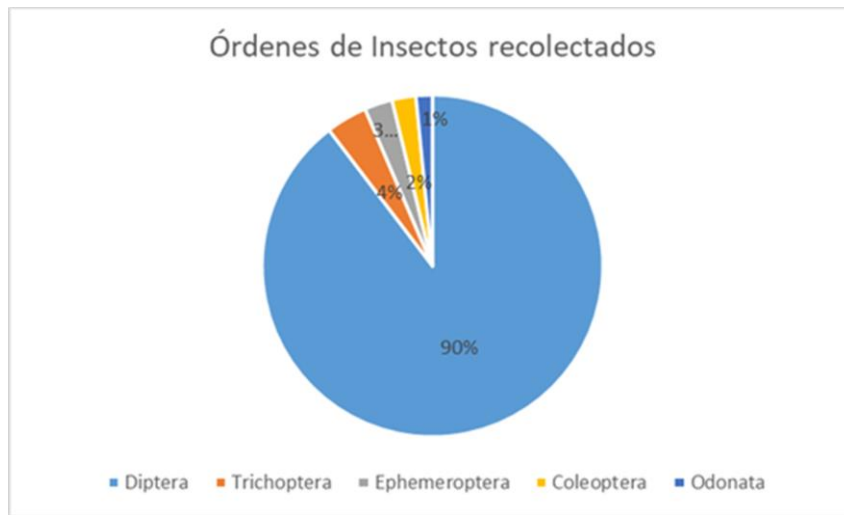


Fig. 1 Órdenes de Insectos acuáticos con mayor riqueza, recolectados en el Río de Vista Mares de Altos de Cerro Azul, Panamá

Cuadro 1. Reseña taxonómica de los insectos acuáticos recolectados en el río Vista Mares, de Altos de Cerro Azul, Panamá

Clase	Orden	Familia-subfamilia	Género	
Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis sp.</i>	
		Baetidae	<i>Baetis sp.</i>	
		Leptophlebiidae	<i>Farrodes sp.</i>	
	Odonata	Libellulidae	<i>Libellula sp.</i>	
			<i>Sympetrum sp.</i>	
		Gomphidae	<i>Phyllogomphoides sp.</i>	
			<i>Epigomphus sp.</i>	
		Coenagrionidae	<i>Argia sp.</i>	
	Plecoptera	Lestidae	<i>Archilestes sp.</i>	
		Perlidae	<i>Anacroneuria sp.</i>	
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis sp.</i>	
	Hemiptera	Gerridae	<i>Eurygerris sp.</i>	
	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis sp.</i>	
		Scirtidae	<i>Elodes sp.</i>	
	Trichoptera	Hydropsychidae		<i>Leptonema sp.</i>
				<i>Smicridea sp.</i>
				<i>Chimarra sp.</i>
			Philopotamidae	<i>Cernotina sp.</i>
			Polycentropodidae	<i>Polyplectropus sp.</i>
			Hydroptilidae	<i>Hydroptila sp.</i>
			Leptoceridae	<i>Oecetis sp.</i>
		Diptera	Tipulidae	<i>Limonia sp.</i>
			Ceratopogonidae	<i>Stilobezzia sp.</i>
			Chironominae	<i>Chironomus sp.</i>
			<i>Tanytarsinii sp.</i>	
	Orthoclaadiinae		<i>Corynoneura sp.</i>	
	Tanypodinae			
Stratiomyidae	<i>Odontomyia sp.</i>			
	Empididae	<i>Chelifera sp.</i>		
	Culicidae	<i>Culex sp.</i>		
		<i>Aedes sp.</i>		

Cuadro 2. Dominancia y riqueza específica de insectos acuáticos en los meses de recolecta, en el Río Vista Mares de Altos de Cerro Azul, Panamá

Taxa	feb. 2015	marzo	mayo	junio	julio	oct.	nov.	enero 2016	feb.	abril	enero 2017	feb.	Total
<i>Caenis</i> sp.	--	--	--	--	--	--	--	2	3	--	2	--	7
<i>Baetis</i> sp.	1	--	2	--	--	--	--	--	1	--	2	--	6
<i>Farrodes</i> sp.	--	--	--	--	2	2	--	6	3	--	6	2	21
<i>Libellula</i> sp.	1	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	1	3
<i>Sympetrum</i> sp.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	2
<i>Phyllogomphoides</i> sp.	--	1	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	2
<i>Epigomphus</i> sp.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	1
<i>Argia</i> sp.	6	--	--	--	--	--	1	1	1	--	2	--	11
<i>Archilestes</i> sp.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1
<i>Anacroneuria</i> sp.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	2
<i>Corydalus</i> sp.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	13	--	13
<i>Eurygerris</i> sp.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	1	--	3
<i>Macrelmis</i> sp.	2	4	1	--	3	1	2	2	4	2	--	2	23
<i>Elodes</i> sp.	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	3	2	6
<i>Leptonema</i> sp.	--	--	--	1	1	1	--	--	--	1	--	--	5
<i>Smicridea</i> sp.	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	1
<i>Chimarra</i> sp.	3	--	--	--	14	--	--	--	2	2	--	1	22
<i>Ceratomyza</i> sp.	--	--	--	--	--	1	--	1	6	--	--	3	11
<i>Polyplectropus</i> sp.	1	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2
<i>Hydroptila</i> sp.	1	--	--	1	1	--	--	--	5	--	--	--	8
<i>Oecetis</i> sp.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	1
<i>Limonia</i> sp.	--	--	--	1	--	--	1	1	6	--	--	2	11
<i>Stilobezzia</i> sp.	1	--	1	--	--	--	2	--	--	--	2	3	9
Chironominae	6	3	4	11	8	--	--	10	39	1	47	49	178
<i>Chironomus</i> sp.	--	--	1	1	--	--	--	--	2	--	3	3	10
<i>Tanytarsini</i> sp.	--	1	1	2	1	--	--	2	5	--	6	6	24
Orthocladinae	11	6	7	22	14	--	2	19	72	2	88	91	334
<i>Corynoneura</i> sp.	1	--	--	1	--	--	--	--	2	--	3	3	10
Tanypodinae	17	10	12	36	24	2	3	31	120	4	146	152	557
<i>Odontomyia</i> sp.	1	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	1	3
<i>Chelifera</i> sp.	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	--	2
<i>Culex</i> sp.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	8	1	9
<i>Aedes</i> sp.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	1
Total	52	26	29	77	68	8	11	76	275	15	338	324	1299
Simpson	0.81	0.75	0.74	0.67	0.77	0.81	0.83	0.74	0.71	0.84	0.72	0.68	
Margalef	3.04	1.84	2.08	2.07	1.89	2.4	2.41	2.31	3.02	2.58	3.1	2.94	

El número de insectos acuáticos en los meses de recolecta (Cuadro 2) indica que hay mayor riqueza de individuos en la estación seca que en la estación lluviosa. Esto lo corrobora los índices de dominancia de Simpson (0.81 a 0.84) y la riqueza específica de Margalef (3.02 a 3.10) (Fig. 2).

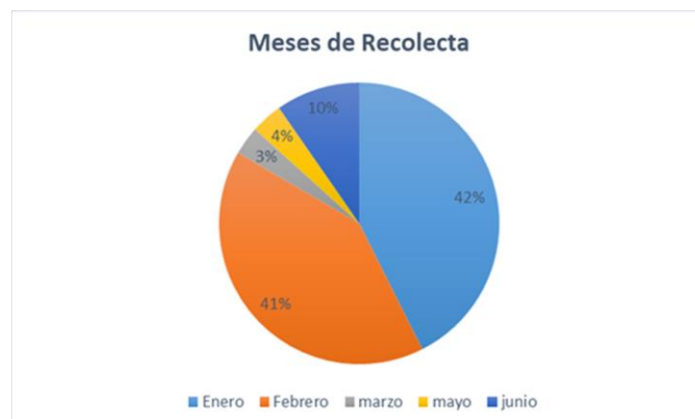


Fig. 2 Meses de recolección de insectos acuáticos en el Río de Vista Mares de Altos de Cerro Azul, Panamá

Cuadro 3. Dominancia y riqueza específica de insectos acuáticos, en los meses de recolección en las estaciones del Río Vista Mares de Altos de Cerro Azul, Panamá

Meses	Estaciones								Total
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	
feb-15	5	11	3	4	3	7	2	17	52
marzo	4	7	--	5	2	2	2	4	26
mayo	3	2	3	11	2	5	1	2	29
junio	6	17	7	3	3	31	--	10	77
julio	2	2	5	3	20	9	6	21	68
octubre	2	--	--	--	--	6	--	--	8
noviembre	2	3	5	1	--	--	--	--	11
ene-16	5	5	3	7	2	9	6	39	76
febrero	18	50	44	24	36	29	10	65	276
abril	6	2	--	--	1	2	1	3	15
ene-17	32	70	84	2	18	25	20	87	338
febrero	53	31	51	38	28	10	51	60	323
Total	138	200	207	97	115	135	99	308	1299
Simpson	0.77	0.77	0.73	0.76	0.78	0.84	0.67	0.81	
Margalef	2.23	0.77	1.68	1.95	1.89	2.04	1.74	0.57	

Al comparar el número de individuos en las estaciones (Cuadro 3) se observa que la estación 8 tiene más individuos (308), seguido de la estación 3 (207) y la estación 2 (200). Según el índice de dominancia de Simpson la estación 6 tiene más dominancia de Simpson (0.84) seguido de la estación 8 (0.81). La riqueza específica es mayor en la estación 1 (2.23) seguido de la estación 6 (2.04), esto se debe a que la estación 1 tenía individuos en todos los meses y la estación 6 tenía individuos en 11 meses de 12 meses de recolecta.

El índice de Jaccard mostró que la mayor similitud (60%) en la composición de individuos en el río Vista Mares se localizó entre las estaciones 6 y 8, seguido de la estación 1 y 3 con una similitud de 58% (Cuadro 4 y 5).

Cuadro 4. Presencia de insectos acuáticos en las estaciones de muestreo del Río Vista Mares de Altos de Cerro Azul, Panamá

Especimen	Estaciones							
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8
<i>Caenis sp.</i>	+	+	+			+		
<i>Baetis sp.</i>	+	+				+		+
<i>Farrodes sp.</i>	+	+	+		+	+	+	+
<i>Libellula sp.</i>		+			+			
<i>Sympetrum sp.</i>		+						+
<i>Phyllogomphoides sp.</i>	+				+			
<i>Epigomphus sp.</i>					+			
<i>Argia sp.</i>		+	+	+		+		
<i>Archilestes sp.</i>				+				
<i>Anacroneuria sp.</i>							+	
<i>Corydalus sp.</i>								+
<i>Eurygerris sp.</i>	+		+					
<i>Macrelmis sp.</i>	+	+	+	+	+	+		+
<i>Elodes sp.</i>		+					+	
<i>Leptonema sp.</i>				+		+		+
<i>Smicridea sp.</i>						+		
<i>Chimarra sp.</i>	+	+	+	+		+		+

Cuadro 4. (continuación)

Especimen	Estaciones							
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8
<i>Cernotina</i> sp.		+	+	+	+	+	+	+
<i>Polyplectropus</i> sp.				+			+	
<i>Hydroptila</i> sp.	+		+	+	+		+	
<i>Oecetis</i> sp.		+						
<i>Limonia</i> sp.	+		+	+		+		+
<i>Stilobezzia</i> sp.	+	+	+					+
Chironominae	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chironomus</i> sp.								
<i>Tanytarsinii</i> sp.	+	+						
Orthocladiinae	+	+	+		+		+	+
<i>Corynoneura</i> sp.				+		+		
Tanypodinae	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Odontomyia</i> sp.			+					
<i>Chelifera</i> sp.				+				
<i>Culex</i> sp.		+					+	
<i>Aedes</i> sp.		+						
Total	14	18	13	13	10	13	10	13

Cuadro 5. Comparación del índice de similitud de Jaccard en las estaciones de muestreo en el Río Vista Mares de Altos de Cerro Azul, Panamá

Estación	2	3	4	5	6	7	8
1	0.45	0.58	0.33	0.41	0.5	0.26	0.47
2		0.41	0.28	0.33	0.48	0.33	0.45
3			0.5	0.37	0.52	0.3	0.5
4				0.33	0.5	0.33	0.47
5					0.27	0.43	0.33
6						0.21	0.6
7							0.26

DISCUSIÓN

El orden Diptera fue el más abundante con la familia Chironomidae los cuales conforman una gran parte de las comunidades de insectos acuáticos (Prat *et al.*, 2014). Es uno de los grupos más abundante de insectos en todos los tipos de agua corriente; esto se debe a su gran capacidad de adaptación a las condiciones que el medio le presenta, localizándose en diversos hábitats (Ruiz *et al.*, 2000a, b). Según Marques *et al.*, (1999) casi siempre se presentan como dominante, tanto en ambiente lóticos como lénticos debido a su tolerancia a situaciones extremas como hipoxia y gran capacidad competitiva.

De los Chironomidae recolectados se identificaron tres subfamilias: Tanypodinae, Chironominae y Orthocladiinae. La Tanypodinae se localiza en estanques, lagos y ríos. Son depredadores de larvas de otros insectos y oligoquetos (Ruiz *et al.*, 2000a, b). La presencia de Chironomidae y las subfamilias como una de las más comunes, también ha sido documentada por Cornejo (2014), Aguirre & Bernal (2014).

La diversidad de los órdenes, familias y géneros de insectos acuáticos Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Megaloptera, Hemiptera, Coleoptera y Trichoptera recolectados en este trabajo se han reportado en otros ríos de Panamá como en el río Mula, Chiriquí (Bernal & Castillo, 2012), en el río Perresénico del Parque Nacional Darién (Cambra & Barría, 2014).

En la estación seca se recolectaron más individuos que en la estación lluviosa, esto se debe que en la estación seca se disminuye el caudal el cual es un factor importante y al mismo tiempo aumenta la actividad de los beneficios y se disminuye la capacidad de dilución de las aguas receptores (Fernández & Springer, 2008). Según Guevara Mora (2011) las precipitaciones provocan que las poblaciones de individuos disminuyan por la falta de hábitats y el desprendimiento de los sustratos a los que se adhieren. También Araúz *et al* (2000) presentó una disminución de la abundancia de individuos cuando aumentó el caudal del río Chico en Chiriquí.

El índice de similitud de Jaccard presentó mayor similitud en las

estaciones 6 y 8 (60%) seguido por las estaciones 1 y 3 (58%). Esta mayor similitud entre estas estaciones se debe a que presentan mayor cantidad de hojarasca que las otras estaciones, las cuales son utilizadas por los insectos acuáticos fragmentadores que recurren a partículas de gran tamaño, como las hojas, que caen al río y la degradan (Springer *et al.*, 2010).

CONCLUSIONES

Las estaciones de muestreo en el río Vista Mares de Altos de Cerro Azul presentan condiciones apropiadas para la diversidad y abundancia de la comunidad de insectos acuáticos, al recolectarse ocho órdenes, 25 familias y 30 géneros. Esta comunidad fue mayor en la estación seca que en la estación lluviosa.

REFERENCIAS

Aguirre, Y. & J. Bernal. 2014. Distribución y diversidad de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta, media y baja del Río Caldera, Chiriquí, Panamá. *Scientia*. 24 (2): 37-55.

Araúz, B., Amores, B. & E. Medianero. 2000. Diversidad de distribución de insectos acuáticos a lo largo del cauce del río Chico (provincia de Chiriquí, República de Panamá). *Scientia*, 15 (1): 27-45.

Bernal, J. & H. Castillo. 2012. Diversidad, distribución de los insectos acuáticos y calidad del agua de la subcuenca Alta y Media del Río Mula, Chiriquí, Panamá. *Tecnociencia* 14(1): 35-52.

Cambra, R.A. & L. Barría. 2014. Insectos acuáticos como indicadores de la calidad de agua del Río Perresenico, Parque Nacional Darién, República de Panamá. *Scientia*. 24 (2): 57-70.

Costa, C., Vanin, S. & S. Casari-Chen. 1988. Larvas de Coleoptera do Brasil. Museu de Zoologia. Universidad de Sau Paulo. Sau Paulo. Brasil. 447pp.

Cornejo, A. 2014. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados dulceacuícolas en el área de concesión minera Cerro Petaquilla, Colón, Panamá. *Scientia*. 24(2):15-35.

Fernández, L. & M. Springer. 2008. El efecto del beneficiado del café sobre los insectos acuáticos en tres ríos del Valle Central (Alajuela) de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 56 (4): 237-256.

Flowers, R. W. & C. De la Rosa. 2010. Ephemeroptera. *Rev. Biol. Trop.* 58 (4): 63-93.

González Lazo, D. & C. Naranjo. 2007. Clave de identificación para larvas del orden Ephemeroptera presentes en Cuba. *Rev. Entomol. Argent.* 66 (1-2):137-145.

Guevara Mora, M. 2011. Insectos acuáticos y calidad del agua en la cuenca y embalse del Río Peñas Blancas, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 59(2): 635-654.

Gutiérrez-Fonseca, P. E. 2010. Plecoptera. *Rev. Biol. Trop.* 58 (4): 139-148.

Marqués, M.G.M., Ferreira, R.L. & F.A.R. Barbosa. 1999. A comunidade de Macroinvertebrados Aquáticos e características limnológicas das lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual, do Río Doce, MG. *Rev. Brasil. Biol.* 59(2): 203-210.

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la Biodiversidad. CYTED, ORCYT, SEA. México. 80 pp.

Posada-García, J. & G. Roldán-Pérez. 2003. Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el Nor-occidente de Colombia. *Caldasia* 25(1): 169-192.

Prat N. & M. Rieradevall. 2011. Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Diptera) de los ríos Altoandinos de Ecuador y Perú. Clave para la determinación de los géneros. Proyectos de investigación CERA, FUCARA y BIQUORA, con el auspicio de la AECID y el MCYT de España.

Prat N. & M. Rieradevall. 2012. Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Diptera) de los ríos Mediterráneos, clave para la determinación de los principales morfotipos larvarios. Grupo de Investigación F.E.M. Departamento de Ecología, Universidad de Barcelona. 42pp.

Prat N., J. González Trujillo & R. Ospina Torres. 2014. Clave para la determinación de exuvias pupales de los quironómidos (Diptera: Chironomidae) de ríos altoandinos tropicales. *Rev. Biol. Trop.* 62 (4) 1385-1406.

Ramírez, A. 2010. Odonata. *Rev. Biol. Trop.* 58 (4): 97-136.

Roldán Pérez, G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia. Colombia. 217 pp.

Roldán Pérez, G. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Rev. Acad. Colomb. Cienc:* vol XXIII, No. 88: 376-387.

Roldán Pérez, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. Ciencia y Tecnología. Ed. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Roldán Pérez, G. 2016. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev. Acad. Colomb.* 40 (155):254-274.

Ruiz Moreno, J., R. Ospina Torres & W. Riss. 2000a. Guía para la identificación genérica de larvas de Quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá. II. Subfamilia Chironominae. *Caldasia* 22 (1): 15-33.

Ruiz Moreno, J.L., R. Ospina Torres, H. Gómez Sierra & W. Riss. 2000b. Guía para la identificación genérica de larvas de Quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá. III. Subfamilias Tanypodinae, Podonominae y Diamesinae". *Caldasia* 22 (1):34-60.

Sermeño Chicas, J.M., L. Serrano, M. Springer., M.R. Panagua., D. Pérez., A. Rivas., R. Menjivar., B. de Torres., F. Carranza., J. Flores., C. González., P. Gutiérrez., M. Hernández., A. Monterrosa & A. de Linares. 2010. Determinación de la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando invertebrados acuáticos: Índice Biológico a nivel de familia de invertebrados acuáticos en El Salvador (IBF-SV-2010). Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos. Proyecto Universidad de El Salvador (UES)-Organización de los Estados Americanos (OEA). Editorial Universitaria UES, San Salvador, El Salvador. 43 pp.

Springer, M., A. Ramírez. & P. Hanson. 2010. Macro invertebrados de agua dulce de Costa Rica I. Rev. Biol. Trop. 58 (4), 240pp.

Recibido 24 de abril de 2018, aceptado 04 de junio de 2018.