

Diversidad, distribución de la comunidad de insectos acuáticos y calidad del agua

de la parte alta- media del río David, provincia de Chiriquí, república de Panamá

Diversity, distribution of the aquatic insects community and water quality

from high- mid watershed of the David river, Chiriquí province, republic of Panama

Recibido para evaluación: 30 de Junio de 2009

Aceptación: 23 de Noviembre de 2009

Recibido versión final: 1 de Diciembre de 2009

Roberto Pino Selles¹
Juan Antonio Bernal Vega²

RESUMEN

Se determinó la calidad del agua, la diversidad y distribución de los insectos acuáticos en la parte alta-media del río David, Chiriquí, Panamá, de enero a mayo de 2005. Las muestras se recolectaron con pinzas entomológicas para obtener los insectos refugiados bajo rocas y en hojarasca, y una red triangular (D- net) para capturar los insectos nadadores en la superficie y en la columna de agua, barridos de fondo y la vegetación marginal sumergida. Los especímenes se colocaron en alcohol al 70% con unas gotas de glicerina. La comunidad de insectos acuáticos consistió de 91 géneros agrupados en 48 familias, pertenecientes a 9 órdenes de la Clase Insecta. El Índice de Diversidad de Shannon- Weaver fue de 2.75, lo que demuestra una alta diversidad en este ecosistema. Los géneros *Eurygerris* sp. y *Rhagovelia* sp. fueron los más abundantes. El Índice de Similitud de Jaccard mostró la mayor similitud entre las estaciones 3 y 4 con un 53.7%, y la menor entre las estaciones 2 y 4, con un 34.7% de similitud. El índice biótico BMWP/Col. presentó valores de 189, 245, 245 y 190 en las estaciones 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Estos valores lo ubican dentro de la Clase de agua I, e indica que las aguas son de buena calidad y que están libres de contaminación o poco alteradas.

Palabras Clave: Insectos acuáticos, bioindicadores, diversidad, distribución, calidad del agua, río David, Panamá.

ABSTRACT

In order to determine the water quality, distribution and diversity of the aquatic insects community in the David river highmid watershed, samples were collected from January to May 2005 in four sampling stations. Two different capture methods were used: entomological forceps to remove insects from the leaf litter and rocks, and a triangular net (D- net) to capture swimmers insects on the surface and in the water column, and search for insects in the subaquatic vegetation. Samples were placed in alcohol 70% and a few drops of glycerine. The aquatic insects community found in the David river highmid section was represented by 91 genera grouped in 48 families, belonging to 9 orders of the Insect Class. The Shannon-Weaver Diversity Index was of 2.75, which demonstrates the high diversity of this ecosystem. The genera *Eurygerris* sp. and *Rhagovelia* sp. were the most abundant. The Similarity Jaccard Index, showed the higher similarity between stations 3 and 4, with 53.7%, and the lower was between stations 2 and 4, with 34.7% of similarity. The Biotic Index BMWP/Col., values of 189, 245, 245 and 190 for the stations 1, 2, 3 and 4, respectively, was obtained. These values are located in the Water Class I, that indicate that the waters quality of the sampled place was good, and they are free of pollution or slightly altered.

Key Words: Aquatic insects, bioindicators, diversity, distribution, water quality, David river, Panama.

1. Licenciado, Universidad Autónoma de Chiriquí, David, Chiriquí, Panamá.

2. Doctor Recursos naturales, Escuela de Biología Universidad Autónoma de Chiriquí, David, Chiriquí, Panamá.
aaaa@gmx.net

1. INTRODUCCIÓN

El agua, el compuesto más abundante sobre la tierra, tiene la capacidad de transporte rápido de todo tipo de sustancias como no lo tiene otra sustancia sobre este planeta, posee una característica física y química que la hacen fundamental para el desarrollo de vida. Por tanto, cualquier alteración repercute en las estructuras de las comunidades (Roldán, 2003).

Los indicadores de contaminación permiten identificar el nivel de deterioro ambiental (Shimkin, 1996~ citado por Garza et al., 2005). La evaluación de la calidad del agua se ha realizado tradicionalmente con base en los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos. Sin embargo, en los últimos años, muchos países del mundo han aceptado la inclusión de las comunidades acuáticas en la evaluación de la calidad de los ecosistemas acuáticos (Roldán, 2003), debido a que las variaciones fisicoquímicas sólo dan una idea puntual sobre la calidad del ambiente y no ofrecen información sobre las variaciones en el tiempo (Alba Tercedor, 1996~ citado por Medianero y Samaniego, 2004).

Los insectos acuáticos son muy susceptibles a los cambios fisicoquímicos en los ecosistemas acuáticos. Además, muchas especies son depredadoras de vectores de enfermedades y constituyen fuente de alimento para los peces y otros animales acuáticos (Andersen y Weir, 2004). Por consiguiente, las características ecofisiológicas de especies de insectos acuáticos y en general, de macroinvertebrados en los ríos, indican la calidad del agua.

La subcuenca del río David constituye la fuente principal de abastecimiento de agua para consumo humano y para uso agroindustrial en la provincia de Chiriquí. Los beneficiarios son aproximadamente 122.078 habitantes distribuidos en los distritos de David, Dolega y otras comunidades circunvecinas (Censos de Población, 2000~ citados por Batista, 2003). Esta subcuenca está afectada por la tala indiscriminada de los bosques de galería, el sobre pastoreo de las praderas naturales, el manejo inadecuado de las tierras de cultivos y el vertimiento de residuos industriales sin tratamiento. Los efectos negativos se traducen en una alteración en los ciclos de las comunidades biológicas, aumentando la abundancia de las especies más tolerantes y provocando la disminución o desaparición de las más susceptibles (Ruíz et al., 1994~ citados por Medianero y Samaniego, 2004). El propósito de este estudio fue determinar la diversidad y distribución de los insectos acuáticos en la subcuenca del río David y su relación con la calidad del agua.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

El área de estudio se localizó en la subcuenca alta y media del río David en la vertiente del Pacífico de la ladera sur occidental del Volcán Barú y al occidente de la república de Panamá en la provincia de Chiriquí. La subcuenca está ubicada a alrededor de los 8°46' de Latitud Norte, entre los 10 y 2000 m.s.n.m. El clima es lluvioso con una temperatura anual promedio de 22.2° C. La estación seca se extiende de fines de noviembre y mediados de diciembre hasta mediados o fines de abril, aunque excepcionalmente se prolonga hasta mediados de mayo.

Según las zonas de vida de Holdridge y Jiménez (1982), en la parte alta- media se encuentran bosques muy húmedo tropical, húmedo premontano, muy húmedo premontano, pluvial premontano, húmedo montano bajo y pluvial montano bajo. La parte alta de la subcuenca está cubierta por bosques de protección del Parque Nacional Volcán Barú. En la parte media, predominan los pastizales y bosques de galería. Muchas especies animales ya han desaparecido por la fragmentación de los hábitats. Cuando se prohibió la caza y la pesca indiscriminadas, los daños eran enormes y en zonas agrícolas, es común el uso indiscriminado de plaguicidas (Batista, 2003).

Para lograr los objetivos del estudio se establecieron cuatro estaciones de muestreo de la siguiente manera: a) Estación 1 en la comunidad de El Banco de Potrerillos,

b) Estación 2 en El Banco de Palmira,



- c) Estación 3 en la comunidad de Palma Real, y
- d) Estación 4 en El Flor de Dolega (Tabla 1).

En cada estación se realizaron dos muestreos mensuales entre enero y mayo de 2005.

2.2. Recolección y procesamiento de las muestras

Se realizaron muestreos manuales y con una red triangular. Los muestreos manuales se hicieron en las márgenes del río, cuyas aguas eran poco profundas y rápidas. Para esto, se procedió a levantar las piedras con el objetivo de sacar, con la ayuda de pinzas entomológicas, los insectos de sus refugios. De igual forma, se recogió hojarasca sumergida, se colocó sobre bandejas y se realizó una observación minuciosa para tratar de extraer todos los insectos acuáticos, en su mayoría en estado inmaduros, adheridos a las superficies de rocas, ramas, raíces, hojarasca y árboles caídos.

Sitios de muestreo	m.s.n.m.	Coordenadas	
		Este	Norte
1. Nacimiento secundario de agua de la subcuenca del río David, El Banco de Potrerillos.	1,145	33°20'09"	96°33'42"
2. Entrada, El Banco de Palmira.	1,045	33°21'86"	96°20'24"
3. Viveros de Cítricos S.A., Palma Real.	743	33°41'18"	95°67'47"
4. Entrada a la toma de agua del IDAAN, El Flor.	246	34°28'92"	94°82'98"

Tabla 1. Coordenadas geográficas de las cuatro estaciones de muestreo escogidas a lo largo de la subcuenca del río David.

Con la red triangular, se realizaron barridos sobre la superficie como en la columna de agua y en las orillas de la vegetación marginal del río, con el fin de obtener insectos nadadores o patinadores. También se realizaron barridos en las corrientes y en las aguas profundas, recogiendo restos de hojarasca, de ramas e incluso de fango. En cada sitio, se aplicó el mismo esfuerzo de muestreo (45 minutos) con los diferentes métodos de recolección. Las muestras se depositaron en recipientes plásticos o en bolsas plásticas con cierre hermético con alcohol al 70% y glicerina (Roldán, 1988). Posteriormente, las muestras se trasladaron al Laboratorio de Peces de agua dulce e invertebrados de la Universidad Autónoma de Chiriquí. Cada organismo fue colocado en un recipiente plástico de 15 ml, debidamente rotulado con el número de estación de muestreo. La identificación de los especímenes se hizo al estereoscopio y se utilizaron las claves de Mc Cafferty (1981), Merritt y Cummins (1996) y Roldán (1988, 2003). Las identificaciones fueron verificadas por el Dr. J.A. Bernal Vega (Universidad Autónoma de Chiriquí). Otros 11 especímenes fueron identificados por el Lic. E. Medianero (Departamento de Entomología, Universidad de Panamá).

2.3. Tratamiento de la información

Los datos fueron agrupados por estación, por lo que se obtuvo un número de familias y número de individuos que fueron tabulados y graficados. Para determinar la estructura de la comunidad de insectos acuáticos en la subcuenca alta- media del río David, se aplicó el índice de Diversidad Shannon-Weaver y uniformidad de Pielou (Margalef, 1998, Pérez y Sola, 1993a) a cada estación. Para comparar la estructura de la comunidad de insectos acuáticos en los diferentes pisos altitudinales seleccionados, se empleó el índice de Jaccard (Pérez y Sola, 1993b) y para determinar la calidad del agua en las estaciones de muestreo se calculó el índice biótico BMWPCol. "Biological Monitoring Working Party/ Colombia" (Roldán, 2003).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Abundancia de organismos

En total se encontraron 5.535 individuos, pertenecientes a 82 géneros (10 sin determinar), 46 familias (dos sin determinar) y nueve órdenes de la Clase Insecta (Tabla 2).

Tabla 2. Insectos acuáticos encontrados en la parte alta-media del río David, entre enero y mayo de 2005.

Orden	Familia	Género	E1	E2	E3	E4	Total	%	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i>	4	0	0	3	7	0.12	
		<i>Moribaetis</i>	1	6	4	18	29	0.52	
	Heptageniidae	<i>Stenonema</i>	0	1	0	0	1	0.02	
	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	44	39	14	31	128	2.31	
		<i>Tricorythodes</i>	29	12	23	12	76	1.37	
	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	10	95	53	24	182	3.28	
<i>Traverella</i>		1	9	0	0	10	0.18		
Dodonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>	12	14	31	8	65	1.17	
	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i>	0	0	1	5	6	0.11	
		<i>Argia</i>	0	1	1	0	2	0.04	
		<i>Telebasis</i>	0	0	7	2	9	0.2	
	Gomphidae	<i>Phyllogomphoides</i>	0	0	1	0	1	0.02	
		<i>Progomphus</i>	0	0	3	2	5	0.09	
	Libellulidae	<i>Brechmorhoga</i>	1	0	3	2	6	0.1	
		<i>Macrothemis</i>	0	0	0	1	1	0.02	
	Megapodagrionidae	<i>Megapodagrion</i>	0	0	2	1	3	0.05	
	Sin determinar	Sin determinar	0	1	1	0	2	0.04	
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	50	77	189	86	402	7.26	
Neuroptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i>	0	0	5	7	12	0.22	
		<i>Lethocerus</i>	3	5	14	0	22	0.39	
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Brachymetra</i>	1	0	0	3	4	0.07	
		<i>Eurygerris</i>	49	784	153	226	1.212	21.9	
	Gerridae	<i>Metrobates</i>	0	0	0	11	11	0.2	
		<i>Trepobates</i>	5	0	0	13	18	0.32	
	Hebridae	<i>Hebrus</i>	0	1	2	0	3	0.05	
		<i>Merragata</i>	1	0	0	0	1	0.02	
	Hydrometridae	<i>Hydrometra</i>	1	0	0	0	1	0.02	
	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i>	0	0	4	9	13	0.23	
		<i>Limnocris</i>	8	31	10	0	49	0.88	
		<i>Micracanthia</i>	0	1	1	0	2	0.04	
	Saldidae	<i>Salda</i>	0	1	0	0	1	0.02	
		Sin determinar	1	0	0	0	1	0.02	
	Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	136	46	485	615	1.282	23.16	
	Coleoptera	Dryopidae	<i>Dryops</i>	0	3	17	0	20	0.36
			<i>Postelichus</i>	5	13	21	6	45	0.81
			Sin determinar	0	0	1	0	1	0.02
Elmidae		<i>Cleptelmis</i>	0	0	0	2	2	0.04	
		<i>Cylloepus</i>	2	0	0	0	2	0.04	
		<i>Heterelmis</i>	1	1	2	2	6	0.11	
		<i>Lara</i> sp. 1	0	0	1	0	1	0.02	
		<i>Lara</i> sp. 2	0	0	0	1	1	0.02	
		<i>Macrelmis</i> sp. 1	0	0	3	12	15	0.27	
		<i>Macronychus</i> sp. 1	3	0	2	0	5	0.09	
		<i>Macronychus</i> sp. 2	1	0	1	2	4	0.07	

Coleoptera	Elmidae	<i>Macronychus</i> sp. 3	1	1	0	0	2	0.04	
		<i>Macronychus</i> sp. 4	0	1	0	0	1	0.02	
		<i>Macronychus</i> sp. 5	1	0	0	0	1	0.02	
		<i>Macronychus</i> sp. 6	1	1	0	0	2	0.04	
		<i>Macronychus</i> sp. 7	0	1	0	0	1	0.02	
		<i>Optioservus</i>	0	1	0	1	2	0.04	
		<i>Ordobrevia</i>	1	0	0	0	1	0.02	
		<i>Phanocerus</i>	49	20	7	9	85	1.53	
		<i>Stenelmis</i> sp. 1	184	5	8	29	226	4.08	
	<i>Stenelmis</i> sp. 2	2	5	3	3	13	0.23		
	Gyrinidae	<i>Andogyrus</i>	1	47	0	0	48	0.86	
		<i>Dineutus</i>	0	3	1	0	4	0.07	
		Sin determinar	1	0	0	0	1	0.02	
	Lutrochidae	<i>Lutrochus</i>	0	1	5	0	6	0.11	
	Psephenidae	<i>Psephenus</i>	10	163	43	63	279	5.04	
	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	61	96	26	2	185	3.34	
	Scirtidae	<i>Prionocyphon</i>	0	14	1	0	15	0.27	
	Staphylinidae	<i>Bledius</i>	6	0	1	1	8	0.14	
		<i>Mycrallymma</i>	0	0	1	0	1	0.02	
		<i>Psephidonus</i>	0	0	4	1	5	0.09	
<i>Stenus</i>		1	0	1	0	2	0.04		
Sin determinar	Sin determinar	1	0	0	0	1	0.02		
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	2	18	124	0	144	2.6	
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	0	46	0	0	46	0.83	
	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	177	28	93	93	391	7.06	
		<i>Smicridea</i>	4	1	1	40	46	0.83	
	Hydroptilidae	<i>Ochrotrichia</i>	0	1	0	1	2	0.04	
		<i>Atanatolica</i>	3	65	29	4	101	1.82	
	Leptoceridae	<i>Neptopsyche</i>	1	0	3	0	4	0.07	
		<i>Oecetis</i>	0	2	0	0	2	0.04	
		<i>Triplectides</i>	0	1	1	0	2	0.04	
	Odontoceridae	<i>Marilia</i>	0	1	0	0	1	0.02	
	Philopotamidae	<i>Chamarra</i>	1	2	22	4	29	0.52	
	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	0	1	0	0	1	0.02	
	Psychomyiidae	Sin determinar	0	0	0	1	1	0.02	
	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon</i>	0	0	1	1	2	0.04
			<i>Forcipomyia</i>	0	0	0	1	1	0.02
Chironomidae		Sin determinar	9	38	24	20	91	1.64	
Dixidae		<i>Dixella</i>	0	5	0	0	5	0.09	
Psychodidae		<i>Maruina</i> sp. 1	0	4	0	0	4	0.04	
		<i>Maruina</i> sp. 2	0	5	0	0	5	0.09	
Simuliidae		<i>Simulium</i>	37	2	7	20	66	1.19	
Tipulidae		<i>Hexatoma</i>	0	0	9	1	10	0.18	
		<i>Tipula</i>	1	1	0	0	2	0.04	
Chloropidae		Sin determinar	0	0	1	0	1	0.02	
Syrphidae	Sin determinar	0	0	1	0	1	0.02		
Lepidoptera	Pyalidae	Sin determinar	5	6	2	6	19	0.34	
Total	44, 2 Sin determinar	72, 10 Sin determinar	929	1.727	1.474	1.405	5.535	100.0	

En la estación dos, se recolectó la mayor cantidad de individuos durante el estudio (1.727), seguida por las estaciones tres (1.473), cuatro (1.405) y uno (930) (Tabla 2). En las estaciones tres y cuatro, la temperatura, la velocidad de las corrientes y la oxigenación del agua fueron muy similares. En tanto, la mayor abundancia en la estación dos se debe, posiblemente a la variedad de fuentes de alimentos, oxigenación del agua, además de las temperaturas adecuadas (Merritt et al., 1982, citados por Araúz et al., 2000). En los insectos acuáticos, se han documentado diversos hábitos alimentarios que incluyen herbívoros, detritívoros y carnívoros, como raspadores, trituradores, ramoneadores, filtradores, chupadores, recolectores y depredadores (Tabla 3).



Tabla 3. Hábitos alimentarios de los insectos acuáticos encontrados en este estudio.

Orden	Familia	Género	Hábito alimentario	Referencia
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i>	Detritívoros	Alayo, 1977
		<i>Moribaetis</i>		
	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>		
		<i>Tricorythodes</i>		
Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	Detritívoros-recolectores	Bello y Cabrera, 2001	
	<i>Traverella</i>			
Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>	Depredadores	Lara y Villeda, 2000
	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i>		
		<i>Argia</i>		
		<i>Telebasis</i>		
	Gomphidae	<i>Phyllogomphoides</i>		
		<i>Progomphus</i>		
Libellulidae	<i>Brechmorhoga</i>			
	<i>Macrothemis</i>			
Megapodagrionidae	<i>Megapodagrion</i>			
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneturia</i>	Carnívoros	Gamboa et al., 2008
Neuroptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i>	Carnívoros	Contreras, 2000
	Belostomatidae	<i>Lethocerus</i>	Carnívoros	Armúa y Estévez, 2005
Hemiptera	Gerridae	<i>Eurygerris</i>	Depredadores	Hernández y Algecira, 2007
		<i>Metrobates</i>		
		<i>Trepobates</i>		
	Hebridae	<i>Hebrus</i>	Depredadores, chupadores	
		<i>Merragata</i>	Chupadores	
	Hydrometridae	<i>Hydrometra</i>	Chupadores	
	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i>	Depredadores, chupadores	
		<i>Micracanthia</i>		
Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	Depredadores		
Coleoptera	Dryopidae	<i>Dryops</i>	Herbívoros	Solís, 2010
		<i>Postelichus</i>		
	Elmidae	<i>Cleptelmis</i>	Generalmente; colectores, herbívoros y detritívoros.	Hernández y Algecira, 2007
		<i>Cylloepus</i>		
		<i>Heterelmis</i>		
		<i>Lara</i> sp. 1		
		<i>Lara</i> sp. 2		
		<i>Macrelmis</i> sp. 1		
		<i>Macronychus</i> sp.		
		<i>Optioservus</i>		
		<i>Ordobrevia</i>		
		<i>Phanocerus</i>		
	<i>Stenelmis</i> sp. 1			
	<i>Stenelmis</i> sp. 2			
	Gyrinidae	<i>Andogyrus</i>	Depredadores	Jerez y Moroni, 2006
<i>Dineutus</i>				
Lutrochidae	<i>Lutrochus</i>	Depredadores		
Psephenidae	<i>Psephenus</i>	Ramoneador		
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	Herbívoros	Posada y Roldán, 2003
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	Raspador, colector-recolector	Reynaga, 2009
		Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	
	<i>Smicridea</i>		Colectores- filtradores	
	Hydroptilidae	<i>Ochrotrichia</i>	Raspadores, herbívoros	Holzenthal, 1988
	Leptoceridae	<i>Neptopsyche</i>	Colector- recolector, triturador	Reynaga, 2009
		<i>Atanatolica</i>	Raspadores, herbívoros	Holzenthal, 1988
		<i>Tripletides</i>	Raspadores, herbívoros	
	Odontoceridae	<i>Marilia</i>	Raspador, colector-recolector	Reynaga, 2009
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	Colectores- filtradores	
Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	Colectores- filtradores		
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon</i>	Filtradores, detritívoros	Spinelli y Marino, 2009
		<i>Forcipomyia</i>		



El orden Hemiptera presentó la mayor abundancia de individuos y las familias más representativas fueron Gerridae (22.5%) y Veliidae (23.2%). También fue importante el orden Coleoptera, con las familias Elmidae (6.7%), y Psephenidae (5.0%). Entre los otros órdenes, se destacaron los Trichoptera, con la familia Hydropsychidae (7.9%). Adicionalmente, los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera, Diptera y Odonata fueron importantes. Los menos abundantes fueron los órdenes Neuroptera y Lepidoptera, con las familias Corydalidae (0.2%) y Pyralidae (0.3%) (Tabla 2, Figura 1). En los 13 muestreos mensuales, se observó que el orden Hemiptera dominó durante todo el estudio; seguido fluctuó la dominancia entre los órdenes Coleoptera y Trichoptera (Figura 2). El orden Neuroptera mostró poca prevalencia durante el estudio, debido a que el género *Corydalus* sp., presentó una baja cantidad de individuos y se encontró en pocos muestreos.

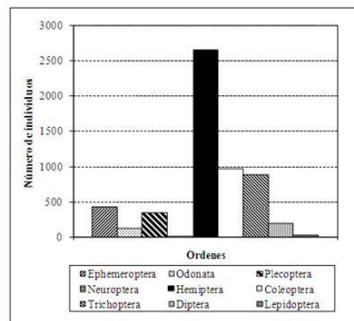


Figura 1. Abundancia de insectos acuáticos en la parte alta- media del río David, de enero a mayo de 2005.

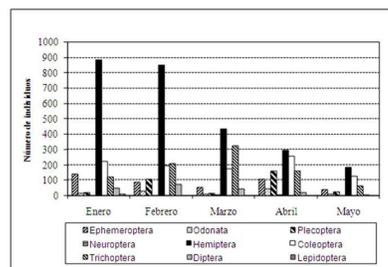


Figura 2. Abundancia de insectos durante cinco meses de muestreo en la parte alta- media del río David en el 2005.

Mientras que los primeros meses de muestreo coincidieron con el inicio de la estación seca, los últimos correspondieron al inicio de la estación lluviosa. De esta forma, el aumento del caudal provocó que la mayoría de los especímenes fuesen arrastrados por las fuertes corrientes. Araúz et al. (2000) también observaron una disminución de la abundancia de cantidad de individuos de macroinvertebrados cuando aumentaba el caudal del río Chico en Chiriquí.

Una mayor abundancia de Hemipteros han sido documentados por Rodríguez et al. (2000), Rodríguez y Bonilla (1999) y Wittgreen y Villanero (1998). Las familias más representativas fueron Veliidae y Gerridae.

Del orden Trichoptera, la familia con más representantes fue Leptoceridae, con *Atanatolica* sp., *Neptopsyche* sp., *Oecetis* sp. y *Triplectides* sp. Estos estudios coincidieron con los realizados por Araúz et al. (2000) y Medianero y Samaniego (2004), para quienes la familia Leptoceridae presentó el mayor número de géneros, en comparación con las otras familias. El orden Ephemeroptera fue uno de lo más comunes en el estudio. La familia Leptohyphidae fue la más representativa con el género *Leptohyphes* sp., pero el género más predominante de todo el orden fue *Thraulodes* sp., de la familia Leptophlebiidae. Resultados similares fueron obtenidos por Rodríguez et al. (2000), en los cuales el género *Thraulodes* sp. fue el más común durante toda la investigación. El orden Plecoptera sólo presentó la familia Perlidae y el género *Anacroneuria* sp. Este género fue muy común durante todo el estudio y en todas las estaciones de muestreo, y esto concuerda con el estudio realizado por Rodríguez et al. (2000).

Dentro del orden Diptera, la familia Chironomidae fue la más abundante. Ésta se logró encontrar en cada una de las estaciones de muestreo, siendo más abundante en la estación 2.

Esto pudo deberse al hecho de que este punto es el camino de tránsito de los moradores de la comunidad porque hay fincas ganaderas en los alrededores, y además es un punto donde se acumula cierta cantidad de hojarasca y materia orgánica en pequeñas cantidades. Estudios realizados por Medianero y Samaniego (2004) hacen referencia al hecho de que las especies de Chironomidae habitan en aguas con un ligero a un gran estado de alteración. La presencia de familia Chironomidae, como una de las más comunes, también ha sido documentado por Wittgreen y Villanero (1998), Rodríguez y Bonilla (1999), Araúz et al. (2000) y Rodríguez et al. (2000).

El orden Odonata estuvo representado por las familias Calopterygidae, Coenagrionidae, Gomphidae, Libellulidae, Megapodagrionidae y una familia sin determinar. La familia más común fue Calopterygidae, con el género Hetaerina sp., mientras que las otras estuvieron muy similares en abundancia. Cabe mencionar que Hetaerina sp. presentó una peculiar presencia en las estaciones 1 y 2, lo cual generalmente, no ocurrió con las otras especies. Este evento es comparable con los estudios realizados por Margalef (1983, citado por Rodríguez y Bonilla, 1999), el cual sostiene que generalmente las familias de los zygópteros prefieren los fondos rocosos con aguas rápidas y limpias, debido a su forma alargada y a la presencia de traqueobránquias caudales largas, cuya función es la de una fuente de oxigenación, ya que éstos lugares son los más propicios para la supervivencia de estos individuos.

Dentro de los órdenes menos predominantes durante el estudio, estuvieron los Lepidoptera y Neuroptera, los cuales estuvieron representados por las familias Pyralidae y Corydalidae, respectivamente. Los pirálidos se encontraron en cada una de las estaciones, lo cual no ocurrió con los coridálidos, ya que éstos estuvieron sólo en las estaciones 3 y 4. Un aspecto muy importante por mencionar es el hecho de que las larvas de los pirálidos se encontraron adheridas a las rocas en capullos sedosos (Roldán, 2003), lo cual no ocurre en los coridálidos? posiblemente se deba a factores como la altitud u otros factores ambientales lo que explica la ausencia de los neurópteros en las estaciones de muestreo 1 y 2.

3.2. Índice de Similitud

La diversidad y la uniformidad por estación fue similar y varió entre 2,20 en la estación 4 y 2,59 en la uno, y entre 0.57 y 0.67 para estas dos estaciones, respectivamente (Tabla 4). La menor diversidad en la estación 4 pudo deberse al fenómeno descrito por Araúz et al. (2000), en el que documentaron que la temperatura influyó drásticamente en la distribución y diversidad de los insectos acuáticos. En este punto, la vegetación marginal es escasa, el sustrato es muy rocoso con mucho fango y hojarasca próxima a la descomposición, además, el cauce del río es más amplio que en las otras estaciones. Esto tiene sus implicaciones, ya que adicionalmente a que la vegetación marginal en este punto es escasa, una mayor amplitud del cauce del río permitiría una mayor incidencia de la radiación solar en el agua, lo que trae consigo un incremento de la temperatura del agua y esto a su vez, podría hacer para muchos organismos acuáticos menos tolerable el medio.

Tabla 4. Índices ecológicos aplicados a la abundancia de insectos acuáticos por estación en la parte alta-media del río David, entre enero y mayo de 2005.

Variable	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4
Número de individuos	930	1,727	1,473	1,405
Número de especies	48	52	55	46
Uniformidad	0.67	0.58	0.63	0.57
Índice de Shannon- Weaver	2.59	2.30	2.54	2.20

Los valores de uniformidad para los cinco meses de muestreo incrementaron con el tiempo, y oscilaron entre 0.57, en enero y 0.78, en mayo. El índice de diversidad por muestreo fluctuó entre $H' = 2.29$, en enero y 2.82, en marzo (Tabla 5). Estos resultados pudieron deberse a que el área de muestreo, en general, presentó un bosque de galería exuberante con una reducida perturbación. Tal suceso es apoyado por el estudio de Rodríguez y Bonilla (1999), realizado en el río Santa María en la provincia de Veraguas, donde encontraron una gran diversidad de insectos

en un área bien reforestada. El menor número de especies se obtuvo en abril (42) y en mayo (30). Estos últimos meses coincidieron con el inicio de la temporada lluviosa. Según Borja et al. (2005), la turbiedad incide en la disminución del número de individuos y además, el incremento del caudal del río favorece el arrastre de los macroinvertebrados.

Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Número de individuos	1,452	1,512	993	1,123	455
Número de especies	55	58	53	42	30
Uniformidad	0.57	0.61	0.71	0.74	0.78
Índice de Shannon-Weaver	2.29	2.49	2.82	2.76	2.66

Tabla 5. Índices ecológicos aplicados a la abundancia de insectos acuáticos por meses de muestreo en la parte alta-media del río David, entre enero y mayo de 2005.

En el índice de similitud de Jaccard, se observó que las estaciones de muestreo que presentaron la mayor similitud en cuanto a la comunidad de especies fueron la 3 y 4, con un 53.7% seguidas por las estaciones 1 y 2 con 47.1%. Al comparar la estación 4 con la estación 1, se obtuvo una similitud media (43.3%), la cual fue muy parecida a la comparación realizada entre las estaciones 1 y 3, las que mostraron un 43.8% de similitud. Las estaciones 2 y 4 mostraron las comunidades de insectos acuáticos menos similares con un 34.7% (Tabla 6). En cuanto a la similitud por mes de muestreo, se observó que los meses de enero, febrero, marzo y mayo presentaron la mayor similitud en las estaciones 2 y 3, con porcentajes de 48.8, 42.9, 44.4 y 62.5, respectivamente? mientras que en abril, fue en las estaciones 3 y 4 con un 55.2%.

Estación	2	3	4
1	0.471 (47.1 %)	0.438 (43.8 %)	0.433 (43.3 %)
2	-	0.467 (46.7 %)	0.347 (34.7 %)
3	-	-	0.537 (53.7 %)

Tabla 6. Resumen comparativo del índice de similitud de Jaccard en tres estaciones de muestreo en la subcuenca alta- media del río David, entre enero y mayo de 2005.

Una explicación que podría exponer el hecho de que la mayor similitud se encontrara entre las estaciones 3 y 4, fue debido a que éstas estuvieron en un clima casi similar, en comparación a las primeras estaciones, las cuales tuvieron una temperatura un poco más baja que las anteriores. Además de ello, se pudo notar que, en ambas estaciones, la velocidad de la corriente y la oxigenación de sus aguas fueron más similares en comparación a las dos primeras estaciones, ya que a medida que se empieza a descender por el cauce de un río, quebrada o arroyos, así mismo disminuye la velocidad de sus corrientes y la oxigenación de sus aguas (Merritt et al., 1984, citados por Araúz et al., 2000). A pesar de que la estación 4 presentó poca vegetación marginal, otro factor que pudo influir en esta similitud con la estación 3, fue el de la alimentación (en el caso de los organismos herbívoros), ya que en este último punto de muestreo, se acumuló mucha hojarasca que fue arrastrada por las corrientes superiores de la subcuenca y por consiguiente, ambos puntos de muestreo poseyeron la misma materia vegetal de la cual posiblemente se alimentaron dichos individuos. Estos resultados difieren de los obtenidos por Medianero y Samaniego (2004), ya que en su estudio, en términos generales, la similitud fue muy escasa, mientras que en éste, fue moderada. Al compararlos con los resultados obtenidos por Araúz et al. (2000), se encontró que los resultados fueron muy parecidos, pues en ambos estudios la similitud fue moderada.

3.3. Índice biótico BMWP/Col

Al identificar las familias obtenidas por estación de muestreo, se pudo apreciar que la parte alta- media del río David presentó una diversidad de especies que sólo habitan en lugares con una buena condición ecológica, es decir, en aguas muy limpias a limpias. Tal afirmación se confirmó haciendo uso del índice biótico BMWP/Col., el cual mostró que los mayores valores lo presentaron las estaciones 2 y 3, (con 245 puntos cada una), y los menores valores lo presentaron las estaciones 1 y 4, (con 189 y 190, respectivamente). Estos valores indican una Clase I de calidad buena de agua, que corresponde a aguas muy limpias a limpias. Esto se refleja por la presencia de especies que sólo viven en aguas de buena calidad y sin ningún tipo de contaminación. La presencia de individuos como los de la familia Perlidae del orden Plecoptera demostró la calidad de las aguas de cada una de las

estaciones de muestreo, ya que estos individuos fueron encontrados en cada punto de muestreo y esta presencia reflejó tal calidad, debido a que estos organismos sólo se pueden encontrar en un hábitat libre de alguna contaminación, pues son muy susceptibles al menor grado de deterioro de un ecosistema acuático (Guerrero et al., 2002). Otros grupos que comparten esta peculiaridad con los pérlidos son los helicopsíquidos, calamocerátidos, ptilodactílidos, odontocéridos, psefénidos, gómfidos, entre otros (Roldán, 2003).

Resultados contrastantes en cuanto a la diversidad de especies fueron documentados por Medianero y Samaniego (2004) en el río Curundú en la provincia de Panamá. Ellos documentan en su estudio que la dominancia de los géneros de la familia Chironomidae y la simplicidad de la mayoría de las comunidades, son indicativos de un sistema fuertemente afectado por la contaminación. Las comunidades constituidas por más del 60% de individuos de la familia Chironomidae son un indicativo de una condición entre moderada y alta de contaminación de las aguas (Caicedo y Palacios, 1998? Nieves 1989, citado por Medianero y Samaniego, 2004). Apesar que los quironómidos son considerados como indicadores de contaminación, éstos también se pueden encontrar en aguas limpias, lo que se debe a la gran capacidad adaptativa que poseen estos dípteros para desarrollarse tanto en aguas nocivas como saludables (Viñuales, 2002).



4. CONCLUSIONES

- La parte alta- media del río David presenta una alta diversidad de insectos acuáticos, representados en nueve órdenes, 44 familias y 72 géneros identificados.
- El orden Hemiptera presentó mayor cantidad de individuos, ubicados en la familia Veliidae.
- Los órdenes que presentaron menor variedad de familias fueron Plecoptera, Neuroptera y Lepidóptera, con una familia cada uno.
- Tomando en consideración el índice de diversidad Shannon- Weaver, se obtuvo en la parte alta- media del río David una diversidad por estación de muestreo y por época, que osciló entre 2.20 y 2.82.
- Con base en el índice de similitud de Jaccard, la mayor similitud se encontró al comparar las estaciones 3 y 4, mientras que la mayor diferencia se encontró entre las estaciones 2 y 4.
- Según el índice biótico BMWP/Col, las cuatros estaciones de muestreo en la cuenca alta- media del río David presentaron una calidad de agua buena.

BIBLIOGRAFÍA

- Alayo, P., 1977. Introducción al estudio del orden Ephemeroptera en Cuba. Instituto de Zoología de la Academia de Ciencias de Cuba. (Consultado 14/1/2010): http://74.125.47.132/custom?q=cache:wQczLEnuW2MJ:www.famu.org/mayfly/pubs/pub_a/pubalayop1977p1.pdf+leptohyphes+se+alimentan+de&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=pa&client=pub-7803909890504900.
- Andersen, N., Weir, T., 2004. Insectos semi- acuáticos: encuentran 58 especies nuevas. Noticias de Insectos de Argentina y el Mundo; Más Noticias. Argentina. (Consultado 15/8/2005): <http://axxon.com.ar/mus/info/040180.htm>.
- Araúz, B., Amores, B. y Medianero, E., 2000. Diversidad de distribución de insectos acuáticos a lo largo del cauce del río Chico, provincia de Chiriquí, república de Panamá. Scientia, Panamá. 15 (1): pp. 27- 45.
- Armúa, C. y Estévez, A., 2005. Diversidad de Heterópteros acuáticos, con especial referencia a las Belostoma (Heteróptera: Belostomatidae). Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y

- Agrimensura. Argentina. (Consultado 14/1/2010). http://74.125.113.132/custom?q=cache:mxLzABATd_IJ:dgisrv15.unt.edu.ar/fcsnat/insugeo/miscelanea_14/pdf/21.pdf+h%C3%A1bito+alimenticio+de+Lethocerus&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pa&client=pub-7803909890504900.
- Batista, R., 2003. Estudios básicos para el diagnóstico de la subcuenca del río David. Tesis de Ing. Agrícola. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias, David, Chiriquí. 157 P.
- Bello, C. y Cabrera, M., 2001. Alimentación ninfal de Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera) en el Caño Paso del Diablo, Venezuela. Revista de Biología Tropical. ISSN 0034-7744 versión impresa. Maracaibo, Venezuela. 49 (3): 4 P. (Consultado 14/1/2010). http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442001000300020&script=sci_arttext.
- Borja, F., Carvajal, C., et al, 2005. Factores que inciden en la disminución de los organismos a lo largo de una cuenca. Universidad de Tolima. Colombia (Consultado 15/8/2005). <http://www.monografias.com/trabajos29/organismos-cuenca/organismos-cuenca.shtml>.
- Caicedo, O. y Palacio, J., 1998. Los macroinvertebrados bénticos y la contaminación orgánica en la quebrada La Mosca, Guarne, Antioquia, Colombia. Actual Biol. 20 (69): pp. 61- 73.
- Contreras, A., 2000. Informe final del Proyecto K022. Megaloptera (Insecta: Neuropterida) de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Departamento de Zoología. México. (Consultado 14/1/2010). http://74.125.113.132/custom?q=cache:_NEMU80ylc0J:www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfK022.pdf+h%C3%A1bito+alimentario+de+Corydalidae&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=pa&client=pub-7803909890504900.
- Gamboa, M., Chacón, M. y Segnini, S., 2008. Ritmo diario de alimentación y tamaño de presa en cuanto especies simpátricas de Plecoptera (Insecta) en un río tropical Andino. Ecotrópicos. Venezuela. 22(1): pp. 37-43p. (Consultado 14/1/2010).. <http://74.125.113.132/custom?q=cache:HS1C3oVhV3MJ:www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/30063/1/articulo4.pdf+h%C3%A1bito+alimentario+de+Anacroneuria&cd=4&hl=es&ct=clnk&gl=pa&client=pub-7803909890504900>.
- Garza, V., Badii, M. y Fernández, I., 2005. Indicadores de contaminación y bioindicadores. (Consultado 2/8/2005). <http://www.uacj.mx/Publicaciones/sf/Vol2num4/Articulo.htm>.
- Guerrero, F., Manjarrés, A. y Núñez, N., 2002. Los macroinvertebrados bentónicos de pozo azul, Cuenca del río Gaira, Colombia y su relación con la calidad del agua. Acta Biológica Colombiana, (Consultado 8/2/2003).. http://64.233.179.104/search?q=cache:Vcbz2Ou5LnAJ:www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF%27s/V8N2/Art5V8N2.pdf++Perlidae+%2B+Guerrero&hl=es&ct=clnk&cd=1&lr=lang_es.
- Hernández, A. y Algecira, A., 2007. Insectos acuáticos en un sistema lótico (Quebradas). (Consultado 14/1/2010). <http://www.pedagogica.edu.co/proyectos/galeriab/verinfo.php?idimagen=40>, <http://www.pedagogica.edu.co/proyectos/galeriab/verinfo.php?idimagen=67>, <http://www.pedagogica.edu.co/proyectos/galeriab/verinfo.php?idimagen=72>.
- Holdridge, L. y Jiménez, H., 1982. Ecología: basada en zonas de vida. Segunda Edición. San José, Costa Rica. 216 P.
- Holzenthal, R.W., 1988. Systematics of Neotropical Triplectides (Trichoptera: Leptoceridae). Annals of the Entomological Society of America, 81: pp. 187- 208. (Consultado 14/1/2010). <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto59.html>.
- Jerez, V. y Moroni, J., 2006. Diversidad de Coleópteros acuáticos en Chile. Gayana, Concepción. Versión On- line ISSN 0717- 6538. pp. 72- 81. (Consultado 14/1/2010). http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-65382006000100012&script=sci_arttext.
- Lara, J. y Villeda, M., 2000. Libélulas: esos ágiles cazadores. Revista Chapingo. Series Forestales y del Ambiente. 6(1): pp. 55-61. (Consultado 14/1/2010). <http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:xyh1rmMiLkJ:www.chapingo.mx/noticias/img/revistas/articulos/doc/142846f62b31dc5aa8a466718581f713.pdf+odonatos+son+depredadores&hl=es&gl=pa&pid=>



bl&srcid=ADGEEsGc8ZTHLdxAkDXTXVNuYO0qMBZLNJPxoQeX3uKfPx90JIBjhFvHHO-
owVCMKRaQkPvXajAvA5BUjnHhc9Z85Kpkotxn46mnsnNLYp3xUbHnkE5LQ1j1W59oyqg
P47GJT6Mg2LXW&sig=AHIEtbSNeQl4GLuHt3dQV9aPVK1sPw3img.

- Margalef, R., 1998. *Ecología*. Editorial Omega. 968 P.
- McCafferty, W., 1981. *Aquatic entomology*. Boston: Science Books International. 448 P.
- Medianero, E. y Samaniego, M., 2004. Comunidad de insectos acuáticos asociados a condiciones de contaminación en el río Curundú, Panamá. *Folia Entomol. Mex.*, 43(3): pp. 279- 294.
- Merritt, R. and Cummins, K., 1996. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Third Edition. E. U. Edition Kendall/Hunt Publishing Company, 682 P.
- Pérez- López, F.J. y Sola- Fernández, F.M., 1993a. DIVERS. Programa para el cálculo de los índices de similitud. [programa informático en línea]. (Consultado 30/12/2005). <http://perso.wanadoo.es/jp-l/descargas.htm>.
- Pérez- López, F.J. y Sola- Fernández, F.M., 1993b. SIMIL. Programa para el cálculo de los índices de similitud. [programa informático en línea]. (Consultado 30/12/2005). <http://perso.wanadoo.es/jp-l/descargas.htm>.
- Posada, J. y Roldán, G., 2003. Clave ilustrada y la diversidad de las larvas de Trichoptera en el Noroccidente de Colombia. *Universidad de Antioquia. Caldasia* 25(1) 2003: pp. 169-192. (Consultado 14/1/2010). http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:Pg0dbJkPRwcJ:www.usawaterquality.org/volunteer/special/EPAListserv/zooloogia2.pdf+Phylloicus+se+alimentan+raspando&hl=es&gl=pa&pid=bl&srcid=ADGEEsIF1DDxEvFRUesq3VV4GXaoNtnNIY6vj0eFKZRtOxWkP97MOV-4zZnSTBQaZ4C0NuOsn79mzmBhplvsrWzfyk_gSfAxXc4vfk5JRWeXSILNXQ14M-eCcrsCaX7WvCW8jWnw27&sig=AHIEtbTWIQ2wkMWY6bDQGIqChsnqPQwDyA.
- Reynaga, M., 2009. Hábitos alimentarios de larvas de Trichoptera (Insecta) de una cuenca subtropical. *Ecología Austral. Asociación Argentina de Ecología*. 19: pp. 207 - 214. (Consultado 14/1/2010). <http://www.ecologiaaustral.com.ar/files/275e4741e0.pdf>.
- Rodríguez, V.E., Barrera, M. y Delgado, Y., 2000. Insectos Acuáticos de la quebrada El Salto, en el distrito de Las Palmas, provincia de Veraguas, República de Panamá. *Scientia, Panamá*. 15 (2): pp. 33- 44.
- Rodríguez, V.E. y Bonilla, E., 1999. Estudio taxonómico de la comunidad de insectos acuáticos en Los Corrales, distrito cabecera de San Francisco, provincia de Veraguas, República de Panamá. *Scientia (Panamá) Vol. 14, N 2*, pp. 65- 77.
- Roldán, G., 1988. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Editorial Presentia Ltda. Bogotá, Colombia. 217 P.
- Roldán, G., 2003. *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de las aguas en los Andes Colombianos*. Editorial de la Universidad de Antioquia, Departamento de Biología. Medellín, Colombia. 170 P.
- Solís, A., 2010. Familia Dryopidae. Instituto Nacional de Biodiversidad. Costa Rica. (Consultado 14/1/2010). <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto268.html>.
- Spinelli, G. y Marino, P., 2009. Estado actual del conocimiento de la familia Ceratopogonidae en la Patagonia (Diptera: Nematocera). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 68(1)-2P. Mendoza ene. /jun. 2009. (Consultado 14/1/2010). http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0373-56802009000100015&script=sci_arttext.
- Viñuales, A., 2002. Los macroinvertebrados acuáticos y la pesca con mosca: los insectos. *Con mosca. España*. (Consultado 3/3/2006). <http://www.conmosca.com/modules.php?name=News&file=article&sid=67>.
- Wittgreen, Z. y Villanero, S., 1998. *Inventario de Macroinvertebrados en el río La Villa, Península de Azuero*. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Universidad de Panamá. 122 P.