



**Biología-Química-Física
Matemática-Estadística**

TECNOCIENCIA



Revista de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnológicas
Universidad de Panamá



**PRIMER REGISTRO PARA PANAMÁ DE LA FAMILIA
PLOKIOPHILIDAE Y DE LA ESPECIE *Lipokophila eberhardi*
Schuh, 1993 (HEMIPTERA: HETEROPTERA)**

Roberto A. Cambra, Diomedes Quintero A. y Alonso Santos M.

Museo de Invertebrados G. B. Fairchild, Estafeta Universitaria, Universidad de
Panamá, Panamá 0824, República de Panamá.

E-mail: miuprcambra@yahoo.com

RESUMEN

Se registra por primera vez para Panamá la familia de chinche Plokiophilidae y la especie *Lipokophila eberhardi* Schuh, 1993, tres especímenes de *L. eberhardi* fueron recolectados en Bocas del Toro, Changuinola, y localizados en una red de seda cribelada de *Tengella radiata* (Araneae, Tengellidae).

PALABRAS CLAVES

Plokiophilidae, Araneae, Tengellidae, distribución, Bocas del Toro.

ABSTRACT

The bug family Plokiophilidae and the species *Lipokophila eberhardi* Schuh, 1993 are reported for the first time for Panama, three specimens of *L. eberhardi* collected in Bocas del Toro, Changuinola, were located in the cribellate silk web of *Tengella radiata* (Araneae, Tengellidae).

KEYWORDS

Plokiophilidae, Araneae, Tengellidae, distribution, Bocas del Toro.

INTRODUCCIÓN

Plokiophilidae es una familia de chinches pequeños (1.2 a 3.0 mm de longitud corporal) con distribución pantropical (excepto Australia), la cual incluye cinco géneros y 13 especies (Henry, 2009). Plokiophilidae se divide en dos subfamilias: Embiophilinae, con el género *Embiophila* asociado a embiópteros; y Plokiophilinae, con cuatro géneros, *Plokiophila*, *Plokiophiloides*, *Lipokophila* y *Heissophila* asociados a redes de arañas (familias Dipluridae, Agelenidae, Hexathelidae, Tengellidae), en donde se alimentan de insectos atrapados en las redes (Carayon, 1974, Eberhard *et al.*, 1993, Schuh 2006, Henry, 2009, van Helsdingen, 2011).

El apareamiento, en esta familia de chinches, se da por inseminación traumática (Henry, 2009), cuando el macho perfora con su órgano copulatorio la pared del cuerpo de la hembra y deposita el espermatozoide fuera del tracto reproductivo usual. La excepción a este comportamiento probablemente se da en *Heissophila*, pues las características morfológicas del aparato genital del macho y la ausencia de tubos copulatorios en la hembra sirven de evidencia que carecen de inseminación traumática (Schuh, 2006).

Lipokophila eberhardi Schuh, 1993.



Fig. 1. *Lipokophila eberhardi*, macho, espécimen recolectado en Changuinola, Bocas del Toro, Panamá.

Holotipo ♂, Costa Rica, Heredia, La Selva, nr. Puerto Viejo, ca. 100 m, Abr. 1983, col. W. Eberhard; depositado en el Museo Americano de Historia Natural, N. Y.

Froeschner (1999) indica que Plokiophilidae no ha sido registrada para Panamá. Una exhaustiva búsqueda en la literatura nos confirma, hasta ahora, la ausencia de esta familia de chinche en Panamá. El objetivo del presente trabajo es informar sobre la presencia de Plokiophilidae en Panamá y corroborar el hábitat de *Lipokophila eberhardi* (Fig. 1) en redes de seda de la araña *Tengella radiata* (Tengellidae).

Especímenes examinados.- PANAMÁ: Bocas del Toro, Changuinola, Finca Caraña, cerca de El Silencio, 30 nov 2001, col. J. Mendieta, 3 especímenes.

Distribución: Costa Rica (Provincias de Heredia, Puntarenas, San José) y Panamá. Primer registro de la familia y especie para Panamá.

Comentarios: Los tres especímenes fueron recolectados en una red de seda cribelada de *Tengella radiata* (Kulczynski, 1909) (ident. por R. Miranda). La red, en forma de embudo, estaba a 9 cm del suelo. Dos de los especímenes recolectados miden 2.8 mm de longitud corporal (desde el ápice del clipeo al ápice de la membrana del hemiélitro), el tercer espécimen está fragmentado e incompleto. Eberhard *et al.* (1993) informan que especímenes de *Lipokophila eberhardi* y *Lipokophila tengella* Schuh, 1993 han sido recolectados en Costa Rica, ambas especies inclusive habitando en una misma red de *Tengella radiata*. Eberhard *et al.* (1993) mencionan que ambas especies son muy parecidas y se diferencian por el tamaño corporal (*L. eberhardi* mide entre 2.7 y 2.9 mm, *L. tengella* mide cerca de 2.07 mm), y color del hemiélitro (en gran parte marrón en *L. eberhardi*, gran parte blancuzco en *L. tengella*).

AGRADECIMIENTOS

A Jorge Mendieta, Departamento de Botánica, Universidad de Panamá, por la donación de los especímenes estudiados en esta investigación y la información brindada sobre la red de *Tengella*.

REFERENCIAS

Carayon, J. 1974. Étude sur les hémiptères Plokiophilidae. Ann. Soc. Entomol. Fr. 10(3): 499-525.

Eberhard, W. G., N. I. Platnick, R. T. Schuh. 1993. Natural History and Systematics of Arthropod Symbionts (Araneae; Hemiptera; Diptera) Inhabiting Webs of the Spider *Tengella radiata* (Araneae, Tenggellidae). Am. Mus. Novit. 3065: 1-17.

Froeschner, R. 1999. True bugs (Heteroptera) of Panama: A synoptic catalog as a contribution to the study of Panamanian biodiversity. Mem. Am. Entomol. Inst. (Gainesville) 61: 1-393.

Henry, T. J. 2009. Biodiversity of Heteroptera. Págs. 223-263. En: R. Footitt, y P. Adler (eds.). Insect Biodiversity: Science and Society. Blackwell Publishing. 632 págs.

Schuh, R. T. 2006. *Heissophila macrotheleae*, a new genus and new species of Plokiophilidae from Thailand (Hemiptera, Heteroptera), with comments on the family diagnosis. Denisia 19: 637-645.

Van Helsdingen, P. J. 2011. Spiders in a hostile world (Arachnoidea, Araneae). Arachnol. Mitt. 40: 55-64.

Recibido mayo de 2014, aceptado agosto de 2014.



DIVERSIDAD DE ESPECIES DE LOS PARASITOIDES DE *Bemisia tabaci* (GENNADIUS) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EN CULTIVOS Y MALEZAS EN PANAMÁ

Juan A. Bernal Vega¹

¹Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad Autónoma de Chiriquí.

E-mail:juanbern@gmail.com.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la diversidad de parasitoides de *Bemisia tabaci* en varios cultivos y cuatro especies de malezas en Panamá, se realizaron dos giras de campo mensuales a La Espigadilla y Los Ángeles (provincia de Los Santos), Ollas Arriba (provincia de Panamá) y Caisán (provincia de Chiriquí), entre mayo de 1998 y abril de 1999. Se recolectaron 30 folíolos por planta infestadas con *B. tabaci*. Se encontraron cinco especies de parasitoides pertenecientes a los géneros *Encarsia* y *Eretmocerus* (ambos Aphelinidae, Hymenoptera: Chalcidoidea). *Eretmocerus* sp. (63.2 %) y *Encarsia pergandiella* Howard (30.7 %) fueron los parasitoides más abundantes. Se encontró una nueva especie del género *Encarsia*, cuya descripción no ha sido posible porque solo se encontraron dos especímenes. Las otras especies encontradas fueron *Encarsia porteri* Howard y *Encarsia hispida* De Santis. En campos de tomate de la provincia de Los Santos se encontró un nivel de parasitismo de $20.4\% \pm 14.8\%$, incluyendo todas las especies de parasitoides. Durante un año de muestreo en las tres provincias, los niveles de parasitismo en los cultivos fueron: ají > malezas > tomate. Estas diferencias son probablemente debidas, predominantemente, a las diferencias en la intensidad de aplicación de insecticidas en ají y tomate.

PALABRAS CLAVES

Parasitoides, *Bemisia tabaci*, *Eretmocerus* sp. *Encarsia pergandiella*, *Encarsia porteri*, *Encarsia hispida*, tomate, pimentón, malezas.

ABSTRACT

In order to determine the diversity of parasitoids of *Bemisia tabaci* in several crops and four weeds species in Panama, two field trips monthly to La Espigadilla and Los Angeles (Los Santos province), Ollas Arriba (province of Panama) and Caisán (Chiriquí) were carried out between May 1998 and April 1999. 30 leaflets were collected by plant infested with *B. tabaci*. Five species of parasites belonging to the genera *Encarsia* and *Eretmocerus* (both Aphelinidae, Hymenoptera: Chalcidoidea) were found. *Eretmocerus* sp. (63.2%) and *Encarsia pergandiella* Howard (30.7%) were the most abundant parasitoids. A new species of the genus *Encarsia* was found, but the description has not been possible because only two specimens were collected. The other species found were *Encarsia porteri* Howard and *Encarsia hispida* De Santis. In tomato fields in Los Santos province, the parasitism level of $20.4\% \pm 14.8\%$ was found, including all parasitoids species parasitism in crops, indescending order, were: Chili > weeds > tomato.

During a year of sampling in the three provinces, the levels of parasitism were: pepper > weeds > tomato. These differences are probably due predominantly to differences in the intensity of insecticide applications on pepper and tomato.

KEYWORDS

Parasitoids, *Bemisia tabaci*, *Eretmocerus* sp. *Encarsia pergandiella*, *Encarsia porteri*, *Encarsia hispida*, tomato, pepper, weeds.

INTRODUCCIÓN

Desde 1986, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) ha alcanzado niveles poblacionales elevados en América Central y el Caribe. Esto ha provocado grandes pérdidas en diferentes cultivos de la región. (Hilje & Arboleda, 1993, Polston & Anderson, 1997). Polston & Anderson (1997), han documentado una visión amplia de los efectos económicos que el complejo *B. tabaci* ha causado en la producción de tomate en América Central. Con base en las diferencias bioecológicas de esta plaga y los síntomas de daño en las plantas, *B. tabaci* ha sido separada en los biotipos A y B (Brown *et al.*, 1995) y se reconoce el biotipo Q (Martínez-Carrillo & Brown, 2007) por su resistencia a piretroides y organofosforados (Tsagkarakou *et al.*, 2009). El biotipo B se identificó como una nueva especie llamada *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Perring *et al.*, 1993) caracterizada por su capacidad de transmitir geminivirus y provocar afectaciones fisiológicas importantes. En Panamá, el problema se ha agudizado

desde 1991 (Zachrisson & Poveda, 1993). Por ejemplo, en la península de Azuero en 1997 hubo pérdidas por el orden de 2500 toneladas en la producción del tomate industrial (aproximadamente. 250.000 US\$), por causa de *B. tabaci* y los geminivirus (J.C. Cedeño, Nestlé S.A. - Panamá, Com. Pers.).

Referente a los enemigos naturales de las moscas blancas, se han realizado varias compilaciones, entre las que se pueden citar las de Mound & Halsey (1978), López-Avila (1986), Gerling (1990) y Cock (1993). Los parasitoides de esta plaga están representados por los géneros *Encarsia* y *Eretmocerus* (Hym.: Aphelinidae) y *Amitus* (Hym.: Platygasteridae) (Vázquez, 2002). En varios países de Latinoamérica se han documentado unas 16 especies de *Encarsia* y seis especies de *Eretmocerus* (Vázquez, 2002). En Panamá se han documentado los trabajos realizados por Adames & Korytkowski (1994) en la península de Azuero, donde se identificaron los géneros *Encarsia*, *Eretmocerus* y *Aleurodiphilus*, Bernal & Basedow (2000), informan la presencia de tres especies de *Encarsia* en varias plantas hospedantes en Panamá.

Como medidas de combate contra *B. tabaci* se han utilizado diferentes métodos. Por ejemplo: control biológico (parasitoides, depredadores y hongos entomopatógenos (Cock, 1986; López-Ávila, 1986; Fransén, 1990; Gerling, 1990; Parrella *et al.*, 1992); medidas culturales (barreras vivas, manejo de las fechas de siembra, alta densidad de siembra, destrucción de las malezas infestadas con virus, cultivos asociados, rotación de cultivos (Hilje *et al.*, 2001); el uso de insecticidas y variedades resistentes (Cock, 1986; Salguero, 1993). Aunque se han utilizado varias medidas de combate, *B. tabaci* es aún una plaga que se considera importante. Por ello, este trabajo tiene como finalidad determinar el espectro de parasitoides de *B. tabaci*, así como de los niveles de parasitismo en tomate, pimentón y en cuatro especies de malezas, en tres áreas de Panamá.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitios y frecuencia de muestreo

Para los muestreos se realizaron dos giras de campo por mes, entre mayo de 1998 y abril de 1999, a pequeñas parcelas de cultivos (entre

media y una hectárea) de productores. Las localidades muestreadas fueron: Los Angeles (30 m.s.n.m.) y La Espigadilla (30 m.s.n.m.) (provincia de Los Santos); Ollas Arriba de Capira (200 m.s.n.m.) (provincia de Panamá) y Caisán (800 m.s.n.m.) (provincia de Chiriquí).

Espectro de los parasitoides de *B. tabaci*

Se recolectaron 30 hojas o folíolos por cultivo, con pocas excepciones, las cuales estaban infestadas con ninfas de *B. tabaci*. Los cultivos estudiados fueron los siguientes: tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), pimentón (*Capsicum annuum* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Las malezas fueron las siguientes: *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae), *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae), *Melampodium divaricatum* L. Rich. ex Pers. (Asteraceae) y *Malachra alceifolia* Jacq. (Malvaceae). Los muestreos se realizaron en pequeñas parcelas de cultivos (entre media y una hectárea) de productores y en las malezas de sus alrededores. Los folíolos maduros fueron recolectados de plantas seleccionadas al azar, con la finalidad de evitar recolectar ninfas jóvenes que pudieran estar parasitadas y debido a que su desarrollo se detiene, no se puede registrar esta información.

Una vez recolectadas las muestras se colocaron en bolsas plásticas con papel húmedo, para evitar la desecación. En el laboratorio, los folíolos con ninfas de *B. tabaci* parasitadas se colocaron en platos Petri de plástico con papel humedecido y luego se esperó hasta la emergencia de los parasitoides adultos. Los parasitoides fueron aclarados para facilitar su identificación, colocándolos en una solución de lactofenol por 3 a 5 días. La identificación de los parasitoides hasta especie fue realizada con el uso de las claves de Polaszek *et al.* (1992) y Evans & Polaszek (1997). Las identificaciones fueron confirmadas por el Dr. G. Evans (Entomology and Nematology Department, University of Florida). Las otras especies de moscas blancas asociadas a las plantas hospederas estudiadas fueron identificadas con la claves publicadas por Caballero (1994). La colección voucher de los parasitoides recolectados en las ninfas de *B. tabaci* sobre las plantas hospederas estudiadas, debidamente montados e identificados fue depositada en el

Museo de Invertebrados G. B. Fairchild (MIUP), de la Universidad de Panamá. Todos los parasitoides emergieron de ninfas de *B. tabaci*.

Niveles de parasitismo

Para la determinación de los niveles de parasitismo se realizaron siete conteos en 50 plantas (1 foliolo/planta), desde inicios de junio hasta inicios de septiembre, durante el ciclo completo de una plantación de tomate (variedad: *IDIAP T-7*), ubicada en Los Angeles, distrito de Los Santos. Los foliolos fueron revisados al estereoscopio, donde se registró la siguiente información:

- Exuvia con un orificio de salida del parasitoide (reconocible por su forma circular).
- Exuvia con abertura de salida de *B. tabaci* (reconocible por la abertura en forma de T).
- Ninfas de *B. tabaci* no parasitadas.
- Ninfas de *B. tabaci* parasitadas.

Luego, los foliolos con ninfas de *B. tabaci*, en diferentes condiciones, se transportaron al laboratorio de Biología de la Universidad de Panamá, sede de Herrera. Posteriormente se colocaron con papel humedecido, en un anaquel a temperatura ambiente, y se esperó que los parasitoides adultos emergieran. Para evitar una subestimación, los niveles de parasitismo se calcularon sin considerar el número de ninfas juveniles vivas y muertas, debido a que no se sabía si estos estadios estaban o no parasitados (después de la toma de los foliolos infectados con ninfas juveniles se elimina la posibilidad de ser parasitados).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Espectro de los parasitoides de *B. tabaci*

Todos los 677 parasitoides recolectados en ninfas de *B. tabaci* se ubicaron dentro los géneros *Eretmocerus* y *Encarsia* (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae). La identificación hasta el nivel de especie en *Eretmocerus* no fue posible debido a la carencia de conocimientos sobre la taxonomía de este género. Se presume, por las características morfológicas de los especímenes que se trata de una sola especie. El 63.2 % de los parasitoides criados pertenecen al género *Eretmocerus* y solamente el 36.8 % pertenecen al género *Encarsia* (Cuadro 1, Figs. 1A y B). En el género *Encarsia* se encontraron cuatro especies. *En.*

pergandiella (para diferenciarla de *Eretmocerus*) Howard (30.7 % de 677 parasitoides) fue el parasitoide más frecuentemente encontrado dentro de este género. Las otras tres especies, las cuales no fueron frecuentemente encontradas, fueron *En. hispida* De Santis (Fig. 1D), *En. porteri* Howard y *Encarsia* sp. nov. (Fig. 1C). De esta última especie no ha sido posible su descripción debido a que solo se encontraron dos individuos (G. Evans, Departamento de Entomología y Nematología, Universidad de Florida, Com. Pers.).

Los representantes del género *Eretmocerus* no fueron solamente los parasitoides más frecuentemente encontrados, sino también se encontraron en todos los cultivos y malezas de todos los sitios de muestreo (Cuadro 1). Se debe mencionar que hay una aparente estacionalidad no competitiva entre *Eretmocerus* y *En. pergandiella*. Pues el mayor porcentaje de *Eretmocerus* se recolectó entre junio y octubre de 1998, mientras que *En. pergandiella* entre septiembre de 1998 y enero de 1999 (Cuadro 2). *Eretmocerus* es uno de los más importantes grupos de aphelinidos que atacan las moscas blancas alrededor del mundo. Pickett *et al.* (2013) en una evaluación por 10 años después de la liberación de *Er. mundus* Mercet (ex. Spain) en California, reportó que este parasitoide se ha dispersado al menos 80 km desde el sitio de liberación, y que constituyen el 96% de la aphelinidos recuperados de *B. tabaci* que infesta algodón. Estos autores indican que de cinco especies de parasitoides que fueron liberados durante los 1990's en California, solamente *Er. mundus* se estableció permanentemente en el sur del valle de San Joaquín, e incluso desplazó a los *Eretmocerus* nativos que atacaban *B. tabaci* en este cultivo.

La mayoría de los parasitoides criados fueron encontrados durante la época lluviosa (entre junio y diciembre) (Cuadro 2). La distribución de los niveles de parasitismo se presentaron, de mayor a menor, de la siguiente forma: pimentón>malezas>tomate (Fig. 2). La distribución promedio de todos los parasitoides presentó picos en septiembre del 1998 y enero de 1999 (Fig. 2). Debe mencionarse que se encontró un ejemplar del hiperparasitoide *Signiphora aleyrodinis* Ashmead (Hymenoptera: Signiphoridae) en Capira (Planta hospedero: *Sida rhombifolia*) (Fig. 1E). Se depositó un juego completo de los ejemplares recolectados en el "Museo de Invertebrados G.B. Fairchild

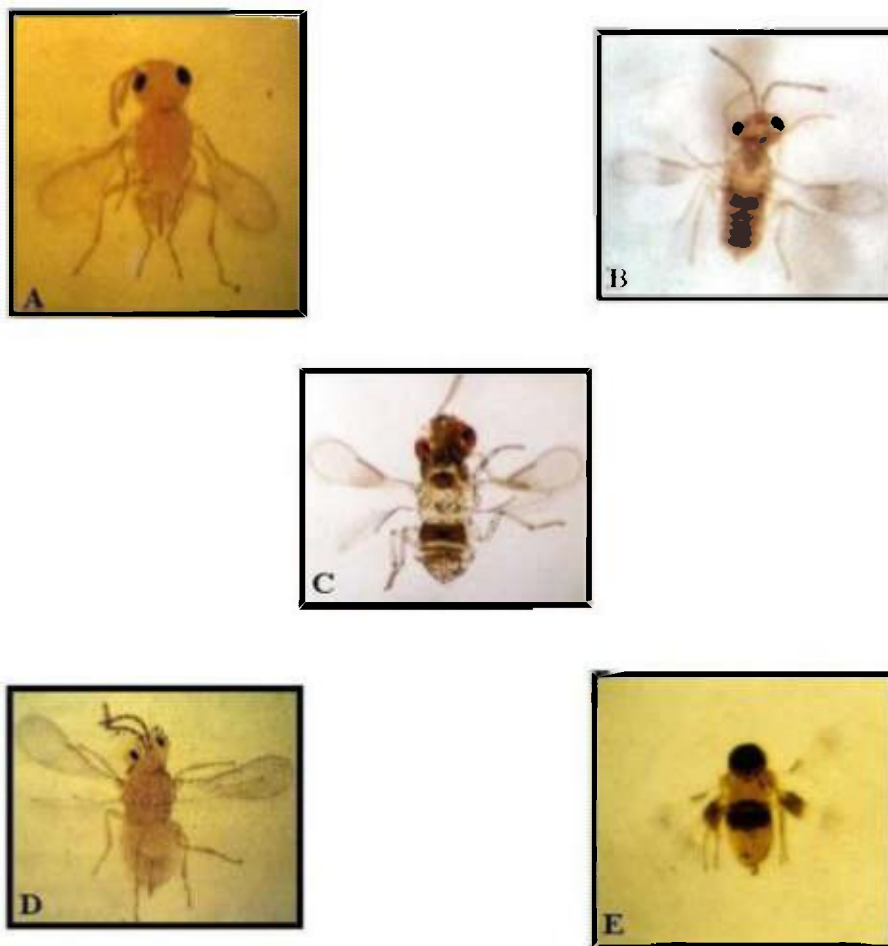


Fig. 1. Parasitoides de *B. tabaci* en Panamá (A-D) y su hiperparasitoide (E). A. *Eretmocerus* sp., B. *Encarsia pergandiella*, C. *Encarsia* sp. nov., D. *Encarsia hispida*, E. *Signiphora aleyrodis*.

Cuadro 1. Parasitoides criados de *B. tabaci* en tomate, pimentón, frijol y cuatro especies de malezas en Los Santos (LS), Panamá (PMA) y Chiriquí (CH), Panamá.

Taxa	Localidad	Hospedero	1995						1999						TOTAL	%
			M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A		
Aphelinidae																
<i>Eretmocerus</i> sp.	Los Angeles, LS	Tomate, pimentón y <i>J. gossypifolia</i>	5	17	43	207	73	30	32	7	7	6	0	0	428	(63.2)
	La Espigadilla, LS	Tomate y pimentón														
	Capira, PMA	<i>M. divaricatum</i> , <i>S. rhombifolia</i> y <i>M. aicefolia</i>														
	Cañas, CH	Frijol, tomate y pimentón														
<i>Encarsia pergandiella</i>	Los Angeles	Tomate y <i>M. aicefolia</i>	0	3	0	3	10	62	32	29	65	4	0	0	288	(39.7)
	La Espigadilla	Tomate y pimentón														
	Capira	<i>S. rhombifolia</i>														
<i>Encarsia hispida</i>	Capira	<i>M. divaricatum</i> , <i>S. rhombifolia</i> y <i>M. aicefolia</i>	0	15	2	1	2	3	2	0	10	0	1	0	36	(5.3)
<i>Encarsia porteri</i>	Capira	<i>M. divaricatum</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	(0.6)
<i>Encarsia</i> sp. nov.	Cañas	Tomate	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	(0.3)
TOTAL			5	36	45	212	87	95	66	36	82	11	1	0	677	(100.0)

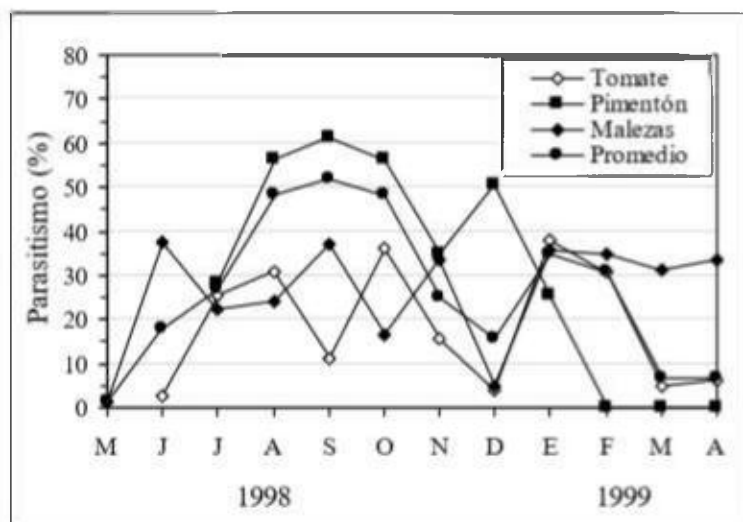


Fig. 2. Niveles de parasitismo (%) de *B. tabaci* en los cultivos de tomate y pimentón, así como en cuatro especies de malezas en tres áreas de Panamá.

Cuadro 2. Presencia de los parasitoides de *B. tabaci* en tomate (T), pimentón (P) y en cuatro malezas (M) en tres áreas de Panamá, mayo de 1998 a abril de 1999.

	<i>Eretmocerus</i> sp.			<i>E.</i> <i>pergandiella</i>			<i>E. hispida</i>			<i>E. porteri</i>			<i>Encarsia</i> sp. nov.		
	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M
1998															
M			+			-			-			-			-
J	+		+	-		+	-		+	-		+	-		-
J	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
A	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-
S	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
O	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
N	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
D	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1999															
E	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
F	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+ Presencia, - Ausencia.

(MIUP)", de la Universidad de Panamá. Todos los parasitoides criados emergieron de *B. tabaci*.

Entre septiembre de 1998 y enero de 1999 se encontraron otras dos especies de moscas blancas en las plantas hospedantes investigadas. Estas fueron *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Capira, planta hospedera: *Malacra alceifolia*, 30 de septiembre-20 de octubre de 1998) y *Tetraleurodes acaciae* (Quaintance) (La Espigadilla y Los Angeles, Los Santos, planta hospedera: *Capsicum annuum*; y en Capira, planta hospedera: *M. alceifolia*, 4, 12 y 29 de enero de 1999). *C. annuum* no había sido reportada todavía como planta hospedera de *T. acaciae*.

Eretmocerus sp. y *En. pergandiella* fueron los parasitoides dominantes de *B. tabaci*. Ambos géneros ya han sido encontrados en Panamá y otros países latinoamericanos (Polaszek *et al.*, 1992; Adames & Korytkowski, 1994). En Costa Rica ha sido reportado *Eretmocerus* sp., *En. pergandiella* y *En. nigricephala* Dozier como los parasitoides más frecuentes de *B. tabaci* recolectadas en frijol (Bernal, 1995). En tomate fueron encontrados los parasitoides *En. pergandiella*, *En. formosa* Gahan y *En. desantisi* Viggiani (Bernal, 1995). En Honduras se comprobó que *En. pergandiella* y *En. nigricephala* como son los parasitoides dominantes en frijol (Bogran *et al.*, 1998). En Florida se reportó a los parasitoides *En. nigricephala*, *En. pergandiella* y *Eretmocerus californicus* Howard como los parasitoides más frecuentes de *B. tabaci* en maní (McAuslane *et al.*, 1993). La distribución y alta abundancia comprobada de *Eretmocerus* sp. y *En. pergandiella* reflejan el significado de estos parasitoides como organismos potenciales para programas de manejo integrados de *B. tabaci* en diferentes países de Latinoamérica. En los Estados Unidos de Norteamérica, desde 1993 a 1998, se han realizado ensayos con 17 especies del género *Encarsia* y *Eretmocerus*, importadas de 19 países, para el control biológico de *B. tabaci* en tres plantas hospederas, en condiciones de laboratorio y de campo (Goolsby *et al.*, 2000). Dos especies de *Eretmocerus* y *Encarsia* nr. *pergandiella* parasitaron un número significativamente más alto de ninfas que las especies de parasitoides nativos de los Estados Unidos de Norteamérica.

En Costa Rica se encontraron cinco especies del género *Encarsia* y el género *Amitus* sp. parasitando a *B. tabaci* en frijol (Bernal, 1995). Estas especies fueron *E. formosa*, *E. desantisi*, *E. porteri*, *E. strenua* (Silvestri), *E. hispida*. En tomate fueron encontradas las mismas especies, pero adicionalmente, se encontraron *E. porteri*, *E. strenua* y *E. hispida*. Fuera de la *Encarsia* sp. nov., en este trabajo fueron encontradas las mismas especies que en Costa Rica, a excepción de *E. formosa*, *E. desantisi*, *E. nigricephala*, *E. strenua* y *Amitus* sp.. *E. hispida* es una especie cosmopolita, la cual está distribuida en Norte, Centro, Suramérica y el Caribe (Polaszek *et al.*, 1992). *E. porteri* está distribuida principalmente en Suramérica (Argentina, Brasil y Chile) y en Centroamérica (Polaszek *et al.*, 1992; Cave, 1996). Se ha indicado que los machos de esta especie se originan de huevos de diferentes especies de mariposas parasitadas (Rojas, 1968; Arretz *et al.*, 1985).

En Panamá se ha encontrado una diversidad de parasitoides de *B. tabaci* (cinco especies) similar a la de Cuba (cuatro especies) y Florida (cinco especies) (Hoelmer & Osborne, 1990; Castineiras, 1995). Dos especies de parasitoides de *B. tabaci* del oeste de África han reportadas (Gerling, 1985). En Honduras y en Costa Rica han sido encontradas ocho y nueve especies, respectivamente, de parasitoides de *B. tabaci*, sobre diferentes malezas y cultivos (Vélez, 1993; Bernal, 2000). En Centroamérica han sido encontradas 14 especies, de las cuales cinco aún no han sido descritas (Cave, 1996). Polaszek *et al.* (1992), Chávez (1993) y Evans (1997) han reportado 10 especies de parasitoides de *B. tabaci* en cinco países de Suramérica. A nivel mundial, han sido descritas 33 especies de parasitoides de *B. tabaci* (Polaszek *et al.*, 1992; Evans & Polaszek, 1997).

La diferencia de abundancia y el número de especies durante el año, es muy probable que se deba a influencias estacionales. Bogran *et al.* (1998), documentaron diferencias de abundancia de especies de parasitoides de *B. tabaci* en frijol durante dos periodos (de mayo a agosto de 1995 y de septiembre de 1995 a enero de 1996) en Honduras.

Los niveles de parasitismo de *B. tabaci* fueron más bajos en tomate que en pimentón. Aunque no se pueden dejar de considerar otros

factores (por ejemplo: la pilosidad de la planta, la densidad de los tricomas, etc.), es muy probable que la frecuencia de aplicación de insecticidas en los cultivos tenga un efecto negativo en los niveles de parasitismo. En los campos de pimentón muestreados, fueron aplicados insecticidas muy pocas veces (dos veces durante el ciclo del cultivo) (Com. Pers. con los productores). En el tomate, la frecuencia de aplicación dependió de los niveles de la plaga. Según los agricultores, normalmente, se hicieron entre 2 y 10 aplicaciones durante el ciclo del cultivo. Resultados similares referente a los niveles de parasitismo en frijol y tomate, los cuales han sido tratados con diferentes frecuencias de aplicación de insecticidas, han sido documentados en Costa Rica (Bernal, 2000). Un efecto significativo y negativo ha sido reportado, debido a tratamientos repetidos con Monocrotophos y Pyriproxyfen (ambos organofosforados) sobre los niveles de parasitismo de *B. tabaci* en algodón en Israel (Gerling & Naranjo, 1998). Estos autores comprobaron que, en muchos casos, las aplicaciones de insecticidas mostraron poco efecto sobre los niveles de parasitismo y se encontró un mayor nivel de parasitismo en los campos de algodón tratados. Pero en California se mostró que los niveles de parasitismo de *Eretmocerus* sp. sobre *B. tabaci* en algodón, decreció cuando las aplicaciones de insecticidas aumentaron (Bellows & Arakawa, 1988).

Las pupas y los adultos de los parasitoides en el hospedero son muy susceptibles a algunos insecticidas (Dowell, 1990). Efectos negativos de las aplicaciones de insecticidas sobre los parasitoides han sido documentadas por Sharaf (1982), Butler & Henneberry (1983), Abdelrahman (1986), Kapidia & Puri (1991), Price & Schuster (1991), Hassan *et al.* (1983, 1994), Jones *et al.* (1995) y Vargas *et al.* (1998). En la mayoría de los casos, los enemigos naturales son más susceptibles a los plaguicidas, que su hospedero fitófago (Weires *et al.*, 1982; Braun *et al.*, 1987).

Este trabajo representa un aumento considerable del conocimiento de los parasitoides de *B. tabaci* en Panamá. En estudios anteriores han sido documentados en la península de Azuero solo identificaciones de los géneros *Encarsia*, *Eretmocerus* y *Aleurodiphilus* (Adames & Korytkowski, 1994). Del espectro de los enemigos naturales de *B.*

tabaci, los parasitoides representan los organismos más conocidos. Pero el combate de esta plaga, que es transmisora de enfermedades causadas por virus, no es posible solamente con el uso de parasitoides o enemigos naturales (Cave, 1994). Los parasitoides pueden, sin embargo, jugar un papel importante contra las moscas blancas, en conjunto con otras medidas integradas de combate y razonables.

Niveles de parasitismo

Los niveles de parasitismo de *B. tabaci* en tomate oscilaron entre 20.4 ± 14 ($n=1784$). La densidad poblacional de *B. tabaci* y sus parasitoides se incrementó después de la siembra. *B. tabaci* alcanzó un máximo casi después de nueve semanas, mientras que el nivel de parasitismo alcanzó un máximo después de 11 semanas. En la figura 3, se muestra una representación de los niveles poblacionales de la plaga y su parasitoide.

El promedio de ninfas/foliolo fue de 7.0 ± 2.9 ($n=2465$) y el de parasitoides/foliolo fue de 1.1 ± 1.1 ($n=392$). El cálculo se realizó tomando en consideración las ninfas vivas y muertas. De todos los parasitoides registrados solamente el 17.6% (69 de 392 parasitoides) se desarrolló hasta el estadio adulto. Todos los parasitoides de este estudio pertenecieron al género *Eretmocerus*.

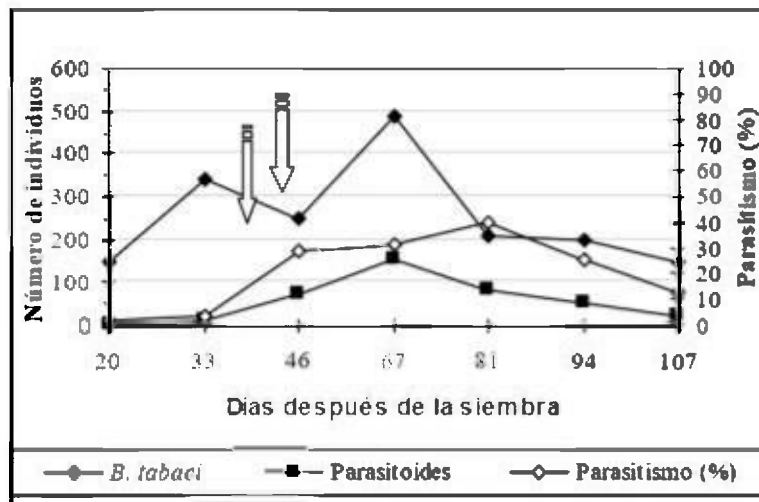


Fig. 3. Niveles de parasitismo (%) y densidad poblacional de ninfas de *B. tabaci* y su parasitoide en plantas de tomate en Los Ángeles, Los Santos, Panamá. 20 de junio hasta el 3 de agosto de 1998. Las flechas indican los tratamientos con insecticida (Thiodan: 1-2 L/ha; fechas del primer y segundo tratamiento: 21.05. y 9.06.1998). El porcentaje de parasitismo se indica en la escala del lado derecho del gráfico.

Los niveles de parasitismo de *B. tabaci* en tomate en este trabajo oscilaron entre $20.4 \pm 14.8\%$. En Costa Rica, los niveles de parasitismo de *B. tabaci* en tomate oscilaron entre $36.4 \pm 34.0\%$ en la "Estación Experimental Fabio Baudrit", y $2.0 \pm 12.2\%$ en "San Antonio de Belén" (Bernal, 1995). Los niveles de parasitismo del presente trabajo son menores que los de otros estudios en diferentes plantas hospederas. Por ejemplo, en Egipto se documentó un nivel de parasitismo en *B. tabaci* sobre *Lantana camara* L. (Verbenaceae) que alcanzó hasta cerca de 90 %, entre mayo y octubre (Hafez *et al.*, 1978). En California el nivel de parasitismo de *Eretmocerus* sp. en *B. tabaci* sobre algodón hasta cerca de 70 % (Bellows & Arakawa, 1988). En este estudio se observó un incremento en el nivel de parasitismo, el cual estaba cubierto por un incremento de la densidad de la población de ninfas de *B. tabaci* (Fig. 3). El nivel de parasitismo en el primer, cuarto y último conteo fue de 1.4%, 31.4% y 12.7%, respectivamente; con una densidad poblacional de 2.9, 9.7 y 3.0 ninfas/foliolo, respectivamente.

Una tendencia similar a los resultados de este estudio fue observada por Hafez *et al.* (1978), Bellows & Arakawa (1988) y McAuslane *et al.* (1993). Estos autores encontraron que el incremento de los niveles de parasitoides está relacionado con un incremento del número de ninfas de *B. tabaci*. Gerling & Naranjo (1998) también encontraron una relación positiva entre la densidad poblacional de *B. tabaci* y el nivel de parasitismo en campos de algodón en Israel. Esta relación fue relativamente baja e inconsistente en California. Contrario a esto, los resultados de Bogran *et al.* (1998), mostraron que los niveles de parasitismo no están relacionados con los niveles poblacionales del hospedante.

SIGNIFICADO DE LAS MALEZAS

Se observa que tres de las especies de parasitoides identificadas en este estudio, fueron encontradas tanto en los cultivos como en las malezas (Cuadro 2). Esta observación indica que el agroecosistema debe ser investigado de manera intensiva, y luego utilizar esta información para su manejo. De esta manera, debería considerarse el mantener malezas al menos en los alrededores del cultivo, porque, aunque éstas son reservorios para *B. tabaci*, ellas podrían representar un sitio adecuado para sus antagonistas, los parasitoides. Hernández *et al.* (2013) determinaron el rol que pueden jugar algunas malezas asociadas al cultivo de frijol en el Valle del Cauca, Colombia, en la reproducción de *Amitus fuscipennis* MacGown & Nebeker (Hymenoptera: Platygasteridae) como parasitoide de *T. vaporariorum*. Estos autores confirmaron que las estipulas del frijol son nectarios extraflorales y una fuente de azúcar para *A. fuscipennis*. Además, reportan que varias especies de plantas no cultivadas juegan un rol en la interacción mosca blanca/parasitoide, como hospederos alternos para *T. vaporariorum*, y como una fuente de azúcar para *A. fuscipennis*. Pero por otro lado, también se ha reportado que las fuentes de virus para la difusión en los cultivos se pueden encontrar en las plantas en el cultivo, las cuales podrían ser plantas cultivadas y/o malezas (fuentes de inóculo interno), o de plantas de los alrededores (fuentes de inóculo externo). Belay *et al.* (2012) reportaron en ensayos realizados en soya (*Glycine max* L.) en Puerto Rico, que unas 8 de 18 plantas hospederas dieron resultados positivos en la detección de Carlavirus. Por ello, el agroecosistema debe manejarse de manera integrada, tomando en consideración y haciendo un balance tanto los aspectos benéficos de las malezas, así como de los adversos.

CONCLUSIONES

El espectro de los parasitoides de *B. tabaci* en tomate, frijol, pimentón, así como en cuatro malezas en tres áreas investigadas en Panamá, está compuesto de representantes de los géneros *Eretmocerus* y *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Eretmocerus* sp. y *Encarsia pergandiella* fueron los parasitoides de *B. tabaci* más frecuentes y ampliamente distribuidos en Panamá. La distribución de los niveles de parasitismo de mayor a menor, en las condiciones de esta investigación, se representa

de la siguiente manera: pimentón > malezas > tomate. En parcelas de tomate en la provincia de Los Santos se encontró un nivel de parasitismo de 20.4 %±14.8.

AGRADECIMIENTOS

Al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD), por el soporte financiero para este estudio. A los productores, por permitir el uso de sus fincas para este estudio. Al Prof. Dr. Th. Basedow, por las discusiones para el desarrollo del tema de este trabajo. Al Prof. Dr. J. Espinosa-González† por su colaboración y orientación durante el desarrollo de esta investigación. Al Ing. J.A. Guerra, O. Gutiérrez, F. González, L. Avilés, Ing. E. Rodríguez y L. Araúz, (IDIAP), H. Córdoba, M.Sc., Dra. M. Díaz, Lic. E. Ruiz y Lic. C. Vergara (Universidad de Panamá, Sede de Azuero) por la colaboración en la recolección y envío de las muestras de parasitoides. Al Dr. G. Evans (Universidad de Florida) por la confirmación de las identificaciones de los parasitoides. A los revisores anónimos por los excelentes comentarios para mejorar el manuscrito.

REFERENCIAS

Abdelrahman, A.A. 1986. The potential of natural enemies of the cotton whitefly in Sudan Gezira. *Insect. Science Applic.* 7: 69-73.

Adames de, R.C. & Ch.A. Korytkowski. 1994. Análisis de la fauna benéfica asociada a *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera, Aleyrodidae), en la Península de Azuero, Panamá. In: *Biología y manejo del complejo mosca blanca-virosis*. De Mata, M., D.E. Dardon & V.E. Salguero (Eds.). Memorias: III Taller Centroamericano y del Caribe sobre mosca blanca. Antigua, Guatemala, 19-23, September 1994.

Arretz, V.P., C.L. Lamborot & M.A. Guerrero-S. 1985. Evaluación del parasitismo sobre los estados inmaduros de la cuncunilla verde del frejol *Rachiplusia ni* Gueneé en praderas de alfafa. *Revista Chilena de Entomología* 12: 209-215.

Belay, D.K., Huckaba, R.M., Ramirez, A.M., Rodríguez, J.C.V. & J.E. Foster. 2012. Insecticidal control of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) transmitting Carlavirus on soybeans and detections of the virus in alternate hosts. *Crop Prot.* 35: 53-57.

Bellows, T.S. & K. Arakawa. 1988. Dynamics of preimaginal populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) and *Eretmocerus* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae) in southern Californian cotton. *Enviro. Entomol.* 17: 483-487.

Bernal, J. 1995. Parasitoides, movimientos, patrones de Esterasas y morfometría de las alas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en frijol y tomate en Costa Rica. Tesis M.Sc., Universidad de Costa Rica, Costa Rica. 84 p.

Bernal, J. 2000. Inventario preliminar de los parasitoides de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en frijol y tomate en Costa Rica. *Ceiba* 41(1): 21-26. (Honduras).

Bernal, J. & T. Basedow. 2000. Inventario preliminar de parasitoides de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en varias plantas hospederas de Panamá. In: *Memorias IX Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre moscas blancas y geminivirus*. MIDA-IDIAP. Panamá. p.144.

Bogran, C.E., J.J. Obrycki & R. Cave. 1998. Assessment of biological control of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on common bean in Honduras. *Fla. Entomol.* 81(3): 388-395.

Braun, A.R., J.M. Guerrero, A.C. Bellotti & L.T. Wilson. 1987. Relative toxicity of permethrin to *Mononychellus progresivus* Doreste and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and their predators *Amblyseius limonicus* Garman & McGregor (Acari: Phytoseiidae) and *Oligota minuta* Cameron (Coleoptera: Staphylinidae): Bioassays and field validation. *Environ. Entomol.* 16: 545-550.

Brown, J.K., D.R. Frohlich & R.C. Rosell. 1995. The sweetpotato or silverleaf whitefly: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex. *Ann. Rev. Entomol.* 40:511-534.

Butler Jr., G.D. & T.J. Henneberry. 1983. Sweetpotato whitefly and parasite populations in sprayed cotton plots. Arizona Agricultural Experimental Station, P-61: 97-99.

Caballero, R. 1994. Claves de campo para inmaduros de moscas blancas de Centroamérica (Homoptera: Aleyrodidae). Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras. 4 p.

Castineiras, A. 1995. Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in Cuba. *Fla. Entomol.* 78(3): 538-540.

Cave, R. 1994: Es viable el control biológico de un vector de geminivirus, como *Bemisia tabaci*? *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 34: 18-22.

Cave, R. 1996. Parasitoides y depredadores. p: 69-76. In: *Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus*. Hilje, L. (Ed.). CATIE, Turrialba, Costa Rica. 133 p.

Chávez, A. 1993. Parasitoides asociados a *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en Venezuela. V Congreso Latinoamericano y XIII Venezolano de Entomología. 4-8 Julio 1993, Venezuela.

Cock, M.J.W. 1986. Other control methods. p: 59-61. In: *Bemisia tabaci – A literature survey*. Cock, M.J.W. (Ed.). Silwood Park, UK, CAB. International Institute of Biological Control. Control. 121 p.

Cock, M.J.W. 1993. *Bemisia tabaci*. An update 1986-1992 on the cotton whitefly with an annotated bibliography. C.A.B., Silwood Park, Ascot, Berks. 78 p.

Dowell, R.V. 1990. Integrating biological control of whiteflies into crop management systems. p: 315-335. In: *Whiteflies: their bionomics, pests status and management*. Gerling, D. (Ed.). U.K., Intercept. 348 p.

Evans, G.A. 1997. A new *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae) species reared from the *Bemisia tabaci* complex (Homoptera: Aleyrodidae). Fla. Entomol. 80(1): 24-27.

Evans, G.A. & A. Polaszek. 1997. Additions to the *Encarsia* parasitoids (Hymenoptera: Aphelinidae) of *Bemisia tabaci*-complex (Homoptera: Aleyrodidae). Bull. Entomol. Res. 87: 563-571.

Fransen, J. 1990. Natural enemies of the whiteflies: Fungi. p: 187-210. In: Whiteflies: their bionomics, pest status and management. Gerling, D. (Ed.). Athenaeum Press, New Castle, UK., Intercept. 348 p.

Gerling, D. 1985. Parasitoids attacking *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) in Eastern Africa. Entomophaga 30: 163-165.

Gerling, D. 1990. Natural enemies of the whiteflies: predators and parasitoids. p: 147-185. In: Whiteflies: their bionomics, pest status and management. Gerling, D. (Ed.). Athenaeum Press, New Castle, UK., Intercept. 348 p.

Gerling, D. & S.E. Naranjo. 1998. The effect of insecticide treatments in cotton fields on the levels of parasitism of *Bemisia tabaci* (Gennadius) s/l. Biol. Control 12: 33-41.

Goolsby, J.A., M.A. Ciomperlik, A.A. Kirk, W.A. Jones, B.C. Legaspi, Jr., R.A. Ruiz, D.C. Vacek & L.E. Wendel. 2000. Predictive and empirical evaluation for parasitoids of *Bemisia tabaci* (Biotype "B"), based on morphological and molecular systematics. p: 347-358. In: Hymenoptera: Evolution, Biodiversity and Biological control.

Austin, A.D. & M. Dowton (Eds.). CSIRO Publishing, Australia. 468 p.
Hafez, M., M.F.S. Tawfic, K.T. Awadallah & A.A. Sarhan. 1978. Natural enemies of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.), in the world and in Egypt. Bull. Entomol. Soc. Egypt 62: 9-13.

Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, J.U. Brown, S.I. Firth, P. Huang, M.S. Ledieu, E. Naton, P.A. Oomen, W.P.J. Overmeer, W.

Rieckmann, L. SamsØe-Petersen, G. Viggiani & A.Q. Van Zon. 1983. Results of the second joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS-Working Group „Pesticides and Beneficial Arthropods“. J. Appl. Entomol. 95: 151-158.

Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, J.N.M. Calis, J. Coremans-Pelseneer, C. Duso, A. Grove; U. Heimbach, N. Helyer, H. Hokkanen, G.B. Lewis, F. Mansour, L. Moreth, L. Polgar, I. SamsØE-Petersen, B. Sauphanor, A. Stäubli, G. Sterk, A. Vainio, M. Van de Veire, G. Viggiani & H. Vogt. 1994. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS-Working Group “Pesticides and Beneficial Organisms”. Entomophaga 39(1): 107-119.

Hernández, L.M., J. Tupac Otero & M.R. Manzano. 2013. Biological control of the greenhouse whitefly by *Amitus fuscipennis*: understanding the role of extrafloral nectaries from crop and non-crop vegetation. Biol. Control 67: 227-234.

Hilje, L. & O. Arboleda. (Eds.) 1993. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 305. 66 p.

Hilje, L., H.S. Costa & P.H. Stansly. 2001. Cultural practices for managing *Bemisia tabaci* and associated viral diseases. Crop Prot. 20(9): 801-812.

Hoelmer, K. & L. Osborne. 1990. Biological control of the sweetpotato whitefly in Florida with predators and parasitoids. p: 77-78. In: Sweetpotato whitefly-mediated vegetable disorders in Florida.

Yokomi, R., K. Narayanan & D. Schuster (Eds.). IFAS; Univ. Florida and Florida Tomato Comm. 88 p.

Jones, W.A., D.A. Wolfenbarger & A.A. Kirk. 1995. Response of adults parasitoids of *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) to leaf residues of selected cotton insecticides. Entomophaga 40(2): 153-162.

Kapadia, M.N. & S.N. Puri. 1991. Toxicity of different insecticides against two parasitoids of *Bemisia tabaci* (Gennadius) and their persistence against *Encarsia transvena* (Timberlake). Intern. J. Trop. Agri. 9: 81-84.

López-Avila, A. 1986: Natural enemies. p: 27-35. In: *Bemisia tabaci* – A literature survey. Cock, M.J.W. (Ed.). Silwood Park, UK, CAB. International Institute of Biological Control. 121 p.

Martinez-Carrillo, J.L. & J.K. Brown. 2007. First report of the Q biotype of *Bemisia tabaci* in Southern Sonora, Mexico. Phytoparasitica 35(3):282-284.

McAuslane, H., F. Johnson, D. Knauft & D. Colvin. 1993. Seasonal abundance and within-plant distribution of parasitoids of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in peanuts. Environ. Entomol. 22: 1045-1050.

Mound, L.A. & S.H. Halsey. 1978. Whitefly of the world. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. British Museum (Natural History). 340 p. 1978.

Parrella, M.P., T.S. Bellows, R. Gill, J.K. Brown & K.M. Heinz. 1992. Sweetpotato whitefly: prospects for biological control. Calif. Agr. 46: 25-26.

Perring, T.M., A. Cooper, R.J. Rodriguez, C.A. Farrar & T.S. Bellows. Jr. 1993. Identification of a whitefly species by genomic and behavioural studies. Science 259:74-77.

Polaszek, A., G.A. Evans & F.D. Bennett. 1992. *Encarsia* parasitoids of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aphelinidae, Homoptera: Aleyrodidae): a preliminary guide to identification. Bull. Entomol. Res. 82: 375-392.

Polston, J.E. & P.K. Anderson. 1997. The Emergence of Whitefly-Transmitted Geminiviruses in Tomato in the Western Hemisphere. *Plant Dis.* 81(12): 1358-1369.

Price, J.F. & D.J. Schuster. 1991. Effects of natural and synthetic insecticides on sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) and its hymenopterous parasitoids. *Fla. Entomol.* 74(1): 60-68.

Rojas, S.P. 1968. Notas sobre *Prospaltella porteri* Mercet (Hym.: Aphelinidae) un nuevo parásito de huevos de lepidópteros. *Revista Chilena de Entomología* 6: 123-125.

Salguero, V. 1993. Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca-virosis. p: 20-26. In: Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Hilje, L., & O. Arboleda (Eds.). CATIE. Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 305. 66 p.

Sharaf, N.S. 1982. Parasitization of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* Genn., (Hom.: Aleyrodidae) on *Lantana camara* L. in the Jordan Valley. *J. Appl. Entomol.* 94: 263-271.

Tsagkarakou, A., D. Nikou, E. Roditakis, M. Sharvit, S. Morin & J. Vontas. 2009. Molecular diagnostics for detecting pyrethroid and organophosphate resistance mutations in the Q biotype of the whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Pestic. Biochemi. Physiol.* 94: 49-54.

Vargas, E., B. Valverde & E. Carazo. 1998. Impact of terbufos on *Cotesia flavipes*, a parasitoid of *Diatrea saccharalis*. Fourth FAO/IAEA/SIDA research coordination meeting on „Agroecological effects resulting from the use of persistent pesticides in Central America. 20-24 April, Panama.

Vázquez Moreno, L.L. 2002. Avances de control biológico de *Bemisia tabaci* en la región neotropical. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (Costa Rica) 66: 82-95.

Vélez, J. 1993. Relación entre la etapa fenológica y la variedad del frijol con el nivel de parasitismo de *Bemisia tabaci* Gennadius. Thesis de grado. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras. 71 p.

Weires, R.W., J.R. Leeper, W.H. Reissig & S.E. Lienk. 1982. Toxicity of several insecticides to the spotted tentiform leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasite, *Apanteles ornigis*. J. Econ. Entomol. 75: 680-684.

Zachrisson, B. & J. Poveda. 1993. Las moscas blancas de Panamá. p: 64-66. In: Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Hilje, L. & O. Arboleda (Eds.). CATIE. Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 305. 66 p.

Recibido junio de 2013, aceptado agosto de 2014.



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

Viterbo E. Rodríguez¹, Vayron De Gracia y Bernardo Peña

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

E-mail: viterbor@gmail.com

RESUMEN

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

PALABRAS CLAVES

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

ABSTRACT

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

KEYWORDS

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

INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

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

Ríos muestreados

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

Recolecta y Procesamiento de muestras

Fase de Campo

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

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

Rios	Altitud (m.s.n.m.)	Coordenadas geográficas	
Vertiente del Pacifico		Latitud Norte	Longitud Oeste
Santa María	307	8° 31' 19.79"	81° 4' 4.23"
San Pablo	12	8° 03' 9.81"	81° 18' 18.88"
San Pedro	12	7° 58' 17.57"	81° 4' 26.66"
Gatu	108	8° 18' 0.44"	81° 03' 2.57"
Cobre	8	8° 19' 30"	81° 18' 41.02"
Quebro	21	7° 26' 7.98"	80° 50' 42.67"
Vertiente del Caribe			
Calovébora	40	8° 41' 9.49"	81° 12' 53.36"
Mulabá	298	8° 31' 18' 79"	81° 4' 6.77"
Gallito	323	8° 29' 13.44"	81° 2' 20.32"
Lajas	268	8° 29' 2.90"	81° 3' 22.58"
Primer Brazo	847	8° 31' 5.85"	81° 08' 01.13"
Guazaro	238	8° 44' 12.60"	81° 05' 25.89"

Fase de Laboratorio

Determinación de Familias y Géneros

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

Revisión Bibliográfica.

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

Determinación de los grupos alimenticios funcionales de Trichoptera

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

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

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

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

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

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

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Familias y Géneros de Trichoptera encontrados en Veraguas

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

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

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

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

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

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

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

Revisión Bibliográfica

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

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

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

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

Determinación de los grupos alimenticios funcionales de Trichoptera.

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

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

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

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

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

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

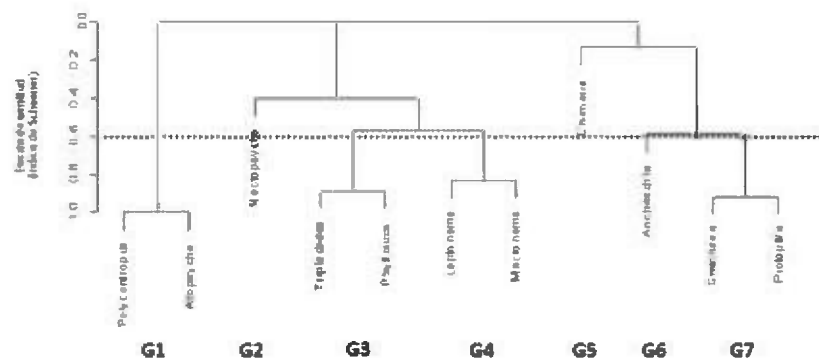


Fig. 1. Delimitación de grupos alimenticios a partir del dendrograma. El índice de Schoener y el ligamiento completo se usaron como métrica y método de aglutinamiento, respectivamente. La línea punteada al valor 0.6 del índice sirve para guiar la selección de agrupamientos significativos.

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

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

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

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

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

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

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

CONCLUSIONES

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

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

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

AGRADECIMIENTOS

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

REFERENCIAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Recibido abril de 2014, aceptado agosto de 2014.



PLANO DE LAS OLAS DEL GOLFO DE PANAMÁ

Manuel A. Grimaldo O.

Departamento de Biología Marina y Limnología. Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Universidad de Panamá.

RESUMEN

El plano de las olas permite reconocer sobre las costas, franjas de riesgos o de peligros erosivos en los litorales. El período promediado entre las olas, registrado en diferentes litorales, comprendidos dentro de la Bahía de Panamá fue de 18 s con una longitud de onda estimada de 500 m en agua profunda, la cual fue determinada con una dirección de propagación hacia la Bahía de Panamá aproximada de 205° SSO. El plano de las olas, muestra inicialmente difracción de ondas en todo el Sector Oeste desde Punta Mala hasta Punta Lisa (Región de Azuero), divergencias en Bahía de Parita y Panamá (zona de energía reducida) y convergencia (concentración) de las líneas de fuerza sobre todo en la región comprendida entre Playa San Carlos y Punta Chame, en donde se observa claramente sobre la carta una discontinuidad “erosiva” del contorno litoral que data de un tiempo atrás. Por otro lado, hacia el Sector Este, detrás del Archipiélago de las Perlas (Isla del Rey), energía reducida. Convergencia de las ortogonales en Punta Cocos (Isla del Rey) e Isla Galera. Arribo directo de las crestas de olas en toda la región comprendida desde Cerro Sapo hasta Bahía Piña.

PALABRAS CLAVES

Olas, Energía hidráulica, Ortogonales, Longitud de Onda, Período de la Ola, Convergencia, Divergencia, Refracción, Difracción, Erosión.

ABSTRACT

The plane waves allow recognizing on the coasts, strips of risks or erosion hazard on the coastlines. The average period between waves recorded on different shores and extended within the Bahía de Panama, was of 18 s, with a wave length estimated of 500 m in deep waters and which was determined by the propagation direction

towards the Bahía de Panama of approximately 205 SSW. The diagrams of waves show initially diffraction of the waves on the entire western sector, from Punta Mala to Punta Lisa (Azuero Region); and the divergences in Bahía Parita y Panama (zones of reduced energy) and convergence (concentration) from the lines of force, specially in the region, including Playa San Carlos and Punta Chame, where it has been clearly showed discontinuous "erosion" of the shores formation occurred from the past. Otherwise, to the Eastern Sector behind Archipiélago de las Perlas (Isla del Rey), shows reduced energy of the waves. Convergency of the orthogonals on Punta Cocos (Isla del Rey) and Galeta Island. The crests of the waves flow directly on the entire region extending from Cerro Sapo to Bahía Piña.

KEYWORDS

Waves, hydraulic energy, orthogonals, wave length, wave period, convergency, divergency, refraction, diffraction, erosion.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, no existen en nuestro país, trabajos que involucren el estudio de la propagación de las olas hacia los litorales y sus posibles efectos sobre estos. Existen diversos agentes causales del transporte, erosión y sedimentación de las partículas en estas zonas (Blanc, 1971). Uno de ellos es, la manera como se reparte la energía hidráulica marina contenida en las olas. Estos movimientos ondulatorios que afectan la superficie del mar se caracterizan por poseer una celeridad, altura, longitud de onda y un periodo relativamente breve (Pinet, 2003). Algunas de sus características se modifican a medida que se propagan hacia éste; como se observa en la Playa de Panamá Viejo y en zonas próximas al Corredor Sur entre otras regiones.

La distribución de la energía hidráulica marina contenida en estos movimientos que se generan a grandes distancias de las costas y por efectos eólicos (Munk, 1951) puede ser monitoreada desde sus inicios en aguas marinas profundas hasta su arribo a los litorales mediante la elaboración de un diseño gráfico que contempla los cambios en las direcciones de las crestas de las olas y en la distribución de las líneas de fuerza que ellas contienen (Guilcher, 1979).

La responsable de estas modificaciones son las variaciones progresivas de las profundidades e irregularidades del fondo por el cual pasan los "trenes" de olas; las cuales pueden causar la divergencia (dispersión) o

convergencia (concentración) de las líneas de fuerza (ortogonales) caracterizando zonas tranquilas o de riesgos erosivos respectivamente.

Este plano permite reconocer franjas de riesgos o de peligros erosivos en los litorales y asiente o no, el desarrollo de edificaciones en el dominio marino o en los casos de permisos de extracción de arena o de poblaciones vegetales densas u otras condiciones físicas locales.

El problema de esta distribución de energía en los litorales mediante los fenómenos de refracción que sufren las ondas (olas) se resuelve, generalmente, por un método puramente gráfico y permite algunas veces llegar a resultados inesperados e interesantes que explican fuertes rompimientos de las olas en algunos lugares, visualizan zonas de concentración o de dispersión de la energía marina entre otras cosas, como ya lo hemos visto.

Este método se ha utilizado desde 1948 por Johnson, O'Brien e Isaacs para la construcción de los diagramas de refracción de las olas y ha permitido posteriormente, determinar la distribución de las líneas de fuerza en las Costas de Senegal e identificar las causas de ruptura del rompe olas de San Pedro (California) (Guilcher, 1979).

Hasta donde sabemos, no existen estudios de este tipo que demuestren en cual de nuestros litorales hay concentración o dispersión de la energía contenida en las olas.

Con la elaboración del plano, esperamos reconocer, las zonas de riesgos o de peligros erosivos en los litorales, (zonas de convergencia de las ortogonales o de concentración de energía) o divergencia (dispersión); así como, la identificación de las regiones donde se presentan difracción de las ondas u otros fenómenos hidrodinámicos interesantes.

METODOLOGÍA

Descripción del Área de Estudio

El Golfo de Panamá se refiere a la región del Pacífico comprendida aproximadamente entre 07°26'N y los 78°10'O - 80°28'O encerrado por el Istmo (Smayda, 1966) (Fig.1).



Fig. 1. Istmo y Golfo de Panamá.

Las corrientes en el área dentro del Golfo son muy complejas y variables. A lo largo de casi todo el año, la serie predominante es del SSO, con una NNO en el Sur Este del área. El flujo de corriente es a una tasa de un nudo, pero puede alcanzar valores mayores de dos nudos. Además, consta de una plataforma continental bastante amplia. (Carta Náutica, Golfo de Panamá, 1:300,000. No. 1929).

De Campo

Se determina el promedio de un gran número de medidas del período (seg.) de la ola registrados al rompimiento de ondas sucesivas en diversos litorales comprendidos dentro de la Bahía de Panamá, mediante un cronómetro; lo que permite posteriormente la estimación de la longitud de onda en agua profunda a partir de $L = 1,56 T^2$ (Guilcher, 1979).

De Laboratorio

Antes de entrar en la elaboración del diagrama de las olas sobre una carta marina, se procede a determinar la dirección de estas engendradas por los vientos en aguas marinas profundas a batimetría superior a la media longitud de onda, evitando el fenómeno de refracción. Esta fue estimada mediante recopilación de información de diversos sitios webs de Internet dedicados a estas actividades. (<http://www.oceanweather.com/data/>; <http://www.buoyweather.com/>; <http://www.swellinfo.com/surf-forecast/panama-pacific>). La dirección

considerada fue de 205° SSO y marcada sobre el documento (Carta Náutica, Golfo de Panamá, 1:300,000. No. 1929).

Se procede a la confección del plano trazando primeramente sobre la carta náutica de la región considerada (Golfo de Panamá, 1:300,000; profundidad en metros), la dirección de la ola y su longitud en aguas marinas profundas. Luego se estima mediante el Método de Johnson, O'Brien, Isaacs y Lacombe en Guilcher (1979) las nuevas longitudes de ondas en función de las profundidades y sus nuevas celeridades sobre todo el trayecto de la onda hasta llegar al litoral. Se trazan también, las ortogonales a cada cresta de ola representando los vectores de fuerza y se observa su distribución en los litorales, mostrando, la convergencia (concentración), divergencia (dispersión) de éstas y también su difracción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La determinación preliminar del período de las olas que llegan a nuestros litorales, arrojó una lectura promediada de 18 segundos. Esta condición periódica, clasifica nuestras ondas de origen eólico y de gravedad ordinaria, por estar su ciclo comprendido entre 1 y 30 segundos (Guilcher, 1979). Además, debemos señalar que ésta es la única característica de la ola que no se modifica durante el recorrido hacia los litorales.

Las ondas de gravedad ordinaria, están catalogadas como las de mayor altura y energía hidráulica (Pinet, 2003) lo que nos pudiera favorecer en la medida en que explotáramos la energía undimotriz. Estas ondas, llegan a nuestros litorales con capacidades para erosionar costas desprotegidas o mal administradas.

El otro carácter de las olas que inciden en la Bahía de Panamá, es su longitud. Esta resultó ser de 505.4 metros ($L = 1,56 T^2$) en agua profunda; lo que engendra en esas condiciones celeridades de 27.7 m/s. propias de estas ondas de gravedad ordinaria con elevada capacidad para engendrar energía en zonas a profundidades menores a la media longitud de onda.

La exploración en algunos sitios web (arriba mencionados), dedicados al apoyo de los estudios oceanográficos nos permitió cifrar un carácter más de estos movimientos ondulatorios que llegan a nuestras costas panameñas y enrumbando a nuestro diagrama de las olas con una dirección de propagación aproximada en aguas profundas de 205° SSO.

El diagrama confeccionado (Fig.2) mediante el método de Johnson, O'Brien, Isaacs (1948) y Lacombe en Guilcher (1979) demuestra como las longitudes y las direcciones de las crestas de las olas se van modificando a medida que la profundidad disminuye y las ondas progresan frente a los diversos relieves submarinos. Esto permite trazar posteriormente las ortogonales a cada cresta de ola y contemplar el cambio de dirección de las líneas de fuerza determinando así: la difracción de las ondas en todo el sector oeste del golfo (C), caracterizando zonas de menor energía desde Punta Mala hasta Punta Lisa (Región de Azuero). Eventuales fenómenos hidrodinámicos en Playa Toro y aledañas a Punta Mala por encontrarse en las cercanías de este proceso inicial de difracción. Divergencias de las ortogonales en Bahía de Parita (B2) y de Panamá (B1) desde Cerro Guarumo hasta Punta de Manglares, región caracterizada por su poca energía. Convergencia (concentración) de energía sobre todo en la región comprendida entre Playa San Carlos (Vista Mar) y Punta Chame (A), en donde se observa claramente sobre la carta una discontinuidad "erosiva" del contorno litoral que data de un tiempo atrás. Detrás del Archipiélago de las Perlas (Isla del Rey) poca energía. También, menor convergencia de las ortogonales en Punta Cocos (A1) (Isla del Rey) e Isla Galera (A2). Arribo directo de las crestas de olas en toda la región Este del país, comprendida desde Cerro Sapo hasta Bahía Piña (D).



Fig. 2. Plano (Diagrama) de las Olas del Golfo de Panamá.

CONCLUSIONES

Las olas del Océano Pacífico panameño tienen un periodo de 18 segundos, longitud de onda de 505.4 metros, celeridad de 27.7 m/s y dirección de propagación hacia la Bahía de Panamá de 205° SSO en agua profunda.

Las ondas del Golfo de Panamá y del Pacífico Panameño, son de gravedades ordinarias y susceptibles de explotación undimotriz.

La región comprendida entre Playa San Carlos y Punta Chame es la que posee mayor energía dentro de la Bahía de Panamá (convergencia de ortogonales). Las zonas sur de Punta Cocos (Isla del Rey) e Isla Galera presentan también concentración de los vectores de fuerza.

Divergencia al interior de la Bahía de Panamá desde Punta Chame hasta la región de Punta de Manglares comprendidas dentro de la Provincia de Panamá. Las Bahías de Parita y Panamá, también, se caracterizan por su poca energía (divergencia de ortogonales).

Difracción de ondas en todo el Sector Oeste del Golfo, desde Punta Mala hasta Punta Lisa (Región de Azuero). Zonas de menor energía en región posterior a Punta Mala. Eventuales fenómenos hidrodinámicos en Playa Toro y aledañas a Punta Mala por encontrarse en las cercanías de este proceso inicial de difracción.

REFERENCIAS

Blanc, J.J. 1971. Mouvements de la mer et notes de sedimentologie littorale. Faculte des Sciences. Marseille No.3. 127 pp.

Blanc, J.J. 1978. Notes de géologie marine. Faculte des Sciences. Marseille. Laboratoire de géologie marine et sedimentologie appliquee. 144 pp.

Carta Náutica, Panama Pacific Coast. Gulf of Panama, 1:300,000. No. 1929.

Guilcher, A. 1979. Précis d'hydrologie Marine et Continentale. 2de Edition Masson, Paris, 344 pág.

Johnson, J.W., M.P. O'Brien, J.D. Isaacs. 1948. Graphical construction of wave refraction diagrams: Hydrographic Office, U.S. Navy, Publ. No. 605.

Munk, W.H. 1951. Origin and generation of wave. 1^{re} CCE, Long Beach. p. 1-4.

Pinet, P.R. 2003. Invitation to oceanography. Jones and Bartlett Publ. Third Edition. 555 pp.

Smayda, T. J. 1966. A quantitative analysis of the phytoplankton of the Gulf of Panama. III. Genera I Ecological conditions and the phytoplankton dynamics at 08°45'N, 79°23'W from November 1954 to May 1957 (with Spanish summary). Bull. Inter. Amer. Trop. tuna. Comm., 1966. 353-612. 11.

Recibido noviembre de 2012, aceptado septiembre de 2014.



MONITOREO DE INSECTOS ACUÁTICOS Y CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO PIRRE, PARQUE NACIONAL DARIÉN, REPÚBLICA DE PANAMÁ

¹Roberto A. Cambra T., ¹Alonso Santos M.

¹ Museo de Invertebrados G. B. Fairchild, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Universidad de Panamá, Estafeta Universitaria 0824, Panamá, República de Panamá.

RESUMEN

El estudio se desarrolló en el río Pirre, dentro del Parque Nacional Darién (PND) y área de amortiguamiento cerca a la población Emberá de Pijibasal, con la finalidad de identificar la fauna de insectos acuáticos y semiacuáticos, determinar la calidad del agua y el estado de conservación del río Pirre. Las giras de campo para recolectar especímenes fueron en abril, agosto y diciembre de 2013. Las recolectas de insectos acuáticos se llevaron a cabo utilizando redes de tela con malla en el fondo. Los insectos acuáticos capturados se identificaron a nivel de familia y para determinar la calidad del agua se aplicaron los índices BMWP de Costa Rica, Panamá, y Colombia. La mayoría de los especímenes fueron identificados a nivel de género y algunos hasta especie. Se capturaron un total de 5,799 especímenes representando taxa de 10 órdenes. El orden con más especímenes recolectados fue Ephemeroptera, seguido de Trichoptera y Coleoptera. Los cuatro órdenes con más familias registradas fueron Coleoptera, Trichoptera, Hemiptera y Odonata, cada uno con nueve familias. La diversidad de insectos acuáticos en el río Pirre estuvo representado por 50 familias, de las cuales 49 son consideradas con puntajes por algunos de los índices BMWP utilizados. Los valores obtenidos, utilizando los índices BMWP ya especificados, indican que la calidad del agua para el río Pirre es excelente, tanto dentro del PND como en la zona de amortiguamiento. Los resultados sugieren que los programas de conservación dentro del PND están contribuyendo al excelente estado de la fauna y calidad del agua de este río.

PALABRAS CLAVES

Insectos acuáticos, ecosistema lótico, calidad del agua, BMWP, inventario, conservación.

ABSTRACT

The study was conducted in the river Pirre, within Darien National Park (PND) and buffer zone near to the Embera population of Pijibasal, in order to identify the fauna of aquatic insects, determine water quality and conservation status of the river Pirre. Field trips were conducted in April, August and December 2013 to collect specimens. The collections of aquatic insects were conducted using nets of fabric with mesh on the bottom. Aquatic insects caught in the river Pirre were identified at family level to determine water quality, applying BMWP indices from Costa Rica, Panama, and Colombia. Most specimens were identified to genus and some to species. A total of 5,799 specimens representing taxa of ten orders were captured. The order with more specimens collected was Ephemeroptera, followed by Trichoptera and Coleoptera. The four orders with more registered families were Coleoptera, Trichoptera, Hemiptera and Odonata, each one with 9 families. The diversity of aquatic insects in Pirre River was represented by 50 families, of which 49 are considered with scores by some of the used BMWP indices. The values obtained using the BMWP indices indicate that water quality for the river Pirre is excellent both inside the park and the buffer zone. The results suggest that conservation programs within the PND are contributing to the excellent state of fauna and water quality of this river.

KEYWORDS

Aquatics insects, lotic ecosystem, water quality, BMWP, inventory, conservation.

INTRODUCCIÓN

Según Resh (2008) los macroinvertebrados acuáticos son los organismos más ampliamente usados, en la actualidad, como bioindicadores de la calidad de ecosistemas lóticos y lénticos por diversas circunstancias; entre las que destacan, según Bonada *et al.* (2006), las siguientes características: 1) Una amplia distribución geográfica y en diferentes tipos de ambientes; 2) Una gran riqueza de especies con gran diversidad de respuestas a los gradientes ambientales; 3) Ser, en su mayoría, sedentarios, lo que permite el análisis espacial de la contaminación; en otros casos, la posibilidad de utilizar su reacción de huida (deriva) como indicador de contaminación; 4) En algunas especies, tener ciclos de vida largo, porque integra los efectos de la contaminación en el tiempo; 5) Poder ser muestreados de forma sencilla y barata; 6) Una taxonomía en general bien conocida a nivel de familia y género; 7) La sensibilidad

bien conocida de muchos taxa a diferentes tipos de contaminación; 8) El uso de muchas especies en estudios experimentales sobre los efectos de la contaminación.

Además de ser importantes indicadores de la calidad del agua, los insectos acuáticos son importantes eslabones en la pirámide de la cadena alimenticia. La interacción depredador-presa es una de las principales fuerzas de estructuración de las comunidades acuáticas, y por lo tanto una potencial fuente de regulación de las poblaciones de mosquitos (Fischer *et al.* 2012). La importancia de esta interacción depende de múltiples factores, como por ejemplo, la permanencia del agua o la complejidad estructural del ambiente, la composición de depredadores presentes y el comportamiento de los depredadores frente a múltiples presas (Fischer *et al.* 2013).

Hasta ahora no existen inventarios de insectos acuáticos del río Pirre. Esta investigación tiene como objetivos determinar el estado de conservación de los recursos hídricos y fauna del río Pirre, utilizando como bioindicadores los insectos acuáticos y establecer una colección de insectos acuáticos para ser utilizada en futuras investigaciones.

MÉTODOS Y MATERIALES

El monitoreo de insectos acuáticos se realizó en la provincia de Darién, distrito de Pinogana, dentro y fuera (zona de amortiguamiento) del PND, en áreas cercanas a la Serranía de Pirre. Los muestreos de insectos acuáticos se realizaron en el río Pirre (afluente del río Tuira) en abril, agosto y diciembre de 2013. El centro de logística para las tres salidas de recolectas, fue la Estación Científica Rancho Frío. Las recolectas de los insectos acuáticos se realizaron en las dos zonas siguientes: 1) dentro del Parque 2) fuera del Parque, área de amortiguamiento, poco antes de la población Emberá de Pijibasal. Las zonas de muestreos fueron georreferenciadas con un GPS, y se tomó la temperatura del agua y la altitud (Cuadro 1).

El esfuerzo de recolecta en el río Pirre para abril fue de 5 días: 1 persona x 6 horas diarias x 2 días = 12 horas; 3 personas x 6 horas diarias x 1 día = 18 horas; 2 personas x 6 horas diarias x 2 días = 24 horas, lo que hace un total de 54 horas de recolecta para el mes de

Cuadro 1. Coordenadas geográficas, altitud, temperatura del agua y días de muestreo de los sitios de muestreo en el río en el río Pirre, Darién.

Fuera del Parque (Cerca a Pijibasal)	Dentro del PND (Dos Bocas)
08°01'53''N	08°00'11''N
77°45'37''O	77°44'42''O
08°01'46''N	08°00'02''N
77°45'45''O	77°44'57''O
64 m s.n.m. – 68 m, 27° C	83 m s.n.m. – 90 m, 27° C
3, 4, 5 abril; 8 agosto; 11 diciembre	6-7abril; 9, 11 agosto; 12, 15 diciembre

abril. El esfuerzo de recolecta para agosto y diciembre fue de: 2 personas x 6 horas diarias x 3 días, lo que hace un total de 36 horas.

Las recolectas de insectos acuáticos se llevaron a cabo utilizando redes de tela con malla en el fondo. Se hicieron capturas manuales con la ayuda de pinzas, goteros, pinceles y bandejas blancas, removiendo los insectos adheridos a las rocas, entre la hojarasca del fondo del río, y los ocultos en la arena del río. Estos muestreos fueron de tipo cualitativo, tratando de muestrear todos los tipos de hábitat y capturar la mayor cantidad de especímenes.

Los insectos acuáticos y subacuáticos capturados en el campo fueron preservados en alcohol al 95 % y depositados en el Museo de Invertebrados G. B. Fairchild de la Universidad de Panamá (MIUP). Los especímenes fueron identificados usando las claves presentes en: Hungerford & Matsuda (1960), Brown (1970), Quintero y Aiello (1992), Contreras-Ramos y Harris (1998), Merrit *et al.* (2008), Springer *et al.* (2010). También se identificaron algunos especímenes de escarabajos comparando con ejemplares identificados por especialistas y que se encuentran depositados en la colección del MIUP. Una vez identificados, los especímenes se utilizaron como bioindicadores para determinar el estado de conservación del río Pirre. Se utilizaron los índices biológicos BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) /Colombia (Roldán 2003); BMWP/Costa Rica

(MINAE 2007); y BMWP/Panamá Cornejo (2014, en prep.) para determinar la calidad de agua del río Pirre.

RESULTADOS

Durante las tres giras de campo se recolectaron un total de 5,799 especímenes (Cuadro 2). Los especímenes capturados representaron taxa de 10 órdenes (Cuadros 2-3). El orden con más especímenes recolectados fue Ephemeroptera (2,450), seguido de Trichoptera (1,054), Coleoptera (918), Hemiptera (454) y Plecoptera (447) (Cuadro 2). Los cinco órdenes anteriores agrupan el 91.8% (5,323) del total (5,799) de especímenes recolectados. En cuanto al número de familias presentes, el río Pirre estuvo representado por 50 familias (Cuadro 4). Los órdenes con más familias registradas fueron Coleoptera, Trichoptera, Hemiptera y Odonata con nueve familias cada una (Cuadro 4). Los órdenes Ephemeroptera (con 21 géneros), Odonata (17) y Trichoptera (14) fueron los mejor representados en cuanto al total de géneros encontrados (cerca de 92) en el río Pirre (Cuadro 4). Los tres órdenes anteriores agrupan cerca del 56% (52 géneros) de los géneros identificados.

El puntaje total obtenido de la calidad del agua para el río Pirre, utilizando los índices BMWP, fueron los siguientes: BMWP/Costa Rica = 251; BMWP/Panamá = 278; BMWP/Colombia = 302. Los puntajes de calidad del agua para cada zona muestreada por gira, utilizando el BMWP/ Panamá, son presentados en el (Cuadro 5).

DISCUSIÓN

Las 50 familias de insectos acuáticos o subacuáticos presentes en el río Pirre indican que la calidad del agua es excelente dentro del Parque Nacional Darién, como también en la zona de amortiguamiento. La única familia recolectada en el río Pirre y que no es considerada con puntaje por los BMWP utilizados es Dipsocoridae (Hemiptera). Esta familia de chinche es básicamente terrestre, pero algunas especies de *Cryptostemma* (Dipsocoridae) pueden habitar cerca al agua (Usinger 1945). Los BMWP-Panamá y Costa Rica consideran aguas excelentes aquellas con índices mayores a 120 y el BMWP/Colombia aquellas con índices mayores a 150. En un solo día de recolecta, con el esfuerzo

de dos personas durante 6 horas, se obtuvieron índices de excelente calidad de agua utilizando el BMWP/Panamá, excepto un día en la tercera gira de campo en donde el índice de 112 (Cuadro 5) indica aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible. Los índices BMWP más bajos durante la segunda y tercera gira de campo en el área de amortiguamiento (Cuadro 5), con respecto a la primera gira de campo, pueden ser explicados por el mayor tiempo de recolecta durante la primera gira (30 horas), contra 12 horas de recolecta para cada una de las dos otras giras. Los índices de calidad de agua obtenidos en la zona dentro del PND durante cada gira de campo son muy parecidos (Cuadro 5).

Existe bastante parecido entre la fauna recolectada en cada gira de campo. Lo anterior sugiere que, probablemente, en el río Pirre no se dan cambios marcados en la diversidad de insectos acuáticos a lo largo de todo un año. La abundancia de especímenes para algunos órdenes (por ejemplo: Trichoptera, Plecoptera, Odonata) fueron marcadamente variables en los diferentes meses de recolecta. Se necesitan muestreos con una metodología experimental cuantitativa para determinar si estas diferencias de abundancia son significativas. Medianero y Samaniego (2004) indican que la precipitación pluvial influye de manera directa e indirecta en los patrones anuales de abundancia de insectos en el río Curundú, Panamá.

La presencia en el río Pirre de 21 géneros de Ephemeroptera, 14 de Trichoptera (Cuadro 4) y la gran abundancia de especímenes de estos dos órdenes (Cuadro 2), ubican a éstos como excelentes bioindicadores de la calidad del agua para este río. Los efemerópteros y tricópteros son muy susceptibles a cambios bióticos o abióticos en su ecosistema (Flowers & De la Rosa, 2008). La ausencia o disminución, posterior a este estudio, en el número de familias en el río Pirre podrían indicar cambios químicos o físicos en las aguas por contaminación, deforestación o por alguna alteración natural como lo indican estudios en otros ríos (Medianero & Samaniego 2004, Fischer *et al.* 2013). La presencia de Plecoptera y de escarabajos Psephenidae y Ptilodactylidae son también buenos indicadores de la excelente calidad del agua para el río Pirre, ya que fueron muy comunes durante todas las giras de

recolecta, y reciben puntajes muy altos por los BMWP utilizados en esta investigación.

Cambra & Barria (2014) estudiaron la fauna de insectos acuáticos y subacuáticos presentes en el río Perresénico, PND, y la compararon con otros nueve diferentes ecosistemas lóticos de Panamá. Los resultados obtenidos por Cambra y Barria (2014), en cuanto a taxa y calidad de agua, son muy semejantes a los obtenidos para el río Pirre. De las 50 familias presentes en el río Pirre, solo las siguientes ocho familias no se encontraron en el río Perresénico: Mesoveliidae, Nepidae, Linnichidae, Glossomomatidae, Odontoceridae, Xiphocentronidae, Crambidae y Simuliidae.

Los resultados de esta investigación son de gran importancia, pues servirán para comparar con futuros monitoreos. Así, se podrá cotejar si han ocurrido cambios en la composición de los insectos acuáticos por posibles alteraciones biológicas, químicas o físicas en las aguas del río Pirre. Se espera que esta información ayude a los tomadores de decisiones a evaluar la efectividad de las estrategias de conservación.

Cuadro 2. Total de especímenes capturados por orden en las tres giras de campo al río Pirre, Darién.

Órdenes	Gira 1	Gira 2	Gira 3	Total
Ephemeroptera	456	1,211	783	2,450
Odonata	204	62	16	282
Plecoptera	282	118	47	447
Blattodea	4	3	0	7
Hemiptera	146	205	103	454
Megaloptera	33	62	23	118
Coleoptera	169	371	378	918
Trichoptera	540	346	168	1,054
Lepidoptera	3	0	0	3
Diptera	23	27	16	66
Total	1,860	2,405	1,534	5,799

Cuadro 3. Total de especímenes capturados por días de recolecta en el río Pirre, Darién.

Orden	3-4 abr	5 abr	6 abr	7 abr	8 ago	9 ago	11 ago	11 dic	12 dic	15 dic
Ephemeropt	28	278	99	51	534	312	365	335	222	226
Odonata	52	53	32	67	13	23	26	4	9	3
Plecoptera	90	144	36	12	18	51	49	17	6	24
Blattodea	0	2	0	2	0	2	1	0	0	0
Hemiptera	12	87	30	17	151	31	23	43	28	32
Megaloptera	6	8	11	8	13	12	37	4	7	12
Coleoptera	2	46	98	23	71	165	135	48	300	30
Trichoptera	46	394	79	21	68	163	115	63	38	67
Lepidoptera	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	1	10	9	3	14	1	12	2	9	5

Cuadro 4. Familia y géneros recolectados en el río Pirre, Darién.

EPEHEMEROPTERA	ODONATA	HEMIPTERA	TRICHOPTERA
Baetidae	ZYGOPTERA	Ochteridae	Glossosomatidae
<i>Baetis</i>	Calopterygidae	<i>Ochterus</i>	<i>Protoptila</i>
<i>Baetodes</i>	<i>Hetaerina</i>	Vellidae	Helicopsychidae
<i>Camelobaetidi</i>	Coenagrionidae	<i>Rhagovelia</i>	<i>Helicopsyche</i>
<i>Cloeodes</i>	<i>Argia</i>	MEGALOPTERA	Hydropsychidae
<i>Guajirolus</i>	Megapodagrionidae	Corydalidae	<i>Leptonema</i>
<i>Mayobaetis</i>	<i>Heteragrion</i>	<i>Chloronia?</i>	<i>Macronema</i>
Euthyplociidae	<i>Philogenia</i>	<i>Corydalis</i>	<i>Plectropsyche?</i>
<i>Euthyplocia</i>	Perilestidae	Sialidae	<i>Smicridea</i>
Leptohyphidae	<i>Perissolestes</i>	<i>Protostalis</i>	Leptoceridae
<i>Allenhyphes</i>	Platystictidae	COLEOPTERA	<i>Nectopsyche</i>
<i>Asioplax?</i>	<i>Palaemnema</i>	Dryopidae	<i>Tripletides</i>
<i>Epiphraes</i>	Polythoridae	<i>Dryops</i>	Odontoceridae?
<i>Haplohyphes?</i>	<i>Cora?</i>	<i>Elmoparnus</i>	Género?
<i>Leptohyphes</i>	Protoneuridae	<i>Helichus</i>	Philopotamidae
<i>Tricorythodes</i>	<i>Protoneura</i>	Dytiscidae	<i>Chimarra</i>
Leptophlebiidae	PLECOPTERA	<i>Copelatus</i>	Polycentropodidae
<i>Atopophlebia</i>	Perlidae	Elmidae	<i>Polycentropus</i>
<i>Choroterpes?</i>	<i>Anacroneuria</i>	<i>Cylloepus</i>	<i>Polyplectropus</i>
<i>Farrodes</i>	BLATTODEA	<i>Hexanchorus</i>	Xiphocentronidae
<i>Terpides</i>	Blaberidae	<i>Heterelmis</i>	Género?
<i>Thraulodes</i>	HEMIPTERA	<i>Macrelmis</i>	LEPIDOPTERA
<i>Tikana</i>	Dipsocoridae	<i>Neelmis</i>	Crambidae
<i>Traverella</i>	<i>Cryptostemma</i>	<i>Phanocerus</i>	Afin a <i>Parapomya</i>
<i>Umeritoides</i>	Gelastocoridae	Hydrophilidae	<i>Pterophila</i>
ODONATA	<i>Gelastocoris</i>	<i>Anacaena</i>	DIPTERA
ANISOPTERA	Gerridae	Lutrochidae	Athericidae
Gomphidae	2 géneros?	<i>Lutrochus</i>	<i>Suragina</i>
<i>Agriogomphus</i>	Hebridae	Limnephidae	Ceratopogonidae
<i>Epigomphus</i>	<i>Hebrus</i>	Psephenidae	<i>Probezzia</i>
<i>Erpetogomphus</i>	Mesoveliidae	<i>Psephenops</i>	Chironomidae
<i>Perigomphus</i>	<i>Mesoveloidea</i>	Ptilodactylidae	1 Género?
<i>Progomphus</i>	Naucoridae	<i>Anchytarsus</i>	Simuliidae
Libellulidae	<i>Ambrysus</i>	Staphylinidae	<i>Simulium</i>
<i>Brachymesia</i>	<i>Cryphocricos</i>	Género?	Tipulidae
<i>Brechmorhoga</i>	<i>Limnocris</i>	TRICHOPTERA	(Limoniidae)
<i>Macrothemis</i>	Nepidae	Calamoceratidae	<i>Hexatoma</i>
<i>Neocordulia</i>	<i>Ranatra</i>	<i>Phylloicus</i>	

Cuadro 5. Calidad del agua del río Pirre utilizando el BMWP-Panamá.

FUERA DEL PND			DENTRO DEL PND		
Gira 1	Gira 2	Gira 3	Gira 1	Gira 2	Gira 3
190	166	112	180	180	170

CONCLUSIONES

La calidad del agua para el río Pirre, basado en los índices BMWP utilizados, es excelente dentro del PND y en su área de amortiguamiento.

Los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera fueron muy abundantes o diversos, indicando la excelente calidad biológica del agua para el río Pirre.

Los órdenes Ephemeroptera (21 géneros), Odonata (17) y Trichoptera (14) fueron los mejor representados en cuanto al total de géneros encontrados para cada orden.

Se sugiere que los programas de conservación en el PND están contribuyendo al excelente estado de conservación del río Pirre.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de The Nature Conservancy (TNC), Embajada de los Estados Unidos de América en Panamá, Ministerio de Economía y Finanzas, República de Panamá (MEF), FUNDES, Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), Colegio de Biólogos de Panamá (COBIOPA), Cámara Americana de Comercio e Industrias de Panamá (PANACHAM), NATURA y Museo de Invertebrados G. B. Fairchild, Universidad de Panamá (MIUP) por el apoyo brindado. A Carlos Guerra y Ruby Caballero, COBIOPA, por toda la asistencia brindada. A Aydeé Cornejo, Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, por facilitarnos literatura con los índices BMWP. Esta investigación se realizó con dineros del FONDO DARIÉN, con el apoyo de la Fundación NATURA, coordinado por COBIOPA y ejecutado por el personal del MIUP.

REFERENCIAS

Bonada, N., N. Prat, V. H. Resh, & B. Statzner. 2006. Developments in Aquatic Insect Biomonitoring: A Comparative Analysis of Recent Approaches. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 495–523.

Brown, H. P. 1970. A key to the dryopid genera of the New World (Coleoptera, Dryopoidea). Entomol. News 81: 171-175.

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

Contreras-Ramos, A. & S. C. Harris. 1998. The immature stages of *Platyneuromus* (Corydalidae), with a key to the genera of larval Megaloptera of Mexico. J. North Am. Benthological Soc. 17(4): 489-517.

Fischer, S., D. Pereyra, & L. A. Fernández. 2012. Predation ability and non-consumptive effects of *Notonecta sellata* (Heteroptera: Notonectidae) on immature stages of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). J. Vect. Ecol. 37: 245-251.

Fischer, S., G. Zanotti, A. Castro, L. Quiroga & Vázquez-Vargas, D. 2013. Effect of habitat complexity on the predation of *Buenoa fuscipennis* (Heteroptera: Notonectidae) on mosquito immature stages and alternative prey. J. Vect. Ecol. 38 (2): 215-223.

Flowers, R. W. & C. De La Rosa. 2008. Ephemeroptera, p. 63-93. En: Springer, M., Ramírez, A., Hanson, P. 2010 (eds.). Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica I. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos, métodos de recolección, biomonitorio acuático Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera. Rev. Biol. Trop. 58(4): 1-240.

Hungerford, H. B. & R. Matsuda. 1960. Keys to subfamilies, tribes, genera and subgenera of the Gerridae of the World. Univ. Kans. sci. bull. 41(1): 1-690.

Medianero, E. & M. Samaniego. 2004. Comunidad de insectos acuáticos asociados a condiciones de contaminación en el río Curundú, Panamá. Folia Entomol. Mex. 43(3): 279-294.

Merrit, R. W., K. W. Cummins & M. B. Berg. 2008. *An Introduction to the aquatic insects of North America*. Cuarta edición. Kendall/Hunt Publishing. 1,158 págs.

Ministerio Nacional de Ambiente y Energía (MINAE). 2007. Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales: Capítulo IV: Monitoreo Biológico. *La Gaceta Diario oficial*, 178: 3-4.

Quintero, D. & A. Aiello, 1992. *Insects of Panama and Mesoamerica: Selected Studies*. Oxford University Press, Oxford. 692 págs.

Resh, V. H., 2008. Which group is best? Attributes of different biological assemblages used in freshwater biomonitoring programs. *Environmental Monitoring and Assessment*, 138: 131–138.

Roldán, G. 2003. *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP-Colombia*. Universidad de Antioquia, Medellín, 170 págs.

Springer, M., A. Ramirez & P. Hanson. 2010. Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica I. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos, métodos de recolección, biomonitoreo acuático Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera. *Rev. Biol. Trop.* 58(4): 1-240.

Usinger, R. L. 1945. Notes on the genus *Cryptostemma* with a new record for Georgia and a new species from Puerto Rico. *Entomol. News* 56: 238-241.

Recibido mayo de 2014, aceptado noviembre de 2014.



ANÁLISIS BIOLÓGICO Y PESQUERO DE LA EXTRACCIÓN DEL POLIQUETO *AMERICANUPHIS REESEI* EN EL GOLFO DE MONTIJO, PACÍFICO PANAMEÑO

Ángel J. Vega, Yolani A. Robles P., Liseth Torres

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas.

E-mail:angeljv@cwpanama.net

RESUMEN

El poliqueto, *Americanuphis reesei* es utilizado para estimular el proceso reproductivo en reproductores de fincas camaroneras. Debido a esto la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP) otorga concesiones para su explotación en diferentes localidades del Pacífico panameño, incluyendo el Golfo de Montijo. Esto motivó que dentro de las prioridades del Plan de Manejo del Área de Recursos Manejados Humedal Golfo de Montijo, se hiciera una caracterización biológica y pesquera de este recurso con el objetivo de conocer su estado biológico pesquero. Para esto se hicieron giras entre marzo y octubre de 2013 a los sitios de extracción para obtener muestras para analizar tallas y pesos, estimar densidades y la captura por unidad de esfuerzo (kg/marea-extractor). También se recopiló información sobre volúmenes anuales totales y por localidad a partir de datos de la ARAP y de la empresa ccesionaria. Los resultados indican que la densidad del poliqueto es baja, en promedio 0.38 ind/m^2 (DE = 0.39, n = 42). En promedio la LT fue de 72.86 cm (DE = 20.33, N = 30) y el PT promedio fue de 32.21 g (DE = 13.75, N = 30). La biomasa extraída ha sido variable en el tiempo con el máximo en el 2013, con 10588.00 kg, muy por encima del promedio de extracción anual estimado entre el 2008 y 2013 (5411 kg). La CPUE se mantuvo entre 4 y 5 kg /marea-extractor, tanto para el 2013, como para el periodo 2009 al 2011.

PALABRAS CLAVES

Poliqueto, *Americanuphis reesei*, Montijo, manejo, humedal.

ABSTRACT

The common polychaete, *Americanuphis reesei* is used to stimulate the reproductive process of broodstocks lines in shrimp farms. In accordance, the Aquatic Resources Authority of Panama (ARAP) regulates concessions for the harvest at different locations of the Panamanian Pacific, including the Gulf of Montijo. This motivated the present study to characterize the status of this fishery resource under the work frame of the management plan for the resources of the Montijo Gulf wetland assemblage. Sampling campaigns were completed between March and October 2013 at the harvest sites to obtain samples and analyze size, weight, density and the catch unit effort (kg/tide-fisherman). Data on the total catch by locality was also obtained from the ARAP registry alongside records from the local concessionary fishing company. The results indicate that the density of polychaetes is low, averaging 0.38 ind/m² (SD = 0.39, n = 42). Total length averaged 72.86 cm (SD = 20.33, N = 30), while the total weight 32.21 g (SD = 13.75, N = 30). The extraction biomass has shown variation over time with the maximum during 2013 at 10588.00 kg, highly above the mean annual value between 2008 and 2013 at 5411 kg. The Catch per unit effort remained between 4 to 5 kg /tide-fisherman in 2013 as well as for the period 2008 to 2011.

KEYWORDS

Polychaete, *Americanuphis reesei*, Montijo, management, wetland.

INTRODUCCIÓN

Los poliquetos constituyen un grupo relevante de invertebrados marinos bentónicos, siendo así los organismos más abundantes en especies e individuos en las comunidades marinas de fondos blandos (Grajales & Vergara, 2001). Algunos de estos organismos habitan en tubos de forma y composición variable, algunos construidos con mucus al cual le añaden partículas del fondo, consolidando espacios en forma de tubo o pueden ser membranosos, de compuestos orgánicos que se endurece cuando entran en contacto con el agua (Villalaz *et al.*, 2002).

Dentro de los poliquetos, *Americanuphis reesei* fue descrito por Fauchald (1977) con base en muestras recolectados en las costas del Golfo de Panamá. Presenta una cabeza definida con antenas reducidas, un par de mandíbulas gruesas y largas; habitando dentro de un tubo en forma de U que puede superar los dos metros, cuyos extremos salen hasta 12 cm sobre el sustrato (Fauchald, 1977, Luna *et al.*, 2001a). El tubo tiene una matriz mucosa secretada por el gusano que

una arena y detritos y sobre la cual crecen varios tipos de algas, principalmente filamentosas, que albergan un variado grupo de invertebrados (Luna & López, 2001a).

La extracción de esta especie inició en Panamá en la década de los setenta para ser utilizado en la alimentación de camarones reproductores en los laboratorios de producción de larvas (Spadafora, 1994), por ser fuente de prostaglandina que induce a la maduración gonadal de los camarones blancos: *Penaeus vannamei* y *P. stylirostris* (D' Croz *et al.*, 1988).

Desde 1994, cuando se inició un monitoreo oficial de la actividad, hasta mayo de 1996 se habían registrado extracciones por el orden de las 89.5 toneladas métricas, involucrando un promedio de 7 cuadrillas de extracción, 170 hombres/día, 10 libras días/ hombre, generando entradas de venta de \$1.00 a \$ 1.35 por libra (Spadafora, 1994).

En nuestro país se han realizado algunas investigaciones sobre su alimentación y comportamiento en acuarios (Luna & López, 2001a), su fisiología y su bioquímica (Luna & López, 2001b, Gómez *et al.*, 2001, Villalaz *et al.*, 2001), su reproducción (Luna *et al.*, 2001a) y su morfometría (Luna *et al.*, 2001b). Según Spadafora (1994). En Panamá esta especie se distribuye en diferentes sectores y parece estar relacionada con el tipo de arena y el flujo de agua dulce.

Los poliquetos en su mayoría se reproducen en forma sexual y casi todos son dioicos (Hutchings, 1973). Entre los Onuphidae son frecuentes el hermafroditismo y el viviparismo (Giangrande, 1997), aunque oocitos y espermatozoides tienden a desarrollarse en diferentes secciones de las gónadas y en diferentes momentos del ciclo reproductor. Luna *et al.* (2001a) reportaron que *A. reesei* es hermafrodita y muy posiblemente protándrica (machos durante la primera etapa de vida y luego se transforman en hembras), pero que también puede ser monoica, condición muy rara en este tipo de poliquetos. Estos mismos autores identifican picos reproductivos para esta especie en los meses de octubre a diciembre de acuerdo a dos trabajos realizados en dos playas de la península de Azuero.

El Golfo de Montijo es una de las principales zonas de pesca del Pacífico donde moluscos, peces y crustáceos son explotados comercialmente para el consumo (Vega *et al.*, 2004). Sin embargo, a pesar de la importancia de *Americomuphis reesei*, no se conocen estudios que hagan referencia a la presencia de esta especie en dicho sistema, aun cuando es explotado y comercializado para las empresas de cultivo de camarón debido a su gran valor nutricional.

La explotación comercial de *A. reesi* se ha convertido en un tema conflictivo en el Golfo de Montijo, con los pescadores, por la creencia de que esta especie sirve de alimento a peces y fundamentalmente a camarones, por lo que para algunos pescadores de camarón, la pesca de poliquetos es la causa de las caídas de los volúmenes de camarones e inclusive de las casi nulas capturas frente a la comunidad de la Playa. En este contexto se desarrolló esta investigación con el objetivo de analizar las características biológicas y el estado de explotación del poliqueto *Americomuphis reesei* en el Golfo de Montijo.

METODOLOGÍA

Área de estudio: El Golfo de Montijo está localizado en la costa Pacífica de la provincia de Veraguas, aproximadamente a 30 km de la ciudad de Santiago, entre las coordenadas geográficas 7° 35' 45" a 7° 50' 45" N y de 80° 58' 45" a 81° 13' 30" W. Presenta una superficie de 1839.28 km² incluyendo el espacio marítimo, los caños y la orla de la influencia. Cuenta con una disposición meridiana de 30 km desde la parte interna con los manglares de Trinidad al Norte hasta la Isla de Cébaco cerrándolo al Sur, con una ancho de entre 10 y 20 km que incluye Isla Verde e Isla Leones al Norte e Isla Gobernadora al Oeste de Cébaco. Su litoral está rodeado por manglares, excepto al suroeste en Hicaco (entre el Tigre y Punta Brava) y al sureste en Llano Mariato (Cámara *et al.*, 2004, CATHALAC, 2007).

Los fangos mareales en el Golfo de Montijo ocupan una superficie de 8.1km² y los bancos de fangos más importantes en este golfo se encuentra en los corregimientos de Guarumal (Distrito de Soná) y Tebario (Distrito de Mariato) (Cámara *et al.*, 2004).

Según la clasificación de climas de Köpen, el Golfo de Montijo posee un clima tropical húmedo, que se caracteriza por tener una precipitación anual mayor de 2500 mm, ya que se encuentra en su mayoría dentro del clima tropical húmedo los valores más altos se encuentra al sur de la región (CATHALAC, 2007). La salinidad es variable, con un promedio anual de 21.13 ups, aumentando durante la estación seca. El oxígeno disuelto presenta un valor promedio de 5.16 ml/g, aumentando durante la estación seca. La transparencia según la lectura del disco secchi es baja durante la estación lluviosa dando valores máximos de 10 cm y aumentando durante la estación seca con valores máximos de 360 cm (Vega, 2004, Cámara *et al.*, 2004).

Determinación de los sitios de extracción y densidades: Para identificar los sitios de extracción se le consultó a la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP) sobre las áreas concesionadas a empresas y asociaciones en el Golfo de Montijo, adicionalmente durante las fechas de extracción de agosto (21-25) y septiembre (19-23) se realizaron giras de reconocimiento para georreferenciar dichos sitios. También se realizaron recorridos con extractores de poliquetos para estimar las densidades según la metodología propuesta por Rojas & Vargas (2008). En cada área previamente identificadas se establecieron tres cuadrantes de 100 m² para completar un total de 42 cuadrantes donde se contaron los tubos que emergían del sustrato y que estuviesen intactos.

La densidad (d) de individuos por metro cuadrado se estimó como la mitad del número de tubos del poliqueto que emergen del sustrato, ya que el poliqueto habita en un tubo en forma de “U” con sus dos extremos en la superficie del sedimento. En cada sitio se estimó la densidad a partir del promedio de tres cuadrantes.

Tallas y pesos: Se procuró extraer individuos enteros para obtener valores de talla (cm) y peso (g).

Biomasa extraída y captura por unidad de esfuerzo (CPUE): La biomasa se estimó a partir de los registros de la ARAP (2008 al 2013), los cuales son llevados por localidad, acompañados de la cantidad de extracciones en cada periodo de extracción, esto último sólo para los años 2009 al 2013.

Para validar la información en campo, se acompañó a los extractores durante la extracción de agosto de 2013 para documentar el proceso y así se obtuvo cada día la biomasa de poliquetos extraído y el nombre del extractor. Esta información se utilizó para estimar la CPUE definida como: $CPUE = B(kg)/n$, donde B representa la biomasa extraída por cada extractor en una jornada y n representa la cantidad de extracciones realizadas, lo que es lo mismo que los días de extracción, ya que las jornadas son diarias.

La CPUE también se estimó con base en la información de la ARAP para el periodo 2009-2011 y 2013, al dividir la biomasa reportada cada año por la cantidad de extracciones realizadas.

Se analizó la relación entre la biomasa extraída, cantidad de extracciones y CPUE a través del coeficiente de correlación por rangos de Spearman (r_s) y se comparó la CPUE entre localidades para el 2013 con un ANOVA de una vía, previa comparación de la homocidad con la prueba Levene. Los promedios fueron comparados con la prueba Tukey (Zar, 2009). En todos los casos se consideró un $\alpha = 0.05$. Los análisis estadísticos y gráficos fueron realizados con el programa IBM SPSS Statistics 20.0.

RESULTADOS

La extracción: El mecanismo de extracción es artesanal, por el uso de bombas de aire a las cuales le adaptan mangueras similares a las utilizadas en peceras. Antes de iniciar la extracción, las secciones del tubo del poliqueto que emergen del sustrato son cortados, para inyectar aire por uno de los extremos logrando que el organismo salga expulsado por el otro, generalmente fragmentados.

Después de terminada la faena, el producto es llevado a la comunidad de la Playa, donde es lavado y pesado para ser vendido a un precio de US\$ 3.30/kg a la empresa intermediaria, encargada de exportar este recurso a países como Ecuador, Estados Unidos y Honduras. Según comunicación personal del biólogo Darío López, el poliqueto ya no se utiliza en Panamá para alimentar los reproductores de camarones por los costos.

Distribución: Los poliquetos fueron observados en diferentes localidades del Golfo de Montijo, asociados a diferentes tipos de ambientes, desde bajos fangosos y arenosos, hasta desembocaduras de esteros, en la zona intermareal frente a los manglares. Los bajos donde se presentan están ubicados frente a Hicaco, Lagartero, desembocadura de los ríos Caté, San Andrés, Cañazas, La Playa y la Corocita, Isla Zahino, Bancuerto frente a los Algarrobos, en los alrededores de tres Islas, frente Diáfara y en el Bajo de Leones y la Pacora.

Para evitar conflictos con las comunidades donde no se permite la extracción de poliquetos, las densidades sólo se midieron en los sitios de extracción: Bancuerto, Leones, Zahino, Pacora y Tres Islas. Considerando todos los cuadrantes, los valores estuvieron entre 0.02 y 1.72 ind./m², en promedio 0.38 ind./m² (DE = 0.39, n = 42) (Fig. 1).

Tallas y pesos: Se logró obtener 30 individuos enteros, a los cuales se les registro el largo total (LT) y el peso total (PT). En promedio el LT fue de 72.86 cm (DE = 20.33, n = 30) y el PT promedio fue de 32.21 g (DE = 13.75, n = 30).

Biomasa extraída: La biomasa extraída reportada por la ARAP presentó un crecimiento sostenido entre el 2008 y 20013, con un máximo en este último año de 10588.00 kg, muy por encima del promedio de extracción anual estimado para el periodo 2008 al 2013 que es de 5411.00 kg. En este periodo hay una disminución importante en el 2012, año en que sólo hay reportes para los dos últimos meses (Fig. 2).

Por mes se aprecia cierta uniformidad, cuando en casi todos los años hay ausencia de reporte de extracción entre mayo y julio, aunque en algunos periodos inicia en abril o se extiende hasta agosto, y en el 2012, la ausencia de información en los registros abarcó desde enero hasta octubre (Fig. 3).

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE): La CPUE obtenida con base en registros de la ARAP (2009-2011) se estimó entre 4 y 5 kg-extractor/marea (Fig. 4). En el 2013, la CPUE promedio por mes fue de 6.7 kg-extractor/marea (DE = 1.9, n=7) y el promedio mensual de extracciones fue de 225 (DE = 29, n = 7). En este mismo periodo se

aprecia un aumento sostenido de la CPUE entre septiembre y diciembre, con el máximo en este último mes 9.7 kg-extractor/marea que se refleja en un aumento de la biomasa extraída, logrado sin un aumento importante en el número de extracciones (Fig. 5). Esto lo corrobora el análisis de correlación al ser significativa la relación entre CPUE y biomasa extraída ($r_s=0.94$, $p<0.05$), pero no entre estas dos variables y la cantidad de extracciones ($p > 0.05$).

Cuando se analizan los volúmenes, las extracciones y la CPUE por localidad, en el 2013 se observa que Bancuerto e Isla Leones son las localidades donde estos tres parámetros son más elevados, comparado con Zahino y Pacora (Fig. 6). El ANOVA aplicado a la CPUE determinó diferencias significativas en la CPUE por localidad ($p<0.05$), con dos grupos homogéneos Bancuerto-I. Leones y Zahino-Pacora, pero diferentes entre ellos (Tukey, $p<0.05$).

Extractores e Ingreso: En la validación de campo se pudo estimar, con base a la biomasa extraída por usuario y al precio pagado al extractor (3.30 US\$/kg), que los extractores registraron en promedio 18.10 kg (1.82 a 47 kg) en 5 días de extracción, lo que representó un pago promedio de US\$ 59.74 (US\$ 6.00 a US\$ 154.00).

También se identificó, a partir de los registros de la empresa intermediaria, que en ese periodo participaron 70 extractores y que todos participaron de la extracción cinco días, excepto una dama que trabajó cuatro días. De este total, 11 son mujeres y 59 son varones. Los lugares de procedencia no aparecen registrados, pero en conversaciones con los extractores se identificó que proceden de Guarumal, Guarumalito, la Playa, el Pito, Palmas Bellas e Isla Leones. Otro aspecto importante de esta validación en campo es que se determinó que la ARAP en sus registros utiliza el concepto de extractores en los reportes, cuando en realidad son extracciones, pues cada extractor puede faenar todos los días en que se permite la extracción y cada vez que llega al punto de acopio se registra lo que desembarca como si fuese un extractor diferente.



Fig. 1. Sitios concesionados para la extracción de poliquetos y densidades en diferentes sitios de extracción en el Golfo de Montijo, Pacífico de Panamá. Las densidades se expresan en poliquetos/m² y cada valor representa el promedio de tres cuadrantes. Fuente: Plan de Manejo del Golfo de Montijo.

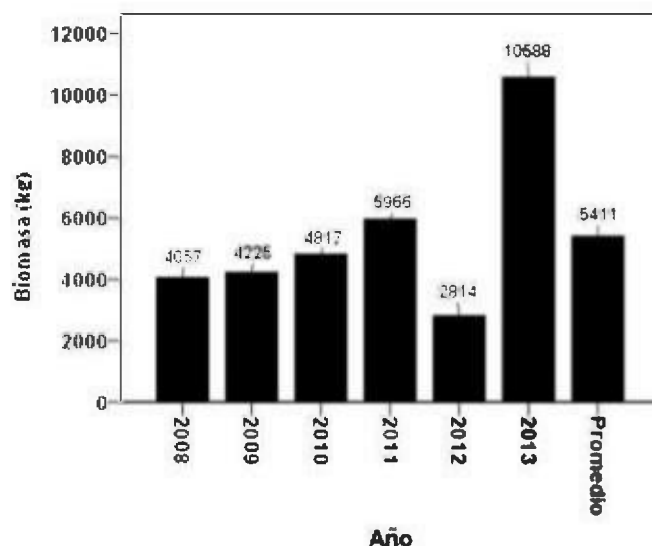


Fig. 2. Variación anual del volumen de extracción de poliquetos en el Golfo de Montijo entre el 2008 y 2013. Datos suministrados por la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá para el Plan de Manejo.

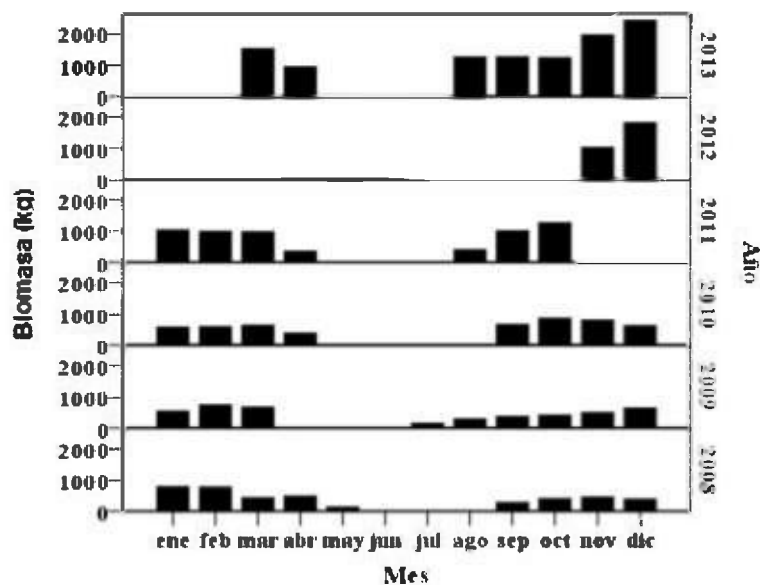


Fig. 3. Variación mensual de la captura de poliquetos en el Golfo de Montijo. Se comparan los años 2008 a 2013. Datos suministrados por la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá para el Plan de Manejo del Golfo de Montijo.

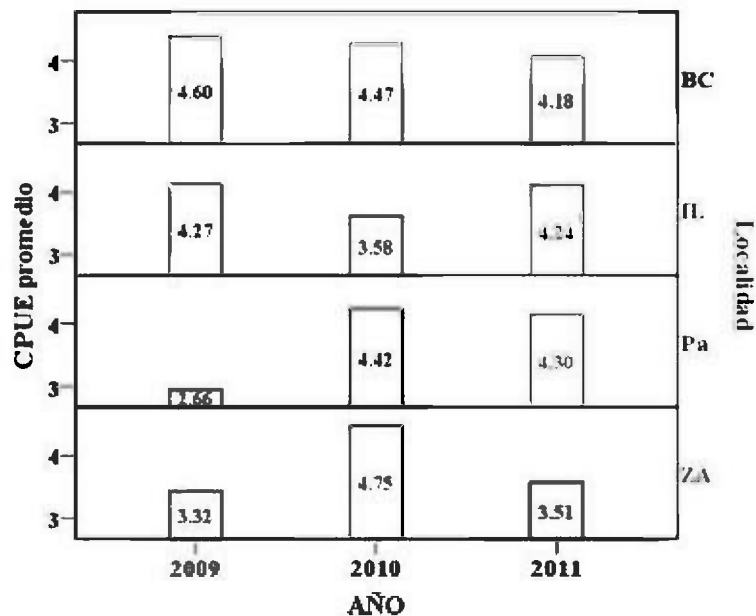


Fig. 4. Comparación de la CPUE por localidad de extracción a partir de datos suministrados por la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá para el periodo 2009-2011. BC: Bancuerto, IL: Isla Leones, PA: La Pacora, ZA: Zahino.

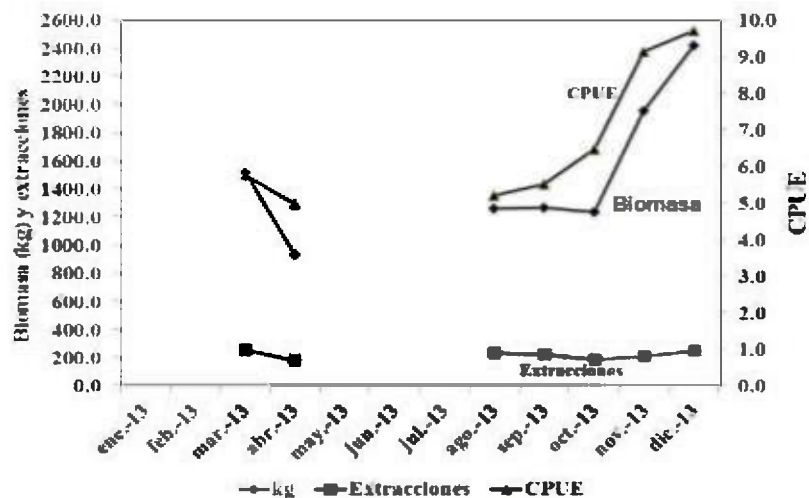


Fig. 5. Relación entre la biomasa extraída, cantidad de extracciones y Captura por Unidad de Esfuerzo para el periodo 2013 en el golfo de Montijo. Datos suministrados por la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá para el Plan de Manejo.

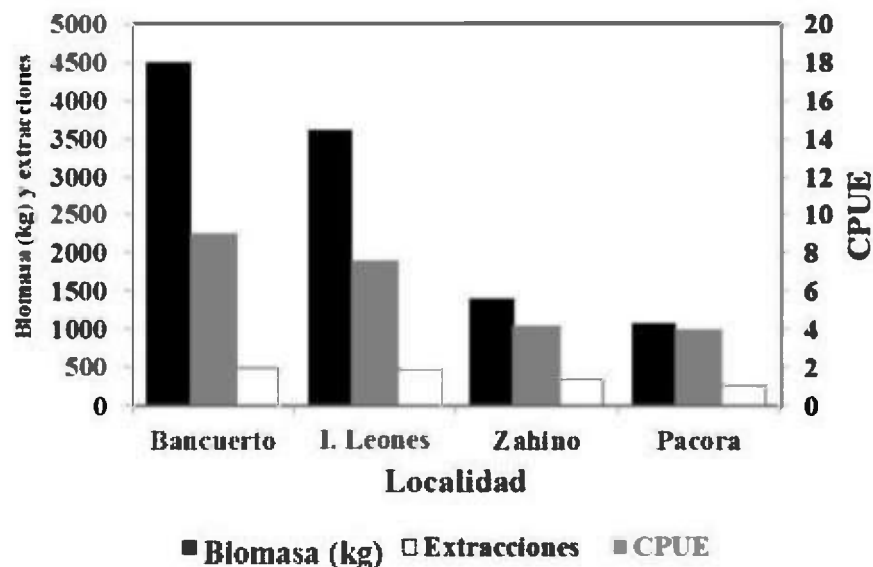


Fig. 6. Biomasa (kg), número de extracciones y Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) por localidad de extracción en el 2013 para el Golfo de Montijo. Datos suministrados por la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá para el Plan de Manejo.

DISCUSIÓN

La extracción de poliquetos es una actividad alternativa para los pescadores del Golfo de Montijo, pues está acotada en el tiempo a momentos de mareas de mayor amplitud y a fechas de extracción definidas por la ARAP. Se supone que la extracción sólo debe ocurrir en los sitios concesionados, situación que no necesariamente es así, pues se observaron extractores fuera de estos sitios, e inclusive en las zonas que despejan en aguajes, bordeando el manglar en estero Caté. Esto denota las dificultades a que se enfrentan las instituciones al tener capacidad limitada para controles y la falta de voluntad de los extractores al irse hacia sitios no concesionados a realizar extracción. La distribución del poliqueto está limitada a zonas de intermareales, arenosas, areno-fangosas y fangosas, donde es buscado y extraído de forma intensiva por los extractores durante el tiempo que permita la marea. Las principales áreas concesionadas para la extracción coinciden con los principales sitios donde el poliqueto es abundante, excepto en los bajos frente a Hicaco y Lagartero donde los residentes de estas comunidades se han opuesto a la extracción, llegando a

niveles de conflicto, ya que estas comunidades realizan la pesca de camarón como una de sus principales actividades y argumentan que la extracción de poliquetos afecta este recurso, pues suponen que el camarón se alimenta de poliquetos.

Según Rojas y Vargas (2008), se desconoce la posición trófica y hábitos alimentarios de *A. reesei*, aunque los estudios de Luna & López (2001 a y b) en especímenes en acuarios y de Soler *et al.* (2001), en las playas el Salado y el Agallito, hacen suponer que es un organismo depositivoro. Estos últimos autores determinan una comunidad epibionte sobre los tubos de los poliquetos que incluye algas, otros poliquetos, gasterópodos, isópodos, copépodos, ostrácodos, cumáceos y fases larvales de crustáceos, que sin duda puede ser una fuente importante de alimento para organismos omnívoros y detritívoros, como son los camarones peneidos.

La densidad estimada para el Golfo de Montijo es de 0.38 ind/m², que comparada con el Golfo de Nicoya en Costa Rica, es baja. Para esta localidad Rojas y Vargas (2008) reportan densidades de 9.3 ind./m². No se conocen antecedentes para el Golfo de Montijo, ni para otras localidades del país, por lo que no se puede comparar el comportamiento de este indicador.

En promedio la talla registrada para los poliquetos fue de 72.86 cm (DE = 20.83, n=30). Estudios para la Playa el Agallito en Chitré y para el Salado en Aguadulce indican que los poliquetos del Agallito son más grandes que los del Salado, lo cual se debe a que esta última playa presentaba explotación comercial, mientras que el Agallito no (Luna *et al.*, 2001b). En el Agallito, la mayor frecuencia de tallas se ubicó entre 115 y 150 cm, y en el Salado entre 105 y 125 cm. Para Montijo, entre 50 y 100 cm, estructura que está por debajo de lo reportado para ambas playas. Este comportamiento es típico de poblaciones explotadas, donde las mayores tallas son las primeras en desaparecer, sobre todo en organismos como poliquetos donde tubos más grandes y de mayor diámetro albergan individuos de mayor tamaño, y son preferidos por los extractores, ya que la guía para extraer el poliqueto es la sección terminal del tubo, y entre más expuesta y gruesa indica poliquetos más grandes.

Para el Golfo de Nicoya, Costa Rica, se estimaron tallas entre 60 y 120 cm, y pesos entre 50 y 70 g. Para el Golfo de Montijo, tallas entre 37.8 cm y 116.20 cm les correspondió pesos entre 10.9 y 58 g, por debajo de lo estimado par Nicoya. Según Luna *et al.* (2001 a y b), la mayor biomasa en estos poliquetos se presenta hacia finales del año, cuando se están reproduciendo. Este comportamiento explicaría el aumento de los volúmenes de desembarque y de la CPUE en el 2013 hacia finales de año, sin aumentar el esfuerzo (número de extracciones).

La CPUE, entre el 2009 y 2013 para Montijo se estimó entre 4 y 7 kg-extractor/marea. En la década del 90 se estimó que se extraían 4.54 kg-extractor/marea, generando entradas de venta de US\$ 2.20.00 a US\$ 2.97 el kilogramo (Spadafora, 1994). Esto implica que se mantienen los valores de colecta por extractor, aunque actualmente se paga a US\$ 3.30/kg.

La extracción de poliquetos en el Golfo de Montijo, genera ingresos anuales de entre 10 000.00 a 20 000.00 dólares estadounidenses, estimados con base en la extracción anual multiplicado por el pago al extractor, lo que representa un ingreso promedio por periodo de extracción (5 días) de US\$ 59.74. La cantidad de extractores en agosto de 2013 fue de 70 personas. Este ingreso debe ser complementario a otras actividades de pesca o agricultura, pues son pocos los días al mes que se dedican a realizar esta actividad.

La biomasa total anual mostró crecimiento sostenido entre el 2008 y 2011, con disminuciones en 2012 y el máximo en 2013. Esta disminución se debe más al hecho de la ausencia de reportes en varios meses del 2012, que a caídas en la recolección. Para el 2012, sólo hubo reporte para dos meses.

Un vacío que debe ser analizado por la parte legal son las concesiones otorgadas por la ARAP en área protegida, donde las competencias son de la ANAM. Este factor es un punto que debe ser tomado en cuenta al momento de elaborar el Plan de Manejo del área protegida. Es importante profundizar en las evaluaciones biológicas y pesqueras en aspectos como reproducción, capacidad de regeneración, relaciones entre talla y diámetro del tubo. Definir las competencias para el otorgamiento de los permisos de extracción y definir en no más de dos

años la condición del recurso para determinar si se mantiene o no la concesión en el Área Protegida.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Conservación Internacional, Fundación Marviva y Fundación Natura por el apoyo financiero para el proyecto. A la Autoridad Nacional de Ambiente y a la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá por el apoyo en el suministro de información.

REFERENCIAS

Cámara, A. R., F. Díaz Olmo, J. R. Martínez B., M. del C. Morón M., C. Gómez-Ponce, E. Tabares & A. J. Vega. 2004. Directrices de gestión para la conservación y desarrollo integral de un humedal centroamericano: Golfo de Montijo (Litoral del Pacífico de Panamá). Panamá. ANAM. 299 pág.

CATHALAC. 2007. Diagnóstico del estado actual de los manglares, su manejo y su relación con la pesquería en Panamá (Primera Etapa). Diagnósticos Biofísico, Institucional-Legal, Socioeconómico y Línea Base del Bosque de Manglar del Golfo de Montijo, Provincia de Veraguas, Número de Contrato PSCF-0601. Informe Técnico Final, Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC), 122 pág.

D'Croz, L., L. Wong, G. Justine & M. Gupta. 1988. Prostaglandins and related compounds from the polychaete worm *Americomuphis reesei* Fauchald (Onuphidae) as possible inducers of gonad maturation in Penaeid shrimps. Rev. Biol. Trop 36(2): 331-332.

Fauchald, K. 1977. Polychaetes from intertidal areas in Panama, with a review of previous shallow-water records. Smithson. Contr. Zool. 221: 1-81.

Giangrande, A. 1997. Polychaete reproductive patterns, life cycles and life histories: an overview. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 35: 323-386.

Gómez, H., J. A. R. Herrera, V. Rios & J.R. Villalaz. 2001. Análisis del sedimento y organismos de la infauna de Playa El Salado-Aguadulce. *Tecnociencia* 3(2): 81-94.

Grajales, G., G. G. & C. Vergara Ch. 2001. Cambios Temporales en la abundancia y Diversidad de los Poliquetos en un área de la Zona Entre Mareas de la playa Bique (Pacífico de Panamá). *Tecnociencia* 6(2): 7-21.

Hutchings, P.A. 1973. Gametogénesis in a Northumberland population of the polychaete *Melinna cristata*. *Marine. Biol.* 18: 199- 211.

Luna, I.G. & I.E. López. 2001a. Aspectos de la alimentación, regeneración y comportamiento de la construcción de los tubos del poliqueto *Americomuphis reesei*. *Scientia* 16: 7-13.

Luna, I.G. & I.E. López. 2001b. Comportamiento del consumo de oxígeno en *Americomuphis reesei* durante el periodo de estudio (Onuphidae: Polychaeta). *Scientia* 16: 15-19.

Luna, I.G., J.A. Villalaz, Jr. & I.E. López. 2001a. Desarrollo gonadal del poliqueto *Americomuphis reesei* en las playas El Agallito de El Salado de Aguadulce (Onuphidae: Polychaeta). *Scientia* 16: 21-28.

Luna, I.G., J.A. Villalaz, Jr. & I.E. López. 2001b. Distribución de la biomasa y los parámetros morfométricos en las poblaciones del poliqueto *Americomuphis reesei* en las playas de El Salado de Aguadulce y El Agallito de Chitré. *Scientia* 16: 53-64.

Rojas, R. & J. Vargas. 2008. Abundancia, biomasa y relaciones sedimentarias de *Americomuphis reesei* (Polychaeta: Onuphidae) en el golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 56: 59-82.

Soler, A., M. I. Pérez & E. Aguilar. 2001. Fitobentos de las playas del Salado (Aguadulce) y Agallito (Chitré). *Scientia* 16: 79-96.

Spadafora, A. 1994. Evaluación preliminar de la extracción del recurso poliqueto en el área de aguadulce, durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 1994. Ministerio de Comercio e Industria.

Vega, A. 2004. Evaluación de recursos pesqueros del Golfo de Montijo. Ediciones Marin. Santiago-Veraguas, Panamá. 56 pp.

Vega, A., Y. Robles, L. Jordán & J. Chang. 2004. Evaluación Biológica del Recurso Pesquero en el Golfo de Montijo Agencia Española de Cooperación Internacional. Primera edición.

Villalaz, G., J.R. C. Vega, Y. Ávila & J. Gómez. 2001. Análisis temporal de macroinvertebrados bentónicos en Playa Agallito, Chitré. *Tecnociencia* 4(2): 111-126.

Zar, J. H. (2009). *Biostatistical Analysis*. New Jersey, EE.UU.: Prentice-Hall.

Recibido agosto de 2014, aceptado noviembre de 2014.