



**FORMULACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA
ESTANDARIZADA PARA DETERMINAR LA CALIDAD
AMBIENTAL DE LAS AGUAS DE LOS RÍOS DE
EL SALVADOR, UTILIZANDO INSECTOS ACUÁTICOS**



Proyecto financiado por el fondo FEMCIDI de la Organización de los Estados Americanos (OEA), por medio de su Secretaria Ejecutiva para el Desarrollo Integral de la Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo (SEDI/AICD)

Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del Orden Ephemeroptera en El Salvador

Autores

**Leopoldo Serrano Cervantes
Altagracia Zepeda Aguilar**

Editores

**Monika Springer
Jose Miguel Sermeño Chicas
Danny Vásquez Acosta**

Elaboración de mapas

Miguel Ángel Hernández Martínez



Ciudad Universitaria, San Salvador, marzo de 2010

Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos



Como citar este documento:

Serrano Cervantes, L. & A. Zepeda Aguilar. 2010. Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Ephemeroptera en El Salvador. *En*: Springer, M., Sermeño Chicas, J.M. & D. Vásquez Acosta (eds.). Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos. Proyecto Universidad de El Salvador (UES) - Organización de los Estados Americanos (OEA). Editorial Universitaria UES, San Salvador, El Salvador. 29 pág.

Contacto:

Si desea obtener más información sobre el proyecto y sus resultados, puede contactar al Ing. José Miguel Sermeño Chicas de la Universidad de El Salvador: jmsermeno@yahoo.com

Nota aclaratoria:

Los mapas de distribución presentadas en el presente documento fueron elaboradas con base a la información obtenida a través de un único muestreo en cada sitio, entre el 04 de noviembre al 03 de diciembre del 2009, por lo que presentan una visión puntual sobre la abundancia y distribución de los organismos (familias) encontradas.

Las fotografías utilizadas en el documento son propiedad de cada autor (señalada en la imagen o en la leyenda de la misma) y se necesitará del permiso del autor para su utilización para otros fines.

Primera edición, 2010

<http://www.ues.edu.sv/>

595.734	
S487g	Serrano Cervantes, Leopoldo
	Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos
sv	inmaduros del orden Ephemeroptera en El Salvador / Leopoldo Serrano Cervantes, Altigracia Zepeda Aguilar ; ed. Mónica Springer, José Miguel Sermeño Chicas, Danny Vásquez Acosta ; mapas Miguel Angel Hernández Martínez. -- 1a. ed. -- San Salvador, El Salv. : Editorial Universitaria (UES), 2010.
	29 p. : il. col. ; 22 cm.
	ISBN 978-99923-27-55-5
	1. Insectos acuáticos. 2. Contaminación de ríos, lagos, etc.--El Salvador. 3. Agua--Aspectos ambientales--El Salvador--Guías. I. Zepeda Aguilar, Altigracia, coaut. II. Título.
BINÁ	

ISBN 978-99923-27-55-5



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

**Rufino Antonio Quezada Sánchez, Ing. Agr. M.Sc.
Rector**

**Miguel Angel Pérez, Arq.
Vice-rector Académico**

**Oscar Noe Navarrete, MAE
Vice-rector Administrativo**

**Reynaldo Adalberto López Landaverde, Dr. Ing. Agr.
Decano, Facultad de Ciencias Agronómicas**

**Mario Antonio Orellana Núñez, Ing. Agr. M. Sc.
Vice Decano, Facultad de Ciencias Agronómicas**

**Luis Fernando Castaneda Romero, Ing. Agr. M. Sc.
Secretario, Facultad de Ciencias Agronómicas**

**José Miguel Sermeño Chicas, Ing. Agr. M. Sc.
Coordinador General Proyecto OEA-UES Insectos Acuáticos**



Índice

I. Biología	4
II. Ecología	6
III. Distribución geográfica	7
IV. Taxonomía	7
V. Familias del orden Ephemeroptera para El Salvador	9
1. Baetidae	9
1.1. Ecología	9
1.2. Diagnósis	10
2. Caenidae	11
2.1. Ecología	11
2.2. Diagnósis	12
3. Ephemeridae	13
3.1. Ecología	13
3.2. Diagnósis	13
4. Euthyplociidae	14
4.1. Ecología	14
4.2. Diagnósis	14
5. Heptageniidae	14
5.1. Ecología	14
5.2. Diagnósis	16
6. Isonychiidae	16
6.1. Ecología	16
6.2. Diagnósis	16
7. Leptohyphidae (syn. Tricorythidae)	17
7.1. Ecología	17
7.2. Diagnósis	18
8. Leptophlebiidae	18
8.1. Ecología	18
8.2. Diagnósis	19
9. Oligoneuriidae	20
9.1. Ecología	20
9.2. Diagnósis	21
10. Polymitarcyidae	21
10.1. Ecología	21
10.2. Diagnósis	22
VI. Literatura Citada	24
VII. Agradecimientos	25



Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del Orden Ephemeroptera en El Salvador

Leopoldo Serrano Cervantes¹
 Altagracia Zepeda Aguilar²

I. Biología

El orden Ephemeroptera es muy antiguo, conociéndose fósiles de los periodos pérmico y carbonífero y actualmente representan el grupo de insectos alados más antiguo (Barber-James *et al.* 2008). Estos insectos son un orden exclusivamente acuático y relativamente primitivo, lo cual se refleja en las siguientes características: presencia de “colas” (cercos largos y filamento caudal medio), presencia de gran número de venas intercalares y venas transversales en las alas y la incapacidad para plegarlas. Además, los efemerópteros poseen la característica singular entre el resto de los órdenes de la clase Insecta, de poseer un estadio adulto terrestre volador previo al estado adulto volador sexualmente maduro (Imago), llamado subimago. El estadio del subimago se caracteriza por tener alas de color blancuzco (Fig. 1) y por no haber madurado los genitales, por lo que este estadio no tiene valor taxonómico para la identificación de las especies. Tanto los imagos como los subimagos son de vida muy efímera (desde algunos minutos hasta unas cuantas horas o pocos días), característica de donde deriva el nombre del orden (Harker 1989, Day 1956), y por ello no es común encontrarlos en el ambiente a simple vista (Flowers 2010, McCafferty 1998, Raven 1990, Harker 1989). Los adultos son insectos frágiles, con sus alas de aspecto vidrioso, a veces levemente manchadas. El cuerpo comúnmente es liso y brillante, y poseen dos o tres largos filamentos caudales. La morfología general del cuerpo de los adultos reviste especial importancia para los pescadores artesanales en América del Norte, ya que muchos anzuelos se ceban con imitaciones sintéticas de algunas especies que son presa apetecida por determinadas especies de peces tales como las truchas (McCafferty 1998).

La cópula ocurre en vuelo, a menudo los machos forman enjambres encima de la superficie del agua. En las familias Baetidae y Leptophlebiidae los machos poseen los ojos sumamente desarrollados para poder ubicar a la hembra en vuelo; además los machos poseen patas fuertes y más alargadas para poder agarrar la hembra durante la cópula (Fig. 1). La oviposición por las hembras ocurre generalmente inmediatamente después de la cópula, la

¹ Profesor de Entomología, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

² Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador



cual se da durante las horas crepúsculos o nocturnas (Domínguez *et al.* 2006). Las hembras de Ephemeroptera pueden realizar la oviposición en tres formas generales: a) las hembras de algunas especies dejan caer sus huevos mientras vuelan sobre el cuerpo de agua; b) en otros casos las hembras ponen sus huevos directamente sobre el agua, ya sea realizando toques intermitentes en la superficie del agua o llegando a descansar sobre la superficie del agua; c) las hembras de otras especies son capaces de sumergirse por sí mismas y poner sus huevos bajo la superficie del cuerpo de agua. Estos insectos tienen un alto potencial de reproducción; aunque hay variación en la cantidad de huevos (algunas especies ponen entre 400 y 700 huevos; mientras que en otras la cantidad de huevos incubados ha llegado hasta 12,000 por hembra (Domínguez *et al.* 2006). Para algunas especies tropicales (de Costa Rica), se han contabilizado entre 247 y hasta más de 1200 huevos por hembra, con promedios de entre 600 a 980 huevos por hembra (Vásquez 2009). La forma y la escultura de los huevos son muy variadas y características para cada especie.

Las ninfas al nacer tienen una longitud inferior a un milímetro, carecen de agallas y también con frecuencia del filamento caudal medio (Harker 1989). Además poseen ojos bien desarrollados, antenas delgadas y partes bucales masticadoras (McCafferty 1998). En estos insectos la metamorfosis es incompleta (insectos hemimetábolos, pasando por las fases de huevo – ninfa - adulto). El estadio inmaduro de ninfa es la única fase vital que se alimenta, siendo su respiración de tipo hidropnéustica, es decir respirando mayoritariamente por agallas (branquias) para extraer el oxígeno del agua; aunque se conoce que en la familia Baetidae, mucha de la respiración ocurre también por la piel (Flowers 2010). La longevidad de los estadios inmaduros varía con la temperatura, y comúnmente es entre 3-6 meses; conociéndose casos extremos de desarrollo rápido con 10 a 14 días para algunos Baetidae, Leptohyphidae y Caenidae, o hasta tan larga como dos años en la especie *Hexagenia limbata* (Ephemeridae). Durante su vida las ninfas experimentan variado número de mudas, variando según especies entre 12 a 45 (Harker 1989, Raven 1990, Lehmkuhl 1979).

Las ninfas de este orden son fácilmente reconocidas por tres características: a) presencia de dos o tres filamentos al final del abdomen, b) presencia de agallas en el abdomen, y c) presencia de una sola uña o garra tarsal al final de cada pata (lo cual definitivamente las distingue de algunas ninfas de Plecoptera con las que a veces pueden confundirse) y solamente en raras ocasiones no se presentan las garras tarsales (Harker 1989, McCafferty 1998). La longitud y grosor de los filamentos es variable en relación a los cercos y para algunos casos pueden faltar (Waltz & Burian 2008). La posición de las agallas respiratorias en los segmentos abdominales es variable; pudiendo ser laterales, dorsales o ventrales, y en la mayoría de casos ocurren en los segmentos abdominales del primero al séptimo, aunque pueden faltar en uno o más segmentos, en diferentes combinaciones.

Las ninfas presentan gran diversidad morfológica la cual varía considerablemente entre familias y es bastante característica en casi todos los géneros. En muchos casos la forma del



cuerpo constituye adaptaciones al medio en el que habitan; tal como es el caso del los cuerpos aplanados dorsoventralmente de las familias Heptageniidae y Leptophlebiidae, quienes viven sobre o debajo de rocas. Existen muchas especies excavadoras que habitan el fondo del cuerpo de agua, en las que las agallas respiratorias del abdomen representan una adaptación útil a la labor de excavación, al crear con su movimiento constante un flujo de agua alrededor de la ninfa, facilitándole su desplazamiento a través del sustrato (Harker 1989, Raven 1990, Lehmkuhl 1979). En general la coloración de las ninfas les proporciona un buen camuflaje con respecto al fondo o sustrato del río (Harker 1989). Las especies de ninfas de efímeras que habitan aguas estancadas, por lo general tienen agallas grandes en relación al tamaño corporal; mientras que las que habitan en aguas en movimiento, las tienen de menor tamaño o las presentan divididas en pequeños filamentos, a excepción de algunas especies en las que las agallas funcionan también como órganos de succión para mantener adherida a la ninfa contra una piedra del río (Harker 1989).

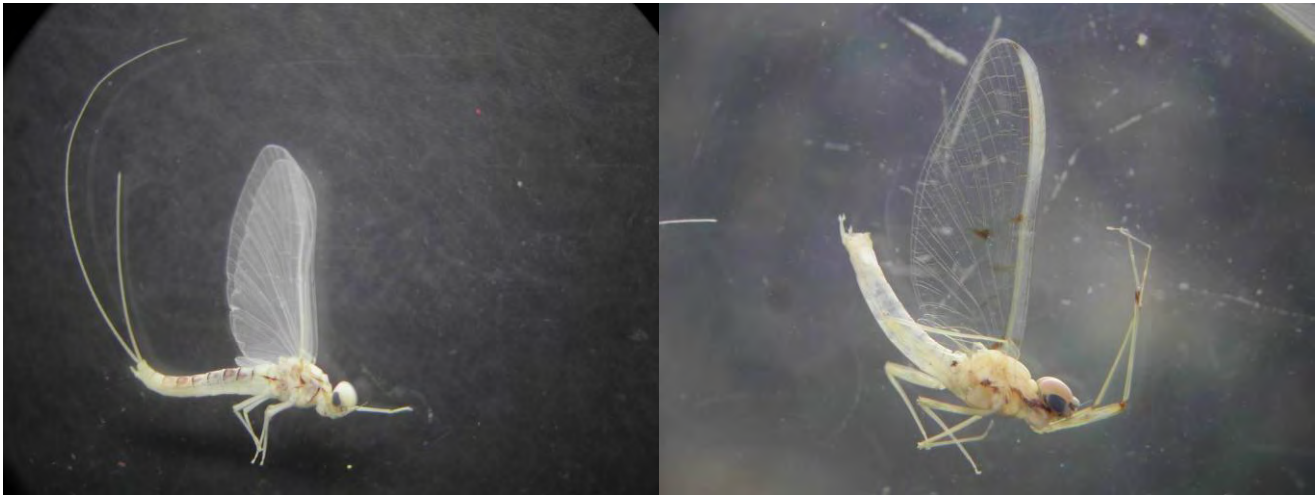


Fig. 1. Subimago e Imago (macho) de Ephemeroptera.
Foto: M. Springer (individuos de Costa Rica)

II. Ecología

Los adultos de efímeras forman parte importante de las cadenas alimenticias, tanto terrestres como acuáticas, sirviendo de alimento a pájaros, ranas, libélulas y peces. Las ninfas son esencialmente herbívoras, transformando la biomasa vegetal en biomasa animal y siendo a su vez alimento potencial de gran variedad de depredadores dentro del ambiente acuático (Day



1956). Algunas pocas especies poseen hábitos alimenticios depredadores, consumiendo principalmente larvas de la Familia Chironomidae (Orden Diptera), mientras que otras especies consiguen alimento ayudados por sus partes bucales filtradoras, obteniendo partículas en suspensión dentro del agua (Lehmkuhl 1979).

Las ninfas de Ephemeroptera por lo general habitan en aguas limpias y bien oxigenadas, siendo sensibles a la presencia de carga orgánica residual en el agua (con la excepción de algunas pocas especies); por tanto, son consideradas buenas indicadores de calidad del agua (Zúñiga de Cardoso & Rojas de Hernández 1995). Los Ephemeroptera ocurren en una amplia variedad de ambientes de agua en movimiento o aguas estancadas, presentando mayor diversidad en ríos de aguas bien oxigenadas, con fondo rocoso (Waltz & Burian 2008).

III. Distribución geográfica

Los efemerópteros constituyen un grupo de insectos cosmopolitas, solo ausentes en la Antártida y algunas islas oceánicas; el orden comprende un poco más de 3000 especies en 42 familias y alrededor de 400 géneros, a nivel mundial (Barber-James *et al.* 2008). La distribución altitudinal de este orden de insectos va desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 3500 msnm., alcanzando su máxima diversidad entre los 1000 y 2000 msnm (Zúñiga de Cardoso & Rojas de Hernández 1995).

Muchas ninfas de este orden se dispersan entrando en la deriva por las aguas de los ríos que habitan, ya sea por razones estratégicas defensivas, búsqueda de alimento o condiciones más saludables para sus especies (Flowers 2010). Aun no se tiene una teoría completamente satisfactoria para explicar la tendencia de la deriva poblacional de las ninfas de estos insectos, por ejemplo para el caso de algunos Baetidae que tienen horas específicas principalmente nocturnas, aparentemente para escapar de algunos peces depredadores como el salmón (Harker 1989).

IV. Taxonomía

De las 10 familias con alrededor de 40 géneros conocidas para la región de Centroamérica (Cuadro 1), solamente siete especies de tres familias han sido registradas para El Salvador, a saber: Baetidae: *Baetodes caritus*, *B. noventus*, *Callibaetis floridanus*, *Camelobaetidius musseri* (Traver & Edmunds) 1968; Leptohiphidae: *Leptohiphes peterseni*, *L. zalope*; Oligoneuriidae: *Lachlania abnormis* Hagen 1868. Una lista de especies, géneros y familias registradas para Centroamérica se encuentra en la página de Internet "Mayfly Central"



(www.entm.purdue.edu/mayfly/ca-species-list.php). El Salvador presenta el país menos estudiado entre los países centroamericanos con respecto a este grupo.

Cuadro 1. Familias (con número de especies) para la región Neotropical (Barber-James *et al.* 2008). Marcadas con * las familias existentes en Centroamérica.

SubOrden Schistonota	SubOrden Pannota
Familia Ameletopsidae (3)	Familia Caenidae* (35)
Familia Baetidae* (161)	Familia Leptohyphidae* (100)
Familia Coloburiscidae (1)	
Familia Coryphoridae (1)	
Familia Ephemeridae* (3)	
Familia Euthyplociidae* (7)	
Familia Heptageniidae* (3)	
Familia Isonychiidae* (1)	
Familia Leptophlebiidae* (212)	
Familia Melanemerellidae (1)	
Familia Nesameletidae (1)	
Familia Oligoneuriidae* (20)	
Familia Oniscigastridae (2)	
Familia Polymitarcyidae* (56)	

La estructura de las agallas es uno de los caracteres taxonómicos más importantes en las ninfas para reconocer las familias de este orden. A nivel de géneros y especies es necesario examinar las partes bucales, pilosidad, espinación y en alguna medida el patrón de coloración del abdomen. También son importantes de examinar, con fines taxonómicos, la presencia o ausencia y formas de agallas operculadas (agallas que cubren a pares posteriores), así como la presencia o ausencia y forma de colmillos (crecimiento de la mandíbula, proyectado hacia adelante de la cabeza). El usuario de claves para reconocer las ninfas debe tener presente que varias estructuras pueden cambiar con la edad (estadios) de los especímenes, por lo cual los resultados más confiables se alcanzaran con especímenes maduros, es decir preferentemente en últimos estadios (McCafferty 1998). Además hay que tener en consideración que las ninfas son bastante frágiles por lo que con facilidad se quiebran estructuras importantes para la identificación, como las branquias y las patas.

Algunas características de conducta de las ninfas de Ephemeroptera, asociadas a otras de tipo morfológico, en cada uno de los dos subórdenes son los siguientes:



A. Suborden Schistonota: Se encuentra una gran diversidad de adaptaciones para movilidad y orientación dentro del hábitat; mostrando algunas especies conducta nadadora o constituyéndose en moradores de los ambientes de rápidos de los ríos, ayudados por un perfil aerodinámico corporal, otras especies pueden encontrarse firmemente adheridos al sustrato, mediante fuertes garras tarsales u otras estructuras vinculadas a efectos de fricción, otras especies son excavadoras, apoyadas por fuertes patas adaptadas para ese fin, cuerpo cilíndrico y agallas respiratorias plumosas; otras especies viven justo encima del sustrato, siendo ayudados para ello, por su forma corporal notablemente plana y sus patas separadas orientadas hacia fuera de la línea media del cuerpo.

B. Suborden Pannota: Las ninfas son por lo general de movimientos lentos; siendo por lo general de cuerpos fuertes, provistos de agallas protegidas de alguna manera McCafferty (1998).

V. Familias del orden Ephemeroptera para El Salvador

A continuación se presenta un resumen de cada una de las familias recolectadas durante el proyecto o bien familias registradas por la literatura o que se podrían encontrar en un futuro en el país por su distribución en Centroamérica. Para mayor facilidad se presentan en orden alfabético.

1. Baetidae

1.1. Ecología

Esta familia es una de las más comunes dentro del orden Ephemeroptera y en general las ninfas de esta familia son apetecidas por los peces (McCafferty 1998). Son de tamaño corporal pequeño o mediano, con cuerpos adaptados para nadar (forma cilíndrica). Sus branquias son sencillas, a menudo en forma de láminas redondas. Abundan en la mayoría de quebradas y ríos no contaminados. Son notables los géneros *Baetodes*, *Camelobaetidius* y *Moribaetis*; quienes logran fijarse fuertemente a las piedras, bajo corrientes veloces de agua de cascadas (Flowers 2010). El género *Baetis* es común en arroyos torrenciales de montañas, ríos cálidos con meandros y aguas tranquilas. Los hábitats conocidos para el género ecológicamente tolerante *Callibaetis*, incluyen charcas, lagos, manantiales cálidos del desierto y cualquier laguneta de tratamiento de aguas de alcantarilla. Las ninfas de esta familia son buenas nadadoras, aunque en las lagunas son lentas; siendo la mayoría filtradoras, algunas fitófagas y otras omnívoras (Korytkowski 1995). Esta familia es de amplia distribución en El Salvador y en varios sitios se encontró en altas abundancias (Fig. 2).

Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos

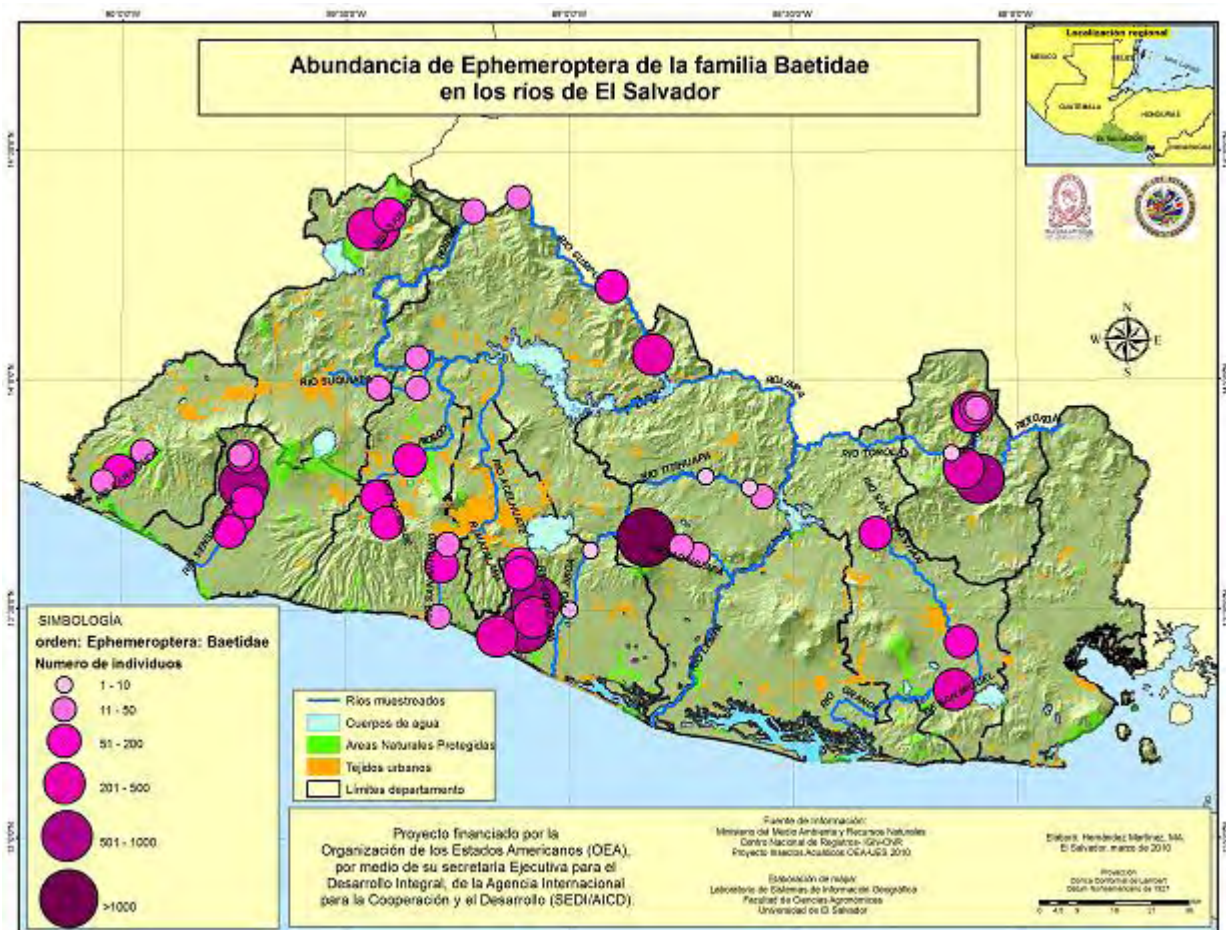


Fig. 2. Distribución y abundancia de la familia Baetidae en los principales ríos de El Salvador.

1.2. Diagnosis

Las ninfas maduras están dentro del rango 3–12 mm de longitud corporal (McCafferty 1998). La cabeza de las ninfas es de posición hipognata (dirigida hacia abajo) y las antenas son por lo general dos o tres veces más largas que el ancho cefálico (Korytkowski 1995). Una característica que los distingue de otras familias es su forma cilíndrica de cuerpo (como pececillo) y las branquias abdominales laterales en forma de plato o lámina (redondas) (Fig. 3). Las patas tienen importantes caracteres para distinguir los géneros, al igual que las partes bucales.

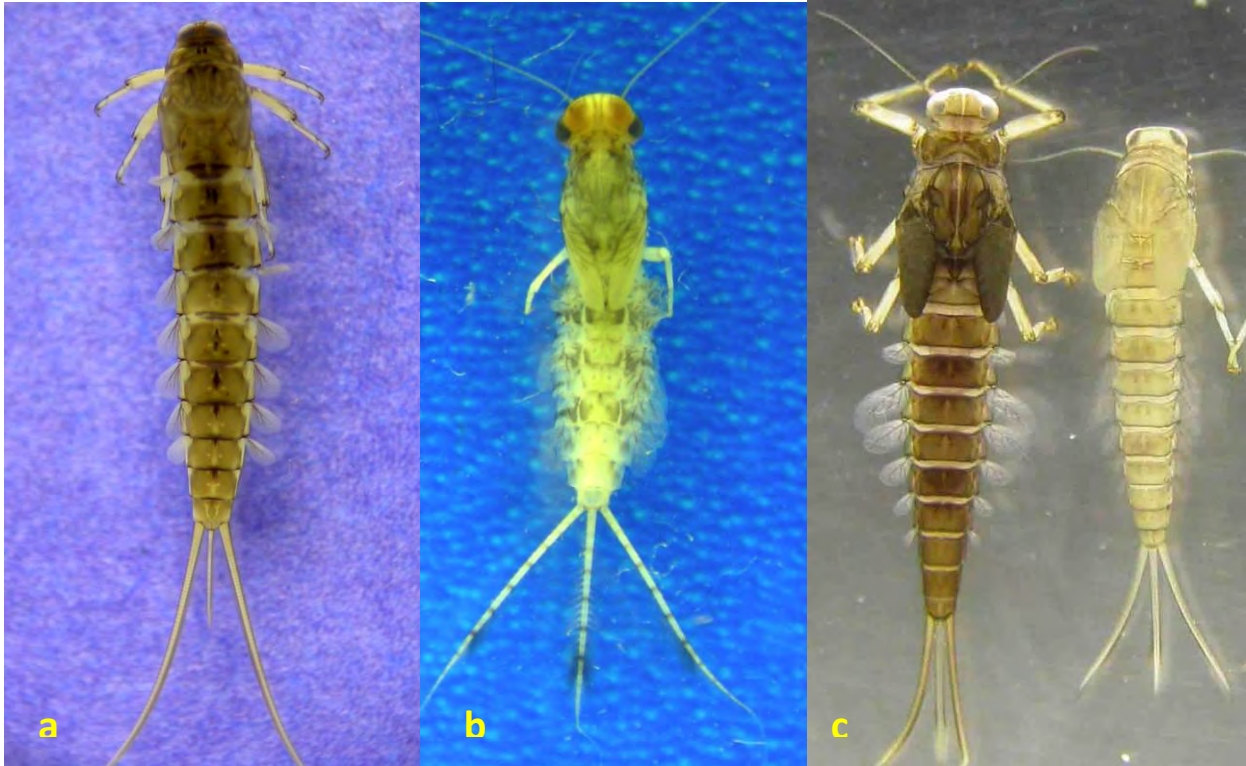


Fig. 3. Ninfas de varios géneros de Baetidae: a. *Mayobaetis*. b. *Callibaetis* c. *Camelobaetidius*. Fotos: P.E. Gutiérrez F. (a,b) y D. Vásquez A. (c) (esp. de Costa Rica)

2. Caenidae

2.1. Ecología

Las ninfas de esta familia ocurren en todo tipo de agua dulce, desde ríos grandes hasta charcas pequeñas; prefiriendo áreas fangosas y vegetación con poca o ninguna corriente. El género *Caenis* puede soportar un amplio grado de condiciones ambientales y vivir en aguas contaminadas y eutrofizadas (Flowers 2010). Las ninfas son malas nadadoras, por tanto se desplazan reptando sobre el fondo en donde se alimentan de la epibiota de plantas sumergidas (Korytkowski 1995). Durante los muestreos del proyecto se recolectaron ninfas, en bajas abundancias, en algunos pocos sitios de diferentes cuencas en el país (Fig.4).

Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos



Fig. 4. Distribución y abundancia de la familia Caenidae en los principales ríos de El Salvador.

2.2. Diagnosis

En esta familia se presentan las ninfas más pequeñas del orden y pueden medir entre 2 y 8 mm de longitud (sin considerar las colas); sus cuerpos son robustos, aunque las patas son delgadas. Sus branquias son cuadradas, operculadas (es decir que las primera son más amplias y cubren a las posteriores, las cuales son plumosas) y se juntan a la mitad el cuerpo (Fig. 5), a diferencia de la familia Leptohephydidae. Las ninfas tienen tres filamentos caudales provistas de una borla de setas en cada segmento (Korytkowski 1995) y no presentan estuches alares posteriores (McCafferty 1998).



Fig. 5. Ninfa de *Caenis* (Caenidae).

3. Ephemeridae

3.1. Ecología

Esta familia es muy numerosa en América del Norte, pero escasa en el resto del continente (Flowers 2010) y está representada en la región neotropical únicamente por el género *Hexagenia*. Las ninfas curren en substratos de cienos calizo o arenoso de ríos, arroyos, lagos o charcas; alimentándose como excavadores y filtradores (McCafferty 1998). Ningún individuo fue recolectado durante el presente proyecto.

3.2. Diagnosis

Sus ninfas poseen colmillos cortos, curvados hacia arriba y sus patas anteriores están adaptadas para excavar fondos fangosos de lagos, charcas y ríos, alimentándose de la materia orgánica del cieno; siendo sus excavaciones en forma de "U", dentro de las cuales continuamente mantienen un flujo de agua que bañan a las branquias. En esta familia las ninfas se caracterizan por las agallas provistas de flecos, recurvadas sobre el abdomen, la presencia de un proceso frontal sobre la cabeza y por los colmillos curvados hacia arriba (Lehmkuhl 1979). La forma de los colmillos las diferencia de las de las familias



Polymitarcidae y Euthyplociidae (Flowers 2010). Las ninfas bien desarrolladas, sin tomar en cuenta las colas, pueden medir desde 12 hasta 32 mm de longitud.

4. Euthyplociidae

4.1. Ecología

Estas ninfas son bastante comunes en las quebradas y ríos de tierras bajas, arrastrándose sobre y debajo de piedras, sin excavar madrigueras. En la región únicamente se conocen dos especies *Campylocia anceps* y *Euthyplocia hecuba* (Flowers 2010); sin embargo, ninguna de ellas fue recolectada durante el presente proyecto.

4.2. Diagnósis

Las ninfas de esta familia son las de mayor tamaño en América Central y presentan colmillos largos y delgados. Sus branquias del segmento abdominal 2-6 son bifurcadas y poseen segmentos fibriliformes; siendo reducidas, las del primero (Flowers 2010). Se encuentran entre las ninfas de efímeras más grandes, con tamaños de ninfas maduras de alrededor de 50mm.



Fig. 6. Ninfa de Euthyplociidae. Foto: M. Springer (individuo de Costa Rica).

5. Heptageniidae

5.1. Ecología

Esta familia es común y diversa y ocurre en todos los continentes excepto en América del Sur; ya que se ha encontrado como límite sur, hasta Panamá. Las ninfas son de forma aplanada y están adaptadas para arrastrarse sobre y entre las piedras. Habitan en quebradas limpias con corrientes rápidas (Flowers 2010). Muestran un hábito alimenticio en

Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos



la mayoría de los casos como filtrador, con excepción de algunas especies norteamericanas que se reportan como depredadores; la movilidad de estos insectos puede ser muy rápida, tanto para adelante, como para atrás o para los lados; sus ojos ubicados dorsalmente (Korytkowski 1995). Ocurren en variedad de habitats lóticos (ríos y quebradas) y lénticos (aguas estancadas, lagos), desde ambientes poco profundos hasta profundidades de 25 o incluso de 100 m. En general, las ninfas se consideran como malas nadadoras (McCafferty 1998). En El Salvador fueron encontradas en bajas abundancias, principalmente en las partes altas de las cuencas (Fig. 7).



Fig. 7. Distribución y abundancia de la familia Heptageniidae en los principales ríos de El Salvador.



5.2. Diagnosis

La cápsula cefálica es aplanada y vista desde arriba, oculta a las mandíbulas y su forma permite diferenciarlas de las ninfas de la familia Leptophlebiidae. Estas ninfas en completo desarrollo, pueden medir 5 a 20 mm de longitud, sin contar el largo de dos o tres colas, pudiendo presentar agallas desde el primer al séptimo segmento abdominal.



Fig. 8. Ninfa de Heptageniidae (*Eoporus*).
Foto: P.E. Gutiérrez F. (especimen de Costa Rica).

6. Isonychiidae

6.1. Ecología

De acuerdo con Flowers (2010), esta familia está representada en América Central solamente por el género *Isonychia*. Son de ocurrencia común, de amplia distribución geográfica, y hasta muy abundante, en condiciones favorables (Flowers 2010). Las ninfas de esta familia usualmente se localizan en áreas de remanso de los ríos y arroyos, con frecuencia entre paquetes de hojas y otro material de detritus; siendo buenas nadadoras y en parte de hábitos carnívoros (McCafferty 1998). Esta familia no fue recolectada durante los muestreos del presente proyecto.

6.2. Diagnosis

Las ninfas tienen forma semejante a la de un “pececillo” y se parecen a las de la familia Baetidae; aunque las patas de esta última familia carecen de setas largas en su superficie

Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos



interna de las patas anteriores, típica de las ninfas de Isonychiidae. Además también están relacionadas con la familia Oligoneuriidae, con quienes comparten el carácter de setas largas en las patas anteriores y a su vez se diferencian por que presentan tres filamentos caudales y no dos como los Oligoneuriidae (Flowers 2010). Este grupo de efímeras está ubicado por algunos autores como una subfamilia de la familia Siphonuridae. Otros autores mencionan al grupo como una subfamilia de la familia Oligoneuriidae (McCafferty 1998).

7. Leptohiphidae (syn. Tricorythidae)

7.1. Ecología

Las ninfas ocurren en todo tipo de ríos y quebradas, incluyendo aquellas ambientalmente degradadas en las áreas agrícolas; viviendo entre las piedras y la vegetación acuática, o en el fango, refugiándose de las corrientes fuertes. Un género frecuentemente muy abundante es *Leptophyes* (Flowers 2010). Siendo en general malas nadadoras, se encuentran frecuentemente asociadas a vegetación, detritus, o fondos arenosos, gravillosos o cenagoso de arroyos y ríos (McCafferty 1998), alimentándose de algas y detritus. Se les considera entre los grupos de insectos hidropneusticos de los ríos (que utilizan oxígeno disuelto en el agua para su respiración) más tolerantes (McCafferty 1998).

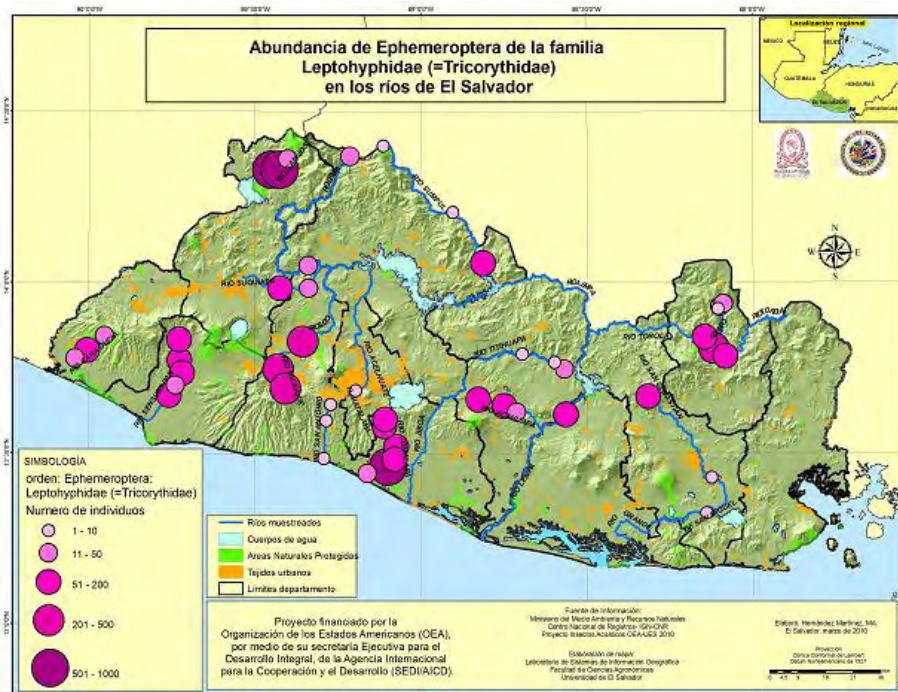


Fig. 9. Distribución y abundancia de la familia Leptohiphidae en los principales ríos de El Salvador.



7.2. Diagnosis

Las ninfas de esta familia se caracterizan por la presencia de agallas operculadas en el segundo segmento abdominal, siendo de forma triangular u ovalada y sin entrar en contacto en la línea media del abdomen, lo que los diferencia de las ninfas de Caenidae. Exceptuando sus tres colas, las ninfas bien desarrolladas (último estadio) pueden medir entre 3 y 10 mm de longitud corporal (McCafferty 1998).



Fig. 10. Ninfas de varios géneros de Leptoxyphidae: *Tricorythodes*, *Vacuperinus*, *Leptoxyphes*. Fotos: P.E. Gutiérrez F. (especímenes de Costa Rica).

8. Leptophlebiidae

8.1. Ecología

Es una familia común en América Central, ocurriendo por lo general con una mayor diversidad en quebradas y ríos de aguas limpias; aunque el género *Traverella* se encuentra en ríos grandes llenos de cieno y atravesando áreas agrícolas (Flowers 2010). Es una familia grande y diversa en países neotropicales, y las ninfas presentan gran variedad en su forma de locomoción; así se conoce que en el género *Thraulodes* su forma le permite ser reptadoras y en el género *Terpides* las ninfas son nadadoras (Flowers 2010). En general, las ninfas de esta familia no son buenas nadadoras y su desplazamiento ocurre más bien por

Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos



reptación entre las riberas y el fondo (Korytkowski 1995). Con frecuencia se asocian a material de roca porosa, grava, detritus (hojarasca) de árboles o acumulaciones de raíces en los ríos que habitan (McCafferty 1998). Se alimentan de materia orgánica particular (recolectores) o bien son filtradores, utilizando sus partes bucales para filtrar partículas finas del agua (p.ej. *Traverella*). En El Salvador se les encuentra en todo el país, con altas abundancias en algunos ríos (Fig.11).

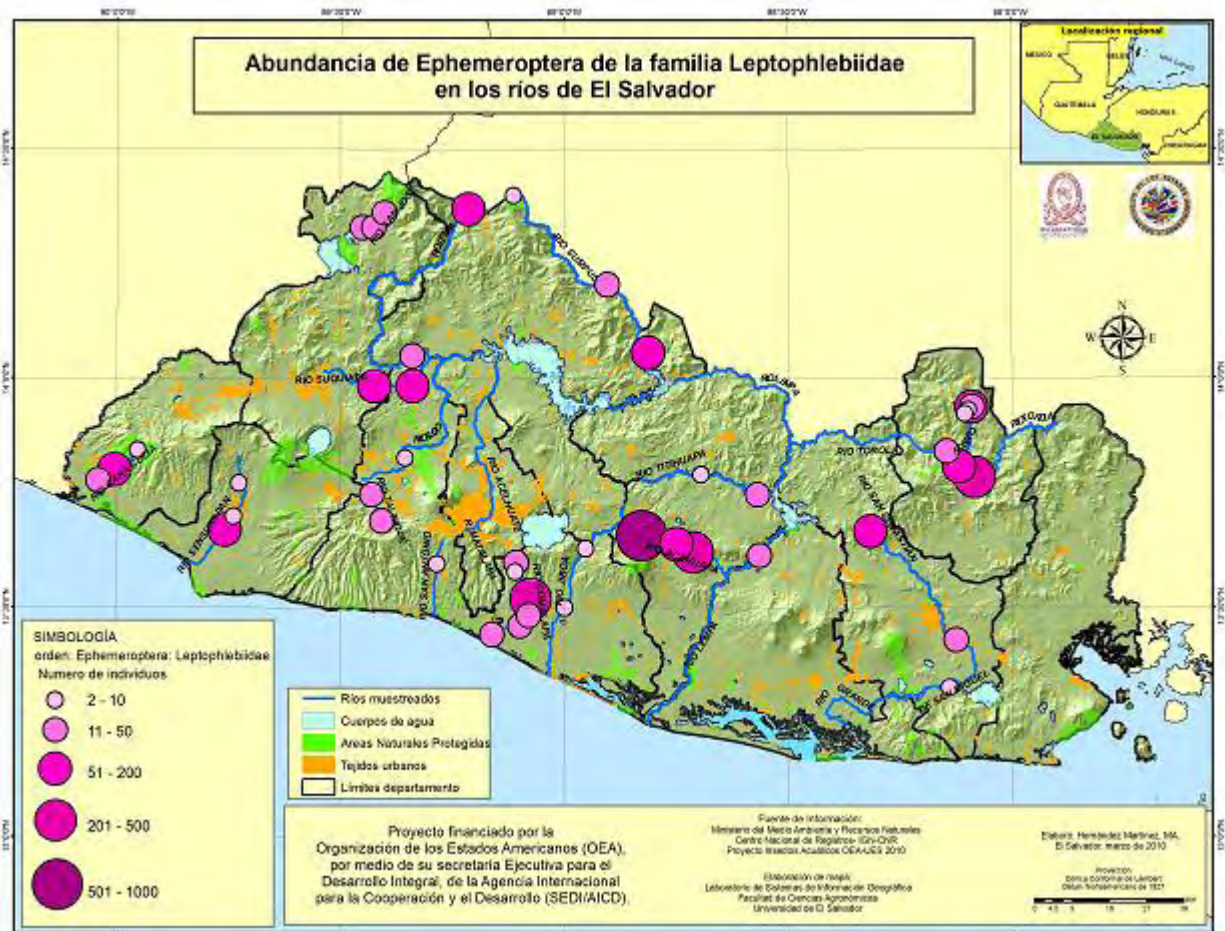


Fig. 11. Distribución y abundancia de la familia Leptophlebiidae en los principales ríos de El Salvador.

8.2. Diagnosis

Las ninfas en esta familia son algo aplanadas dorsoventralmente y pueden diferenciarse de Heptageniidae por la forma de la cabeza y por la forma de las agallas, las cuales en Leptophlebiidae son bifurcadas, o en forma de un manojito de filamentos o bi-lameladas con



bordes de flecos o en forma de doble lamina que terminan en punta (Lehmkuhl 1979). En el género *Terpides* la forma de las ninfas se asemeja a la de las de la familia Baetidae; en el género *Traverella*, la forma es notablemente aplanada. Las ninfas completamente desarrolladas pueden presentar una longitud corporal, exceptuando las colas, entre 4 y 15 mm. En las ninfas maduras se puede apreciar la diferenciación de los ojos en dos partes, al igual que en la familia Baetidae (Fig 12).



Fig. 12. Ninfas de Leptophlebiidae: *Traverella*, *Thraulodes*, *Farrodes*.
Fotos: P.E. Gutiérrez Fonseca (especímenes de Costa Rica).

9. Oligoneuriidae

9.1. Ecología

Esta familia es de origen primariamente tropical y es raramente recolectada, aunque donde ocurre se presenta como localmente abundante (Lehmkuhl 1979). Las ninfas de esta familia frecuentemente se adhieren a raíces de plantas flotantes (Korytkowski 1995), aunque también ocurren en ríos y quebradas limpias, con corrientes rápidas, arrastrándose entre las



piedras del fondo (Flowers 2010). Ninguna ninfa de esta familia fue recolectada durante el presente proyecto.

9.2. Diagnosis

Las ninfas de esta familia se parecen a las de la familia Heptageniidae debido a su forma de la cabeza; sin embargo, se diferencian en la forma del cuerpo, además de que las ninfas de Oligoneuriidae tienen una doble fila de setas largas sobre los bordes inferiores de las patas anteriores. Son de tamaño mediano, con unos 20mm (sin colas). El cuerpo es algo aplanado, con los segmentos abdominales prolongándose en picos lateralmente, entre los cuales están ubicadas las agallas, en pequeños mechones. El género más distribuido en Centroamérica, *Lachlania*, posee dos filamentos caudales (Fig. 13).



Fig. 13. Ninfa de Oligoneuriidae (*Lachlania*). Foto: P.E. Gutiérrez F. (especimen de Costa Rica)

10. Polymitarcyidae

10.1. Ecología

Las ninfas de esta familia excavan madrigueras en forma de “U” en las orillas de ríos o charcas, y dentro de tales túneles, la ondulación de sus branquias provoca un continuo flujo de agua en su interior para transportar partículas de alimento suspendidas en el agua y que logran filtrar aprovechando las largas setas de sus patas anteriores (Flowers 2010). Las ninfas viven en riachuelos o canales de fondos arcillosos, localizadas a veces próximas a piedras beneficiándose de su protección. Durante el presente proyecto esta familia no fue recolectada.



10.2. Diagnosis

Las ninfas de esta familia son de tamaño mediano o grande, y poseen colmillos cortos curvados hacia abajo, lo que los distingue de Epheméridae; contando además con patas anteriores fuerte y aplanadas, provistas de muchas setas largas. Sus branquias, ubicadas desde el segundo segmento abdominal hasta el séptimo, son grandes y bifurcadas (Flowers 2010). El rango de longitud corporal para las ninfas completamente desarrolladas en esta familia es de 12 a 35 mm, excluyendo la longitud de las colas (McCafferty 1998).

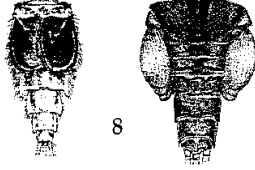

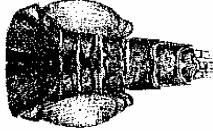

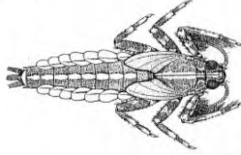
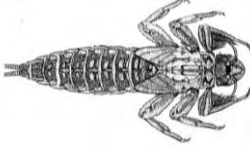
Clave dicotómica para familias de larvas del Orden Ephemeroptera

Adaptada de Flowers (2010)

1	Mandíbulas con colmillos largos; larvas pueden ser bien grandes.		2
1'	Mandíbulas sin colmillos.		4
2	Tibia y tarso anteriores modificados para excavar.		3
2'	Tibia y tarso anteriores no modificados		Euthyplociidae
3	Colmillos mandibulares curvados hacia arriba en la punta (Se entierran en el suelo blando de ríos y lagos)		Epheméridae
3'	Colmillos mandibulares curvados hacia abajo apicalmente.		Polymitarcidae


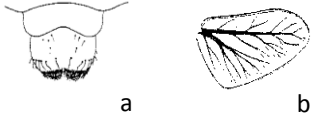
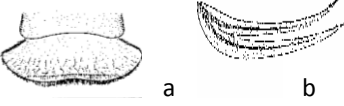
Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos



4	Branquias abdominales operculadas en el segmento 2, cubriendo las branquias de los segmentos sucesivos		5
4'	Branquias abdominales no como las descritas arriba		6
5	Branquias abdominales operculadas cuadradas, encontrándose en la línea media del abdomen		Caenidae
5'	Branquias abdominales ovales o triangulares, no encontrándose en la línea media del abdomen.		Leptohiphidae (=Tricorythidae)
6	Patatas anteriores con una línea doble de sedas largas en la superficie interna		7
6'	Patatas anteriores no como las descritas arriba.		8
7	Tres filamentos caudales presentes; ninfas nadadoras (Era antes clasificada como una subfamilia de Oligoneuriidae o Siphonuridae). Solo un género en Costa Rica: <i>Isonychia</i> , en ríos.)		Isonychiidae
7'	Dos o tres filamentos caudales presentes; ninfas rastradoras o con patas medias y posteriores modificadas para excavar.		Oligoneuriidae

Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos



8	Cuerpo aplanado y cabeza en forma de disco tapando las partes bucales.		Heptageniidae
8'	Cuerpo no aplanado; si aplanado, las mandíbulas visibles desde arriba		9
9	Clípeo separado de la frente por una sutura (Fig. a); branquias más o menos ovaladas, nunca terminando en una punta (Fig. b).		Baetidae
9'	Clípeo fusionado con la frente (Fig. a); branquias abdominales terminando en una punta o filamento, a veces bifurcadas (Fig. b) o con flecos		Leptophlebiidae

VI. Literatura Citada

- Barber-James, H.M., J.-L. Gattolliat, M. Sartori & M. D. Hubbard. 2008. Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 339-350.
- Day, W.C. 1956. Ephemeroptera. *En: Usinger, R.L.(ed.) 1956. Aquatic Insect of California, with keys to North American Genera and California species.* University of California Press. Berkeley, Los Angeles, Ca. U.S.A. Chapter 2. pp. 79-105.
- Domínguez, E., C. Molineri, M.L. Pescador, M.D. Hubbard & C. Nieto. 2006. Ephemeroptera of South America. *En: J. Adis, J.R. Arias, G. Rueda Delgado & K.M. Wantzen (eds.). Aquatic Biodiversity in Latin America (ALBA). Vol. 2.* Pensoft, Sofia-Moscow. 646 p.
- Flowers, R.W. 2010. Ephemeroptera. *En: Springer, M., Hanson, P. & A. Ramírez. Macroinvertebrados dulceacuícolas de Costa Rica. Vol I. Revista Biología Tropical Suppl. En prep.*
- Harker J. 1989. Mayflies. *Naturalist's Handbook.* 13. Richmond Publishing. Co. Ltd. Slough, England. 54 p.
- Korytkowski Ch.A. 1995. Ephemeroptera. *En: Insectos Acuáticos. Universidad de Panamá, Programa de Maestría en Entomología. Material de apoyo didáctico.* 7 p.



- Lehmkuhl D.M. 1979. How to know the aquatic insects. The Pictured Key Nature series. W.M. C. Brown Company Publishers. Ephemeroptera. Dubuque, Iowa. U.S.A. pp. 48-74.
- McCafferty W.P. 1998. Aquatic Entomology. The fishermen's and ecologists illustrated Guide to insects and their relatives. Jones and Bartlett Publishers. Sudbury, Massachusetts. U.S.A. Illustrations by Provonsha, A. W. Chapter 7 : Mayflies (Order Ephemeroptera). 91-124 pp.
- Raven, K.L. 1990. Ordenes Ephemeroptera, Odonata, y Plecoptera. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 110 p.
- Vásquez, D. 2009. Historia de vida de cinco especies de baétidos (Ephemeroptera: Baetidae) en la Quebrada González, Parque Nacional Braulio Carillo. Tesis de Licenciatura en Biología con énfasis en recursos acuáticos. San José, Costa Rica. 71pp.
- Vásquez, D., R.W. Flowers & M. Springer. 2009. Life history of five small minnow mayflies (Ephemeroptera: Baetidae) in a small tropical stream on the Caribbean slope of Costa Rica. *Aquatic Insects* 31 (Suppl.1): 319-322.
- Waltz, R.D. & S.K. Burian. 2008. Ephemeroptera. Chapter 11. Pp.181-236. *En: Merritt, R.W., Cummins, K.W. and Berg, M.B. (Eds). An Introduction to the Aquatic Insects of North América. Kendall & Hunt Publishing Co. Dubuque, Iowa, U.S.A.*
- Zúñiga de Cardoso M. del C. & M. Rojas de Hernández. 1995. Ephemeroptera. Pp. 122-144. *En: Seminario Invertebrados Acuáticos y su utilización en estudios ambientales. Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN), y Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología. Auditorio del Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, D. C.*

VII. Agradecimientos

El Proyecto **“Formulación de una Guía Metodológica Estandarizada para determinar la Calidad Ambiental de las Aguas de los ríos de El Salvador utilizando Insectos Acuáticos”**, desarrollado desde Mayo de 2009 hasta Marzo de 2010, con apoyo económico del fondo FEMCIDI de la Organización de Estados Americanos (OEA) y coordinado en la Universidad de El Salvador (UES) a través de la Facultad de Ciencias Agronómicas, y el apoyo participativo de personal de la Facultad Multidisciplinaria Paracentral (Sede San Vicente), Facultad de Química y Farmacia (Sede Central), Facultad Multidisciplinaria de Occidente (sede Santa Ana), Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador (MARN) y Universidad de Costa Rica (UCR); reconocen que el desarrollo del presente proyecto no hubiese sido posible sin la participación y dedicación excepcional de una gran cantidad de personas que desinteresadamente en diferentes instancias y circunstancias brindaron un apoyo clave para la exitosa marcha de las diversas actividades de campo, laboratorio y oficina para generar, procesar y ordenar la información para producir los resultados esperados como principales productos del proyecto.

Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos



Por tales razones desea expresar sus más sincero agradecimientos a las personas e instituciones que se mencionan a continuación; no sin antes solicitar las disculpas del caso, si por algún olvido involuntario, se haya omitido algún nombre de personas o instituciones.

A los estudiantes de últimos años y tesis de la Carreras de Ingeniería Agronómica, UES: Jesús Altagracia Zepeda Aguilar, Johanna María Chávez Sifontes, Pedro Enrique Orellana Hernández, Robin Erick Hernández Rivera y Erick Eduardo Orantes Guerrero; quienes dedicaron muchas horas de esfuerzo continuo en campo y laboratorio, para la recolecta y procesamiento de muestras biológicas.

A los estudiantes de últimos años y tesis de las carreras de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, San Salvador, UES: Ana Karla Castillo Ayala y Rubén Ernesto López Sorto; quienes se motivaron por el desarrollo del Proyecto y apoyaron mucho trabajo especialmente de laboratorio. Además, se agradece el apoyo de Luis Enrique Castillo.

A los estudiantes de años intermedios de la Carrera de Ingeniería Agronómica, San Salvador, UES: Juan Antonio Hernández, José Ricardo Farfán Aguilar, Rafael Antonio Muñoz Aguillón, Noé David Linares Brizuela, María Julia Galan Hernández, y Eddie Arturo Vaquerano Madrid; quienes fueron valioso apoyo eventual para acelerar la limpieza y el procesamiento de muestras biológicas, incluso en días de asueto.

A los estudiantes de años intermedios de la Carrera de Licenciatura en Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, San Salvador, UES: Alejandra Xiomara Perla Ramírez, Javier Alexander Mejía Hernández y Enrique Alfonso Mendoza Vaquerano; quienes brindaron su cooperación con el procesamiento de material biológico en laboratorio.

A los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Paracentral (San Vicente), UES: Sol María Muñoz Aguillón y Nelson Antonio Ortiz.

A los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Occidental, Carrera de Licenciatura en Biología (Santa Ana), UES: Adalberto Ernesto Salazar Colocho (Tesis), Cintia Paula García Pineda (Tesis), Patricia Maribel Godínez Guardado (Tesis), Leslie Eunice Quintanilla Carrillo, Rosa María Estrada Hernández, Balmore Mauricio Hidalgo Aguilar y Sergio Salvador Moreno Samayoa; quienes brindaron su cooperación con el procesamiento de material biológico en laboratorio.

A los recién graduados en la Carrera de Ingeniería Agronómica, UES: Ingenieros agrónomos: Ricardo Ernesto Gómez Orellana, Lizzette Hernández Lovato, Dalila Elizabeth Vega Morales, Rosa Margarita Salinas Baquero y Carlos Ernesto Villegas Martínez; cuya cooperación fue siempre espontánea y oportuna, dando su mejor esfuerzo para sumarse a la buena marcha del proyecto desde campo hasta laboratorio.

A los señores motoristas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, UES: René Herrera, Mauricio Salazar, José Armando Vigil, Felipe Corleto y Marvin Escobar, por tener el esmero y paciencia suficiente, para realizar los viajes de campo desde muy temprano hasta muy tarde del día, hacia diferentes sitios requeridos por el proyecto.

Al personal de mujeres y hombres guarda recursos de las Áreas Naturales Protegidas de los Parques Nacionales de: Montecristo (Metapán, Departamento de Santa Ana), El Imposible (San Francisco Menéndez, Departamento de Ahuachapán), La Joya (San Vicente, Departamento de San Vicente), Río Sapó (Arambala, Departamento de Morazán); quienes siempre brindaron su mejor disposición de acompañamiento y colaboración en la recolecta de material biológico requerido por el Proyecto.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agronómicas (San Salvador), UES: Ing. Agr. Gustavo Henríquez Martínez e Ing. Agr. Dora Antonia Villeda; quienes apoyaron en el procesamiento e identificación de material biológico a nivel de laboratorio. Además, brindaron su apoyo Ing. Agr. M.Sc. Efraín Antonio Rodríguez Urrutia e Ing. Agr. Balmoro Martínez Sierra. A Lic.

Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos



Macario Pineda y William Alexander Aguilar, quienes cooperaron con alguna necesidad de traducción de inglés al español. A la Licda. Idalia Rosmeri Erroa Ramos, por su apoyo en el trabajo de diatomeas.

A los docentes del Departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Paracentral (San Vicente), UES: Ing. Agr. Nelsus Armando López Turcios y Wilber Samuel Escoto, por su colaboración en actividades de campo y laboratorio que requirió el proyecto.

A los investigadores entomólogos: Dra. Andrea Joyce (Univ. de Texas A&M) y Dr. Mark Breindenbaugh (Youngstone Air Reserve Station, Department of Defense, U.S.A); quienes visitaron al proyecto, impartiendo charlas e identificación de insectos acuáticos y brindaron ideas para nuevas visiones de posibles trabajos futuros que podrían relacionarse con el avance actual de los estudios del proyecto.

A los siguientes investigadores de la Universidad de Costa Rica: M.Sc. Monika Springer, Lic. Pablo Gutiérrez y Lic. Danny Vásquez; por el apoyo muy valioso e incondicional en capacitaciones teórica-prácticas, identificación y conteo de los individuos de las diferentes familias de organismos acuáticos y asesoría en el ordenamiento de la información. A la M.Sc. Catalina Benavides, quien ayudó con la revisión de los mapas de distribución y el Atlas de organismos acuáticos y a Lic. Fresia Villalobos por su ayuda con la revisión y edición de los documentos. Además, al Biol. Edwin Céspedes por su apoyo en el trabajo de diatomeas.

Al equipo de técnicos responsables de la ejecución de las actividades centrales de campo, laboratorio y oficina del proyecto, dentro del área de acción propia de cada una de sus unidades de trabajo: Licda. Biol. M.Sc. Ana Jeannette Monterrosa Urías (Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador); Ing. Agr. Dagoberto Pérez (Departamento de Agronomía, Facultad Multidisciplinaria Paracentral); Ing. Agr. M.Sc. Miguel Ángel Hernández Martínez (Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, Unidad de Postgrado, Facultad de Ciencias Agronómicas); Licda. Quím., Blanca Lorena Bonilla de Torres, Licda. Quím. Ada Yanira Arias de Linares, Lic. Quím. Freddy Alexander Carranza Estrada, Lic. Quím. Juan Milton Flores Tensos (Laboratorio Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas); Licda. Quím. Coralía de los Ángeles González Velásquez (Laboratorio de Microbiología, Facultad de Química y Farmacia / CENSALUD); Lic. Biol. David Rosales Arévalo (Departamento de Biología, Facultad Multidisciplinaria Occidental); Ing. Agr. M.Sc. Miguel Rafael Paniagua Cienfuegos (colaboración particular); Ing. Agr. MSc Andrés Wilfredo Rivas Flores, Ing. Agr. MSc. Rafael Antonio Menjívar Rosa e Ing. Agr. Leopoldo Serrano Cervantes (Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas).

Al personal del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador (MARN), por su apoyo durante toda la ejecución del proyecto, proporcionando los permisos de recolecta científica e incorporando a técnicos en las actividades. Algunos de ellos se mencionan a continuación: Dr. Jorge Quezada, Dr. Enrique Barraza, Lic. Néstor Herrera, Licda. Zulma de Mendoza, Licda. M.Sc. Ana Jeannette Monterrosa Urías y Lic. Walter Rojas.

Al personal del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET-MARN), por su apoyo a través del Laboratorio de Calidad de Agua. Algunos de ellos se mencionan a continuación: Ing. Ana Deisy López Ramos, Ing. Zulma Mena y Licda. Bessy Margarita Soto.

A la Organización de Estados Americanos (OEA), en sus oficinas centrales en Washington, USA. y la representación en El Salvador; por su confianza, apoyo financiero, administrativo y logístico al proyecto. Entre algunas personas se mencionan Licda. Mónica Gómez e Ing. Santiago Noboa (Gerencia General FEMCIDI, Washington, USA), Ing. Rogelio Sotela (Representante oficina de la OEA en El Salvador), Licda. Milagro Martínez de Torres Chico (Oficial Técnico Administrativo), Sr. Jorge Morataya, Sra. Gertrudis Bonilla, Sra. María Santos Enamorado y Srta. Claudia Menjívar (OEA-El Salvador).

A la Junta Directiva y al personal del Decanato y Vice-decanato de la Facultad de Ciencias Agronómicas, UES, por respaldo institucional, apoyo administrativo y logístico para la ejecución de las distintas actividades requeridas por el proyecto.

Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos



A la Rectoría, Consejo Superior Universitario y Asamblea General Universitaria de la Universidad de El Salvador, por otorgar respaldo institucional como contraparte del proyecto.

Al personal de Relaciones Internacionales de la Universidad de El Salvador (UES), por su valioso apoyo en la gestión para la aprobación del proyecto. Entre algunas personas se mencionan Licda. Ada Ruth Gonzáles de Nieto, Lic. María Teresa Escalona y Lic. Francisco Gutiérrez.

Al personal del Ministerio de Relaciones Exteriores de El Salvador, por su valioso apoyo en la gestión para la aprobación del proyecto. Entre algunas personas se mencionan Licda. Doribel Quintanilla y Lic. Francisco Rivas.

Al personal del programa Campus de la Universidad de El Salvador (UES), por apoyar en divulgación televisiva y escrita de actividades del proyecto.

Gracias a Dios sobrepasamos las metas propuestas.

Con sincero reconocimiento y a nombre del grupo de docentes investigados principales responsables de la ejecución del proyecto.

Atentamente:

Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas

Coordinador General del Proyecto

E-mail: jmsermeno@yahoo.com; jose.sermeno2010@gmail.com

ISBN 978-99923-27-55-5