



**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 Diptera en El Salvador

Autor

Rafael Antonio Menjivar Rosa

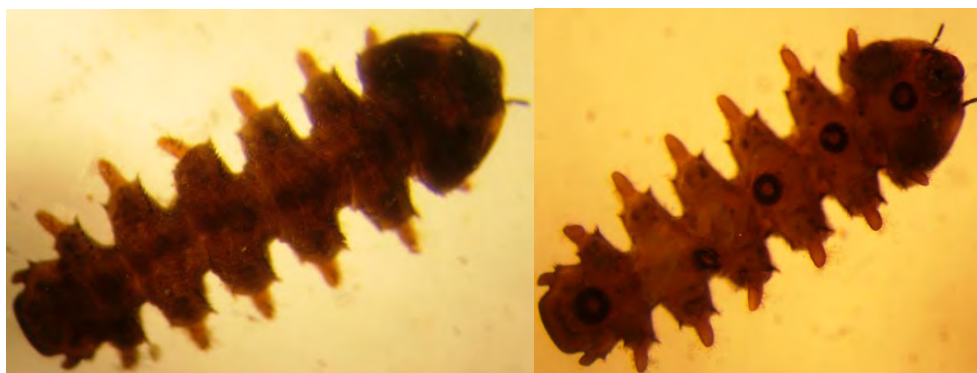
Editores

Monika Springer

José Miguel Sermeño Chicas

Elaboración de mapas

Miguel Ángel Hernández Martínez



Ciudad Universitaria, San Salvador, marzo de 2010



Como citar este documento:

Menjívar Rosa, R.A. 2010. Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos del Orden Diptera en El Salvador. *En*: Springer, M. & J.M. Sermeño Chicas (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. 50 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 de 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/>

595.77

M545g Menjívar Rosa, Rafael Antonio

SV Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos del orden Diptera en El Salvador / Rafael Antonio Menjívar Rosa ; ed. Mónica Springer, José Miguel Sermeño Chicas ; mapas Miguel Angel Hernández Martínez. -- 1a. ed. -- San Salvador, El Salv. : Editorial Universitaria (UES), 2010.
50 p. : il. col. ; 22 cm.

ISBN 978-99923-27-53-1

BINA 1. Dípteros. 2. Contaminación de ríos, lagos, etc.--El Salvador. 3. Agua--Aspectos ambientales--El Salvador--Guías. I.Título

ISBN 978-99923-27-53-1



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.....	6
II.	Ecología.....	7
III.	Distribución Geográfica	8
IV.	Taxonomía del Orden Diptera.....	8
V.	Familias de dípteros acuáticos	8
A.	Suborden Nematocera.....	9
1.	Familia Tipulidae	9
1.1.	Ecología	9
1.2.	Diagnosis.....	10
2.	Familia Blephariceridae.....	10
2.1.	Ecología	10
2.2.	Diagnosis.....	11
3.	Familia Chaoboridae	12
3.1.	Ecología	12
3.2.	Diagnosis.....	13
4.	Familia Culicidae	13
4.1.	Ecología	13
4.2.	Diagnosis.....	14
5.	Familia Dixidae.....	14
5.1.	Ecología	14
5.2.	Diagnosis.....	15
6.	Familia Simuliidae	16
6.1.	Ecología	16
6.2.	Diagnosis.....	17
7.	Familia Ceratopogonidae	17
7.1.	Ecología	17
7.2.	Diagnosis.....	18
8.	Familia Chironomidae	19
8.1.	Ecología	19
8.2.	Diagnosis.....	20
9.	Familia Psychodidae	20
9.1.	Ecología	20
9.2.	Diagnosis.....	21
B.	Suborden Brachycera	22
10.	Familia Stratiomyidae.....	22
10.1.	Ecología	22
10.2.	Diagnosis.....	23



11. Familia Tabanidae.....	23
11.1. Ecología	23
11.2. Diagnósis.....	24
12. Familia Athericidae.....	25
12.1. Ecología	25
12.2. Diagnósis.....	25
13. Familia Dolichopodidae	25
13.1. Ecología	25
13.2. Diagnósis.....	26
14. Familia Empididae.....	27
14.1. Ecología	27
14.2. Diagnósis.....	28
15. Familia Syrphidae.....	28
15.1. Ecología	28
15.2. Diagnósis.....	29
16. Familia Sciomyzidae	30
16.1. Ecología	30
16.2. Diagnósis.....	30
17. Familia Ephydriidae.....	31
17.1. Ecología	31
17.2. Diagnósis.....	31
18. Familia Muscidae	32
18.1. Ecología	32
18.2. Diagnósis.....	33
Clave taxonómica para determinar las familias de las larvas acuáticas de Diptera presentes en el Neotrópico.....	34
VI. Literatura Citada	45
VII. Agradecimientos	49



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

Rafael Antonio Menjívar Rosa¹

I. Biología

Diptera, es uno de los órdenes de insectos mas diverso, con casi 153.000 especies descritas en el ámbito mundial y son insectos holometábolos o de metamorfosis completa, pasando por los estados de huevo, larva (3 estadios en Brachycera o 4 en Nematocera), pupa y adulto (Brown 2009, Courtney & Merritt 2008, Pennak 1978).

Son diversos, no sólo en cuanto a número de especies, sino también con respecto a características morfológicas y ecológicas, teniendo hábitats terrestres (la mayoría), acuáticos o semi-acuáticos. Aunque los adultos de algunas pocas especies son brevemente acuáticos (mientras ovipositan o emergen de pupas sumergidas), sólo los estados inmaduros de ciertas especies pasan largos períodos de tiempo parcial- o completamente sumergidas. Las hembras de los dípteros acuáticos ponen sus huevos en o cerca del agua, adheridos a las rocas o a la vegetación, en forma individual, en grupos o en masa. (Courtney & Merritt 2008, Pennak 1978).

Las larvas de la mayoría de las especies pueden ser consideradas como acuáticas en un sentido amplio, pues para sobrevivir, deben estar en ambientes desde ligeramente húmedos a húmedos, como dentro de tejidos de plantas vivas, materia orgánica en descomposición, como parásitos de otros animales o en asociación con cuerpos de agua; siendo sólo este último hábitat considerado para incluir a las especies acuáticas (Courtney & Merritt 2008).

Las larvas de la mayoría de grupos son de vida libre y reptan o nadan en el hábitat; otros pueden estar enterrados en el sedimento o debajo de piedras, o dentro de tubos de seda, adheridos a las rocas o plantas. Se caracterizan por no tener patas torácicas. Respiran a través de la cutícula o mediante sifones aéreos; agallas traqueales y pigmentos respiratorios (hemoglobina) para sobrevivir en zonas escasas en oxígeno, como en Chironomidae (Roldán1996, Pennak 1978, McCafferty 1998).

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



II. Ecología

Los Diptera adultos son de vida libre (voladores terrestres) y los estados inmaduros han colonizado exitosamente todos los hábitats acuáticos, excepto el océano abierto, aunque los adultos de algunas familias (Ephydriidae), pueden ser capturadas sobrevolando en él. Las larvas están presentes en costas marinas, agua salada, y de estuarios; lagos de poco a muy profundos; posas; fuentes de agua fría o caliente; aperturas naturales de petróleo crudo (Ephydriidae); ríos con corrientes lentas o rápidas y cavidades de las plantas. Algunas larvas, habitan en aguas extremadamente contaminadas (p.ej. Syrphidae); mientras que otras están restringidas a aguas limpias (p.ej. Blephariceridae) (Courtney & Merritt 2008, McCafferty 1998, Usinger 1956).

Los hábitats lóticos (aguas que fluyen) para las larvas, incluyen ríos con corrientes lentas hasta rápidas. Dentro de las especializaciones que presentan para habitar en dicho hábitat están: carencia de espiráculos (intercambian oxígeno a través del integumento), cuerpo compacto y deprimido; cabeza, tórax y primer segmento abdominal fusionados (cefalotórax), los cuales, en conjunto con los restantes segmentos abdominales, poseen discos de succión en la parte ventral, usados para adherirse a las rocas (Blephariceridae). Otros poseen estructuras en forma de propatas que poseen con “crochets” (pequeños ganchos curvados) como en Deuterophlebiidae o con un par de propatas y crochets y con una almohadilla de seda para adherirse al sustrato (Simuliidae). Otras larvas se refugian bajo las rocas, dentro o sobre vegetación (Courtney & Merritt 2008, McCafferty 1998).

Los hábitats lénticos (aguas estancadas) para Diptera incluyen lagos, nacimientos de agua y hoyos en los troncos de árboles. Algunas larvas llevan una vida activa y expuesta, usualmente en o cerca de la superficie y, aunque dentro de estas hay nadadores eficientes que pueden alcanzar profundidades considerables, generalmente permanecen cerca de la superficie del agua, debido a su dependencia a la respiración atmosférica. Las larvas de Chironomidae y Ceratopogonidae son nadadores libres y no dependen de la respiración atmosférica, pudiendo colonizar cuerpos de agua más grandes y profundos. Se sabe de una especie de Chironomidae que habita el Lago Baikal (Rusia) a una profundidad de 1,300 metros. Como en los hábitats lóticos, la mayoría de Diptera lénticos están asociados a sustratos bentónicos (del fondo). Las larvas de muchas familias que respiran a través de espiráculos que habitan sedimentos bentónicos (Tabanidae y Dolichopodidae), deben permanecer en la interfase aire-agua; en otros casos como Syrphidae, existe un sifón respiratorio terminal extensible, que les permite mantenerse sumergidas y obtener el oxígeno del aire (Courtney & Merritt 2008, McCafferty 1998, Pennak 1978).

Las larvas de Diptera acuáticas tienen un amplio rango de hábitos alimenticios, como herbívoros (Tipulidae), colectores-recolectores (Psychodidae), colectores-filtradores (Simuliidae), filtradores (Syrphidae), depredadores (Dolichopodidae) y parasitoides (aunque es muy raro, como en Sciomyzidae) (Courtney & Merritt 2008).



La pupa, puede ser activa y es variable en cuanto a su duración. Puede ser activa ó quiescente y muchas son acuáticas. Algunas están contenidas dentro de un “Puparium” que protege el desarrollo de patas y alas, el cual posee un par agallas o cuernos respiratorios. Otras son de vida libre o viven dentro de un capullo, el cual posee un aparato respiratorio terminal (McCafferty 1998).

III. Distribución Geográfica

El Orden Diptera es cosmopolita, es decir que se encuentra en todo el mundo, excepto en los polos y en el océano abierto, desde el extremo norte de Groenlandia, donde son los insectos más comunes, hasta pocas especies viviendo en la Antártida; además habitan desde las costas hasta las regiones nevadas. (Brown 2009, Brown *et al.* 2009).

IV. Taxonomía del Orden Diptera

Se seguirá la clasificación propuesta por McAlpine *et al.* (1981), aunque se incluyen únicamente los grupos que contienen especies acuáticas.

Cuadro 1. Lista de familias de dípteros acuáticos según subórdenes.

Nematocera	Brachycera
Tipulidae	Tabanidae
Blephariceridae	Ragionidae
Psychodidae	Empididae
Dixidae	Dolichopodidae
Chaoboridae	Syrphidae
Culicidae	Ephydriidae
Simuliidae	Sciomyzidae
Chironomidae	Muscidae
Ceratopogonidae	Stratiomyidae

V. Familias de dípteros acuáticos

Debido a que solo se utilizan las larvas para determinar la calidad de aguas, se omitirá la parte de diagnosis de adultos y solo se incluyen las familias acuáticas.



Suborden Nematocera

1. Familia Tipulidae

1.1. Ecología

Las larvas son encontradas en los márgenes de los sistemas lóticos y lénticos de agua limpia, entre detritus, sedimento orgánico fino, hydrofitas vasculares y algas. Habitan desde las tierras más al norte del ártico hasta las tierras bajas de los bosques ecuatoriales y desde la zona costera hasta más de 5,600 metros de altura. La mayoría de especies vive en suelo húmedo, madera podrida, hojas en descomposición ú otras condiciones terrestres. Otros viven al margen de cuerpos de agua, mientras unos pocos son estrictamente acuáticos. Algunos son depredadores de otras larvas de insectos; otros se alimentan de raíces de pastos (Sandoval y Molina 2000, McCafferty 1998, Gelhaus 2009, Alexander & Byers 1981). Esta Familia (Fig. 1) se encontró en varios ríos; pero, la mayor abundancia se reporta en los ríos Sumpul, Cara Sucia, Acelhuate, Matalapa y Comalapa.



Fig. 1. Distribución y abundancia de la familia Tipulidae en los principales ríos de El Salvador.



1.2. Diagnósis

Las larvas son a menudo puntiagudas o casi circulares anteriormente y más o menos romo y expandido posteriormente; miden de 10-25 mm cuando alcanzan la madurez y a veces alcanzan o sobrepasan los 100mm; la cápsula cefálica es incompleta posteriormente y está parcial o completamente retraída en el tórax. El abdomen usualmente es cilíndrico, pero puede ser algo deprimido; comúnmente posee pequeños lóbulos o protuberancias para la movilidad y menos comúnmente, procesos en forma de hojas o espinas. El ápice del abdomen, en la mayoría de especies, es un disco espiracular, consistiendo de diferentes lóbulos y procesos rodeando a los espiráculos posteriores. En pocas especies, termina en un par de procesos alargados (McCafferty 1998).



Fig. 2. Tipulidae: larvas de distintos géneros. (Fotos: Sermeño Chicas, J.M.)

2. Familia Blephariceridae

2.1. Ecología

Los miembros de esta familia están confinados a áreas en la vecindad inmediata a corrientes de aguas rápidas (lóticos), limpias, frías y bien oxigenadas, lo que los vuelve bioindicadores de la calidad de aguas (Courtney 2009). La larva y pupa están presentes en rocas en aguas de movimiento rápido o torrenciales, a menudo, en cascadas. Para que la larva y pupa puedan habitar estas áreas, la superficie de las rocas debe ser suave y libre de incrustaciones minerales o precipitados. Los huevos son pegados firmemente en pequeños grupos a la superficie de la roca por la hembra, tan pronto emerge y copula. Hay cuatro estadios larvales. Las larvas son capaces de adherirse a la superficie de las rocas debido a sus cuerpos deprimidos y ventosas ventrales. Se alimentan primariamente de diatomeas adheridas al sustrato rocoso donde ellas se sostienen y quizás algas (Hogue 1981, McCafferty 1998). El único sitio (en el Río Mashtapula) donde fue recolectado esta familia se muestra en la Figura 3.



Fig. 3. Distribución y abundancia de la familia Blephariceridae en los principales ríos de El Salvador.

2.2. Diagnósis

Las larvas son dorso-ventralmente deprimidas, usualmente de 4-12 mm, cuando alcanzan su madurez. El cuerpo está dividido en siete regiones notorias (el último menos evidente), delimitadas por seis constricciones laterales. La cabeza y el tórax están fusionados con el primer segmento abdominal para formar la primera región del cuerpo. Cada uno de las seis regiones posee un disco ventral de succión-adhesión (“ventosas”) (McCafferty 1998, Hogue 1981).

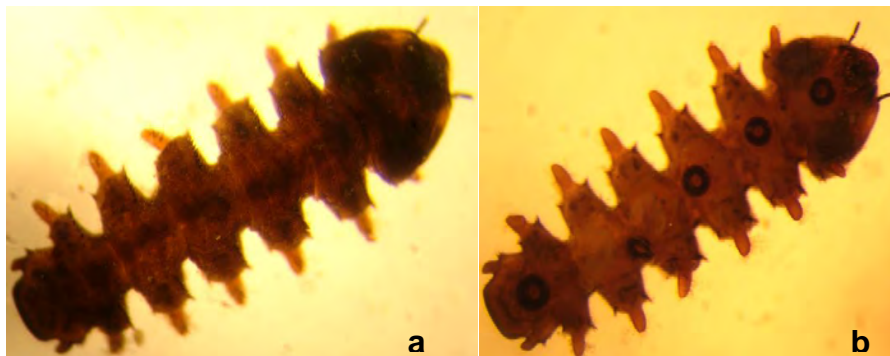


Fig. 4. Blephariceridae: a, vista dorsal; b, vista ventral de larvas. (Fotos: Sermeño Chicas, J.M.)

3. Familia Chaoboridae

3.1. Ecología

Las larvas son encontradas en hábitats lénticos de sistemas de agua dulce en lagos y lagunas. Todos son depredadores, alimentándose de crustáceos y larvas de insectos como mosquitos. Los rotíferos son ávidamente depredados por los primeros estadios (Cook 1981, McCafferty 1998, Borkent 2009). Sólo se encontró esta Familia en el Río Grande de San Miguel (Fig.5).



Fig. 5. Distribución y abundancia de la familia Chaoboridae en los principales ríos de El Salvador.



3.2. Diagnósis

Larva principalmente transparente. Cápsula cefálica completa y expuesta totalmente; antena del tipo prensil, con espinas apicales. Tórax engrosado, más que el abdomen y sin propatas. Segmento anal del abdomen con un abanico de setas ventrales (Cook 1981, Borkent 2009).

4. Familia Culicidae

4.1. Ecología

Las larvas y pupas están presentes en una variedad de hábitats lénticos, que incluyen lagos, pantanos, agua salada, agujeros en troncos de árboles, charcas y ríos. De hecho, en cualquier depresión o contenedor donde se acumule agua. Los huevos son colocados individualmente o en masa, directamente en el agua o en sitios que se inundan. Las larvas llegan a la superficie del agua para respirar mediante un sifón y luego regresan al fondo del agua. Se alimentan de microorganismos flotando o suspendidos y de materia orgánica, los cuales obtienen mediante “cepillos” bucales (Stone 1981, McCafferty 1998, Chaverri 2009, Sandoval y Molina 2000). Esta familia se encontró en varios ríos, aunque su mayor abundancia se estableció para los Ríos San Antonio y Comalapa (Fig.6).



Fig. 6. Distribución y abundancia de la familia Culicidae en los principales ríos de El Salvador.



4.2. Diagnósis

Cabeza con “cepillos” bucales; segmentos torácicos fusionados y más gruesos que el abdomen y sin propatas; ápice del abdomen, en la mayoría de especies, con un sifón respiratorio dorsal (McCafferty 1998, Stone 1981).



Fig. 7. Culicidae: a, larva; b, pupa. (Fotos: Sermeño Chicas, J.M.)

5. Familia Dixidae

5.1. Ecología

Las larvas se encuentran generalmente en los márgenes de los sistemas lóticos y lénticos y entre detritus. Pasan la mayor parte de sus vidas en los márgenes del agua, justo debajo de la interfase agua-aire. Cuando están en reposo, asumen una posición típica de “U” invertida y se enderezan cuando están en movimiento.

Se alimentan de microorganismos y de materia orgánica en descomposición, por medio de “cepillos” labrales que llevan el alimento a la cavidad oral. La longitud del estado larval, depende de la abundancia de alimento, pudiendo pasar a través de cuatro estadios larvales, si este es abundante (Peters 1981, McCafferty 1998, Sandoval y Molina 2000). Esta familia se encontró en los Ríos San José, Cara Sucia y Sapo (Fig.8).



Fig. 8. Distribución y abundancia de la familia Dixidae en los principales ríos de El Salvador.

5.2. Diagnosis

Son largas y delgadas, usualmente de 3-7mm., cuando alcanzan la madurez. La cabeza posee “cepillos” bucales. El tórax, tiene 3 segmentos evidentes, no está grandemente engrosado y esta ampliamente unido al abdomen. El abdomen posee un pequeño par de propatas ventrales en el segmento 1 y usualmente en el segmento 2 y termina en un tubo respiratorio medio y 2 lóbulos dorso-laterales aplanados (McCafferty 1998).



Fig. 9. Dixidae: larva. (Foto: Sermeño Chicas, J.M.)



6. Familia Simuliidae

6.1. Ecología

Las larvas se encuentran, generalmente, en ambientes lóticos. Todas las especies son acuáticas y se fijan a rocas o vegetación, por medio del ápice de su abdomen y a veces, miles de individuos cubren las rocas en rápidos. A diferencia de otros Nematocera, tienen 6 o raramente 7 estadios larvales, con una o muchas generaciones por año. El alimento consiste de material filtrado de la corriente; las larvas cuelgan con la cabeza hacia la corriente y filtran partículas de alimento suspendidas en el agua, con ayuda de “abanicos” labrales, que los barren hacia la boca (Peterson 1981, McCafferty 1998). Esta familia se encontró en varios ríos; pero, su mayor abundancia se concentró en los Ríos Sensunapán y Grande de San Miguel (Fig.10).

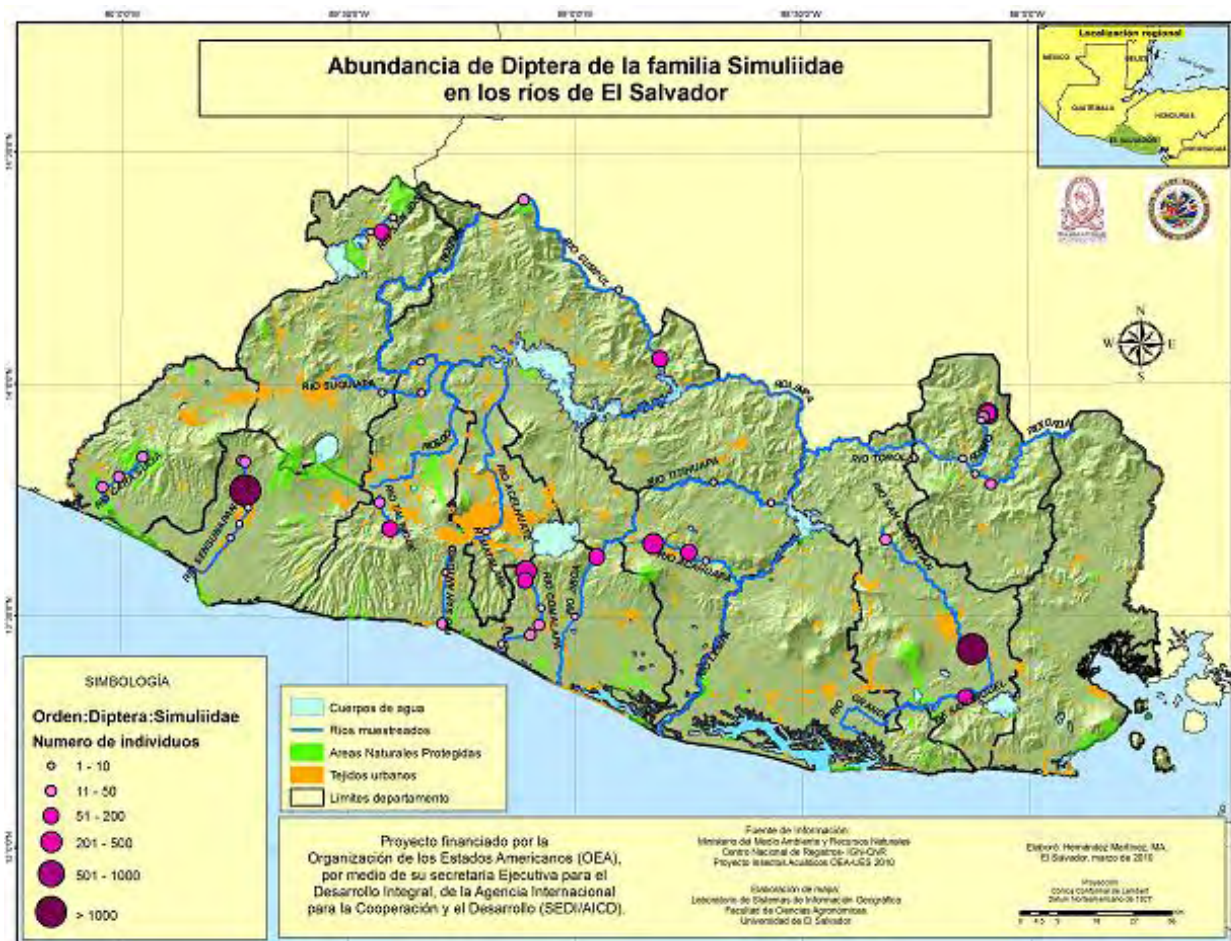


Fig.10. Distribución y abundancia de la familia Simuliidae en los principales ríos de El Salvador.



6.2. Diagnósis

Las larvas son cilíndricas y usualmente miden de 3-8 mm, o raramente más de 12 mm. La cabeza esclerotizada posee cepillos labrales evidentes. El protórax, tiene una sola propata ventral, justo detrás de la cabeza. El abdomen es generalmente engrosado posteriormente y termina en un disco usado para la fijación al sustrato (McCafferty 1998, Peterson 1981, Adler & Curri 2009).



Fig. 11. Simuliidae: a, larva; b, pupa. (Fotos: Sermeño Chicas, J.M.)

7. Familia Ceratopogonidae

7.1. Ecología

Las larvas se encuentran generalmente en los márgenes de sistemas lóxicos y lénticos, entre detritus y plantas acuáticas. Las de hábitos semi-acuáticos, habitan la arena húmeda de playas marinas, lodo, vegetación húmeda de rocas en lagos, lagunas, corrientes de agua y márgenes de los ríos; pantanos, aguas salinas y agujeros en troncos de árboles. Algunas especies son bentónicas entre los crecimientos de algas u ocasionalmente, en aguas abiertas de lagos y corrientes de agua. Muchas especies acuáticas son carnívoras y a veces se alimentan de los huevos de otros insectos acuáticos; otras se alimentan de detritus y muchas son omnívoras (Sandoval y Molina 2000, McCafferty 1998, Borkent *et al.* 2009).

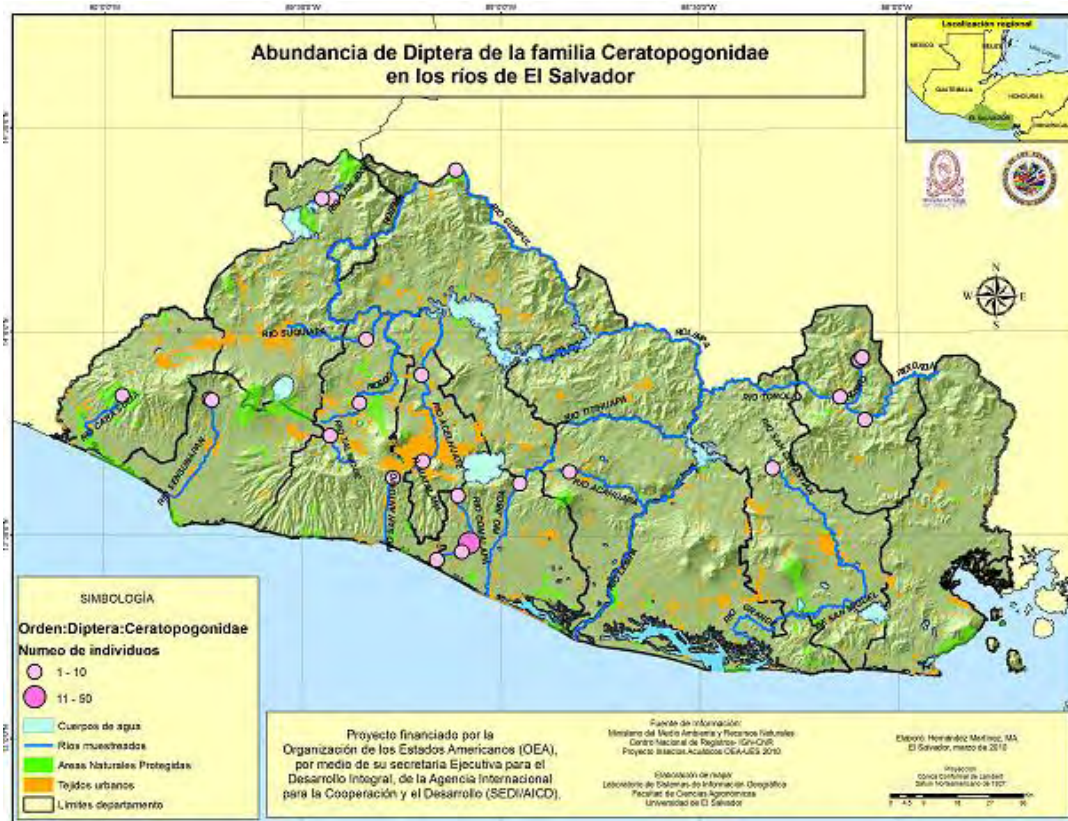


Fig. 12. Distribución y abundancia de la familia Ceratopogonidae en los principales ríos de El Salvador.

7.2. Diagnósis

Larvas delgadas y cilíndricas que en la madurez miden de 2-15 mm. Propatas protorácicas y terminales pueden estar presentes o ausentes; cuando ambas están presentes, el cuerpo posee setas o espinas bien desarrolladas. No presentan espiráculos funcionales (McCafferty 1998, Borkent *et al.* 2009.).



Fig. 13. Ceratopogonidae: larvas de las subfamilias a, Forcipomyiinae y b, Ceratopogoninae. (Fotos: Sermeño Chicas, J.M.)



8. Familia Chironomidae

8.1. Ecología

Las larvas se encuentran en sistemas lóticos y lénticos, ubicándose en una variedad de sustratos y hábitats. Es posiblemente el grupo más ampliamente adaptado de todos los insectos acuáticos. Los hábitats acuáticos van desde aguas litorales marinas, pantanos, lagos y aguas muy contaminadas; y aguas pobres o ricas en oxígeno. Las que viven en aguas pobres en oxígeno, contienen hemoglobina, la cual, almacena oxígeno dentro de sus cuerpos y les permite existir, al menos temporalmente, en ambientes con poco o sin oxígeno y adquieren una coloración rojo brillante, por causa de dicha sustancia. La mayoría de especies son bentónicas y muchas viven dentro de tubos o estuches libres de seda construidos en el sustrato. Estas formas bentónicas pueden aparecer en densidades extremadamente altas y pasan por 4 estadios larvales. Algunas especies bentónicas son depredadoras; otras son herbívoras – detritívoras (Sandoval y Molina 2000, Oliver 1981, McCafferty 1998). Esta familia, fue encontrada en casi todos los ríos; aunque en mayores abundancias en los Ríos Sensunapán, Suquiapa, Matalapa, San Antonio, Acahuapa, Comalapa y Grande de San Miguel (Fig.14).

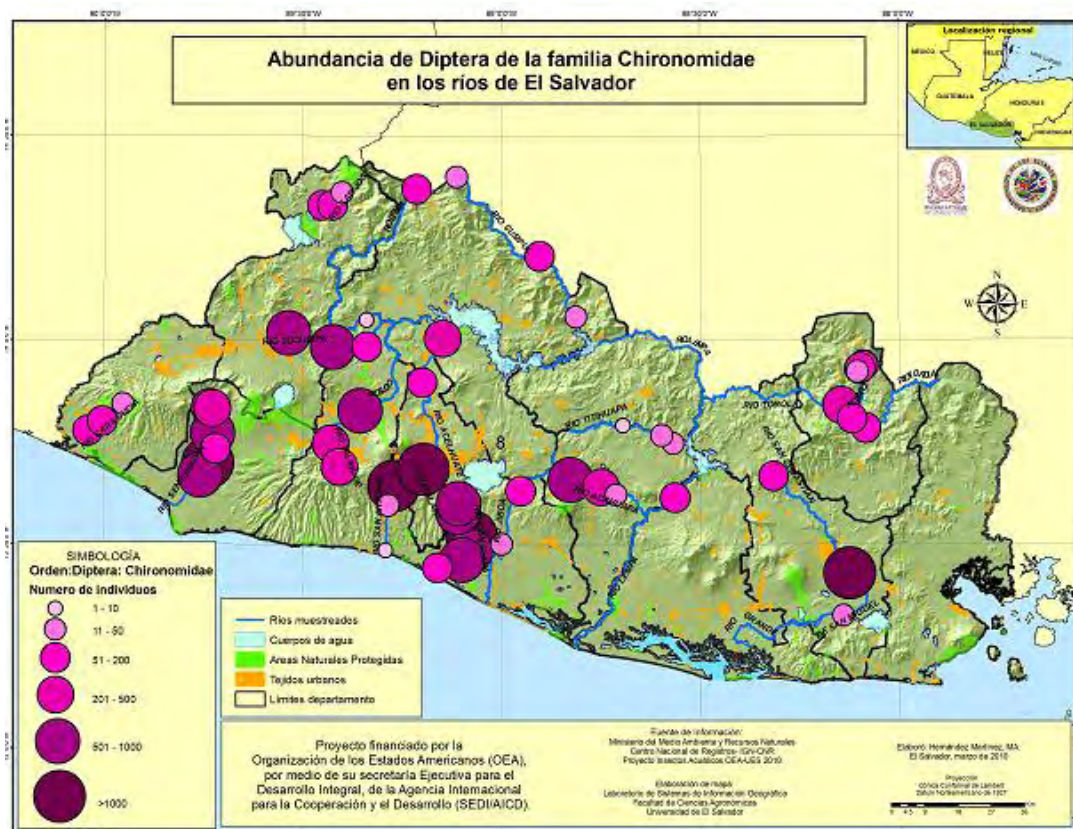


Fig. 14. Distribución y abundancia de la familia Chironomidae en los principales ríos de El Salvador.



8.2. Diagnósis

Las larvas son delgadas, comúnmente cilíndricas y ligeramente recurvadas que miden de 2-20 mm, pero ocasionalmente son más grandes. El cuerpo tiene un par de propatas protorácicas y un par de propatas terminales. El segmento terminal, usualmente tiene un par de tubérculos dorsales cortos o proyecciones, cada una con un variable penacho de setas (McCafferty 1998).



Fig. 15. Chironomidae: larvas y pupa. (Fotos: Sermeño Chicas, J.M.)

9. Familia Psychodidae

9.1. Ecología

Las larvas se encuentran, generalmente, en los márgenes de los sistemas lóticos y lénticos entre detritus. Habitan fondos de corrientes, márgenes de ríos y posas; y arena húmeda de playas. Algunas especies toleran el agua caliente, los detergentes y químicos; ya aún, los uriniales de los baños para hombres. Presumiblemente, las larvas se alimentan de materia orgánica (Pennak 1978, McCafferty 1998, Wagner & Ibáñez 2009). Esta familia está presente en casi todos los ríos; sin embargo, las mayores poblaciones se encontraron en los Ríos San Antonio, Comalapa y Matalapa.

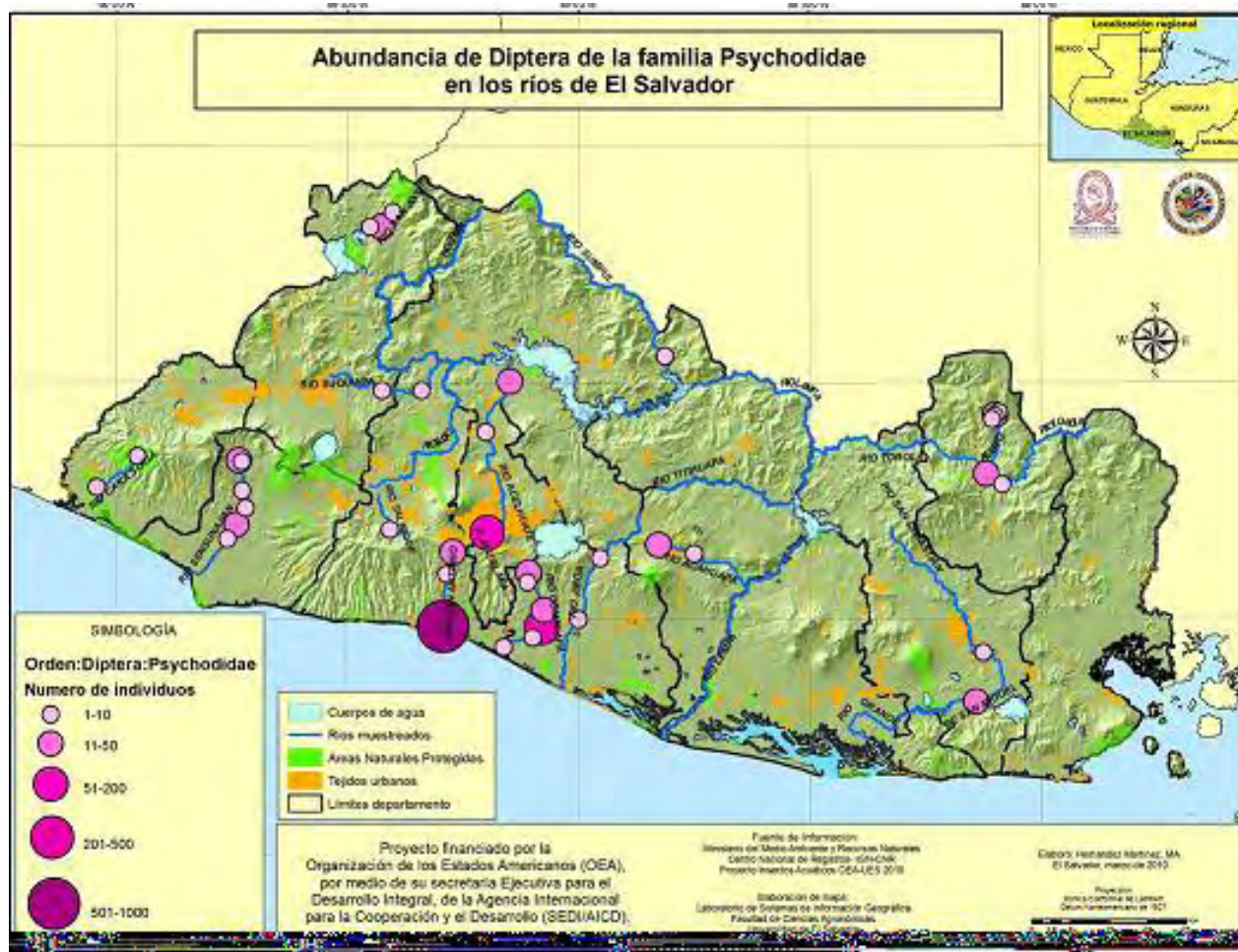


Fig. 16. Distribución y abundancia de la familia Psychodidae en los principales ríos de El Salvador.

9.2. Diagnósis

Las larvas son pequeñas, cilíndricas o casi deprimidas y miden menos de 5 mm, de longitud. El cuerpo carece de propatas; pero, los segmentos del cuerpo están usualmente subdivididos en anillos; al menos alguno de estos anillos con pequeñas placas dorsales. El tórax no es evidentemente más grueso que el resto del cuerpo. Las formas dorso-ventralmente deprimidas, poseen una hilera de discos de fijación en la parte ventral (McCafferty 1998).



Fig. 17. Psychodidae: larvas y pupa. (Fotos: Sermeño Chicas, J.M.)

B. Suborden Brachycera

10. Familia Stratiomyidae

10.1. Ecología

Contiene miembros acuáticos y terrestres. Las larvas acuáticas, generalmente se encuentran en los márgenes de los sistemas lénticos y lóticos, entre detritus y plantas vasculares. Muchas larvas acuáticas o semi-acuáticas están presentes en posas, especialmente en vegetación densa a lo largo de los márgenes; también, habitan en aguas salobres, fuentes termales y materia en descomposición. Algunas especies se sumergen a varios pies y unas pocas son bentónicas en rápidos. Se alimentan de algas y de materia orgánica (Sandoval y Molina 2000, McCafferty 1998, James 1981).



Fig. 18. Distribución y abundancia de la familia Stratiomyidae en los principales ríos de El Salvador.



10.2. Diagnósis

Todas las especies acuáticas, se caracterizan por tener un integumento áspero y con impregnaciones de calcio. Son dorso-ventralmente deprimidas y en estado maduro miden de 3-50 mm, aunque usualmente 7-30 mm. Cápsula cefálica bien desarrollada y protórax más ancho que la misma. La superficie del cuerpo es algo endurecida y engrosada, con depósitos de carbonato de calcio. Carecen de propatas; pero, setas y filamentos están presentes. Ápice del abdomen rodeado de setas (James 1981, McCafferty 1998).

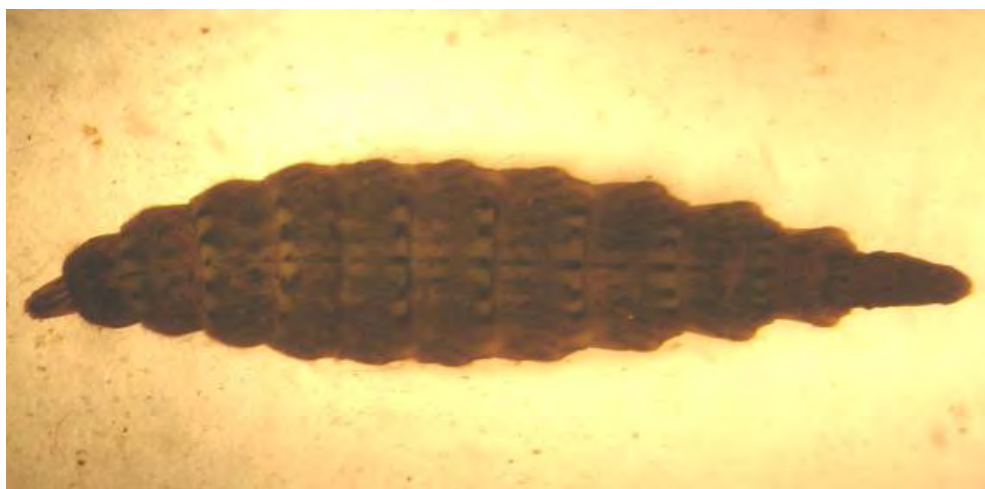


Fig. 19. Stratiomyidae: larva. (Foto: Sermeño Chicas, J.M.)

11. Familia Tabanidae

11.1. Ecología

Las larvas se encuentran generalmente en los márgenes de los sistemas lénticos y lóticos entre detritus. Habitan suelos pantanosos, así como en agua dulce, salada, materia en descomposición y pocas especies están restringidas a arena y grava en el fondo de corrientes rápidas. Pasan por 9 estadios y usualmente requiere un año para hacerlo. La mayoría de especies son depredadoras de otros invertebrados y anélidos (Sandoval y Molina 2000, Pechuman & Teskey 1981). Esta familia se encontró en los Ríos San José, Lempa, Sensunapán, Talnique, San Antonio, Comalapa, Jiboa, Titihuapa, Sapo, Torola y grande de San Miguel (Fig.20).



Fig. 20. Distribución y abundancia de la familia Tabanidae en los principales ríos de El Salvador.

11.2. Diagnósis

Las larvas son, generalmente, alargadas, cilíndricas y delgadas, que miden de 11-55 mm, cuando alcanzan su madurez. El cuerpo se adelgaza en ambos extremos y posee una serie de anillos carnosos circundantes. El abdomen carece de propatas terminales, pero termina en un pequeño sifón (McCafferty 1998).

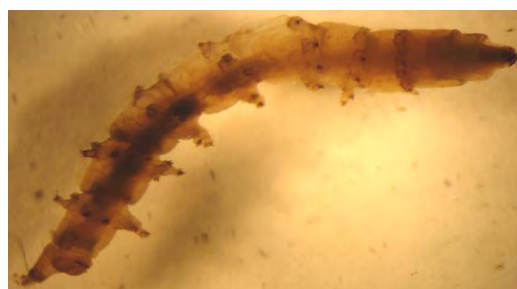


Fig. 21. Tabanidae: larva. (Foto: Sermeño Chicas, J.M.)



12. Familia Athericidae

12.1. Ecología

Las larvas se encuentran en sistemas lóticos de aguas bien oxigenadas. Viven en rápidos con fondo rocoso o con grava de ríos o sobre vegetación acuática y son depredadoras de larvas de Chironomidae y ninfas de Ephemeroptera (Sandoval y Molina 2000, Webb 1981, McCafferty 1998, Woodley 2009). La familia no fue encontrada durante los muestreos del presente proyecto.

12.2. Diagnósis

Las larvas, cuando alcanzan su madurez, miden de 12-18 mm. El abdomen tiene una serie de pares de propatas bien desarrolladas y procesos carnosos dorso-laterales cortos en cada segmento del 1-7; el segmento terminal tiene un par de procesos divergentes que son más largos que las propatas terminales (Webb 1981, Woodley 2009, McCafferty 1998).

13. Familia Dolichopodidae

13.1. Ecología

Las larvas se encuentran generalmente entre los márgenes de los sistemas lóticos y lénticos, entre detritus. Habitan márgenes lodosos de posas y corrientes; playas arenosas húmedas, agujeros en los troncos de árboles y cavidades dentro de los tallos de pastos.

Son de hábitos depredadores (Sandoval y Molina 2000, McCafferty 1998, Robinson & Vockeroth 1981, Bickel 2009). Esta familia se encontró en los Ríos San José, Sumpul, Cara Sucia, Sensunapán, Sucio, Comalapa, Grande de San Miguel y Torola (Fig.22).



Fig. 22. Distribución y abundancia de la familia Dolichopodidae en los principales ríos de El Salvador.

13.2. Diagnosis

En la madurez, las larvas miden de 3-10 mm. Son blancuzcas, cilíndricas y ligeramente adelgazándose anteriormente. El abdomen puede o no tener propatas ventrales; cuando las propatas están presentes, son en forma de pequeñas prominencias. El abdomen es cóncavo en el extremo apical, formando una concavidad espiracular, rodeada por lóbulos cortos proyectados posteriormente (Robinson & Vockeroth 1981, McCafferty 1998).



Fig. 23. Dolichopodidae: larva. (Foto: Sermeño Chicas, J.M.)



14. Familia Empididae

14.1. Ecología

Las larvas se encuentran, generalmente, en los márgenes de los sistemas lóticos y lénticos, entre detritus. La mayoría de especies son terrestres, aunque existen acuáticas y semi-acuáticas. Las acuáticas viven en fondos rocosos de corrientes rápidas y en áreas marginales húmedas de posas y corrientes. Generalmente son depredadoras de varios artrópodos, particularmente de otros Diptera (Cumming & Sinclair 2009, Sandoval & Molina 2000, McCafferty 1998, Steyskal & Knutson 1981). Esta familia está presente en varios ríos y sus mayores poblaciones se recolectaron en el Río Comalapa (Fig.24).

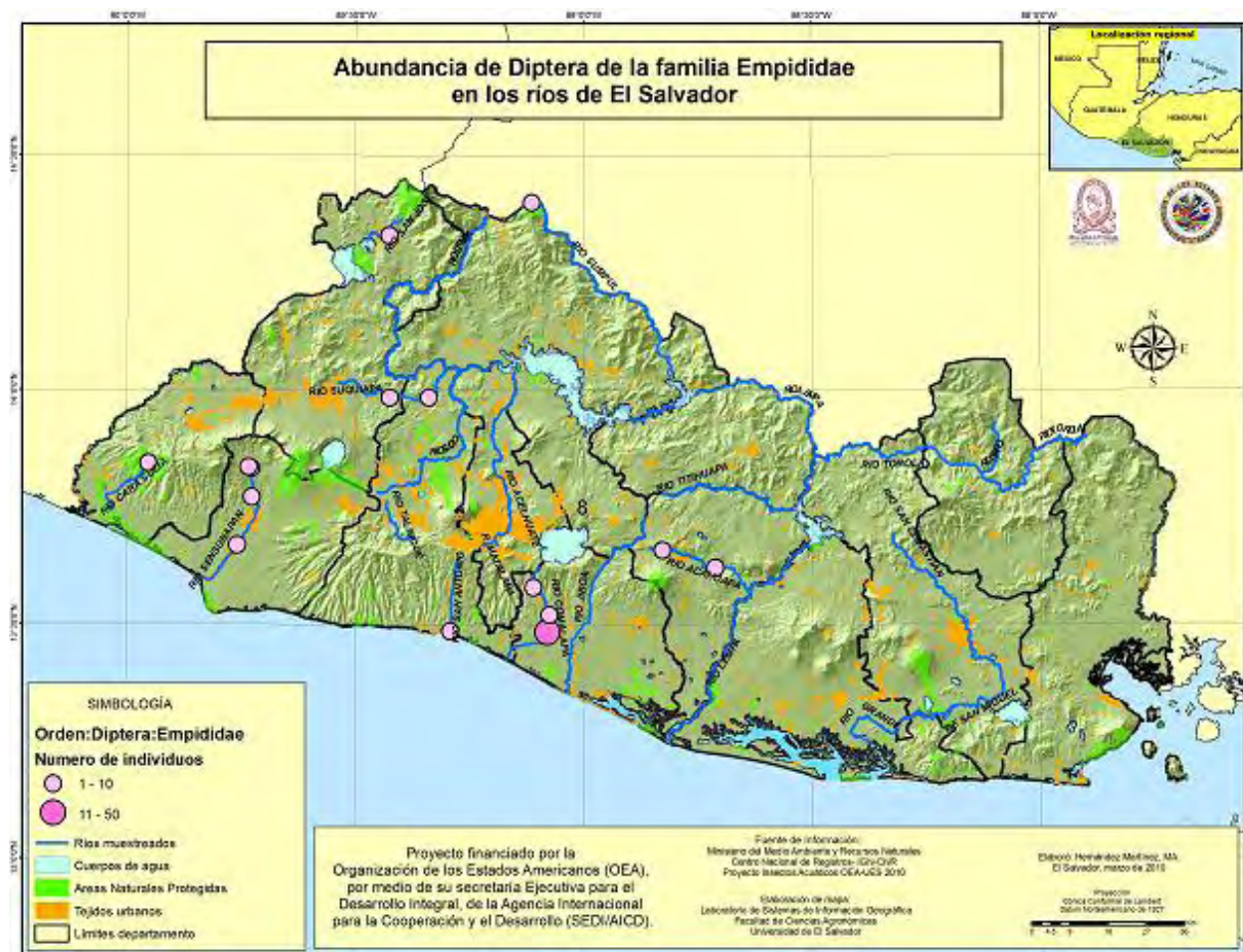


Fig. 24. Distribución y abundancia de la familia Empididae en los principales ríos de El Salvador.



14.2. Diagnóstico

Las larvas usualmente miden de 2-7 mm, cuando alcanzan la madurez. Generalmente, son similares a Dolichopodidae, aunque difieren por carecer de lóbulos en el extremo caudal y tener en su lugar procesos caudales delgados y las propatas son cortas, gruesas; si son como protuberancias y las propatas terminales no se desarrollaron, entonces el ápice abdominal es bulboso y ligeramente puntiagudo (McCafferty 1998, Steyskal & Knutson 1981).

15. Familia Syrphidae

15.1. Ecología

Las larvas se encuentran, generalmente, en los márgenes de los sistemas lénticos, entre detritus, materia orgánica e hidrofítas vasculares. Hay especies terrestres, acuáticas y semi-acuáticas. Son caracterizadas por tener en el ápice del abdomen, órganos para la respiración, que pueden ser cortos y esclerosados o muy largos (larvas con cola de ratón). Estas "colas" son usadas para mantener contacto con el aire y cuando se extienden, como en el caso de las colas de ratón, les permite alimentarse y permanecer a profundidades de varios centímetros.

Muchos habitan en agua acumulada en agujeros de troncos de árboles y unas pocas especies habitan márgenes de posas poco profundas y suelos húmedos. Están comúnmente asociados con aguas enriquecidas orgánicamente, tales como aguas residuales sucias. Las partes bucales de algunas especies están modificadas para filtrar detritus y microorganismos y en otros casos, comen exudados orgánicos sin filtrarlos (Sandoval y Molina 2000, McCafferty 1998, Vockeroth & Thompson 1981). Esta familia se encontró en los ríos más contaminados de El Salvador (Fig.25).



Fig. 25. Distribución y abundancia de la familia Syrphidae en los principales ríos de El Salvador.

15.2. Diagnósis

Las larvas cola de ratón, son de cuerpo blando y semi-transparente, usualmente miden de 4-14 mm, aunque pueden exceder los 70 mm en especies más grandes. El cuerpo es romo anteriormente y arrugado en la mayoría; excepto cuando está completamente extendido; a menudo está revestido con setas finas muy diminutas; a veces, posee propatas ventrales y termina en un tubo respiratorio, el cual, en la mayoría, es extensible en una larga estructura a modo de “cola”, aunque en algunas especies es muy corto (McCafferty 1998).



Fig. 26. Syrphidae: larvas y pupa. (Fotos: Sermeño Chicas, J.M.)

16. Familia Sciomyzidae

16.1. Ecología

Comprende especies acuáticas y semi-acuáticas. Las larvas están presentes, mas comúnmente, en suelos húmedos de agua dulce y salada; a lo largo de márgenes de posas, lagos y corrientes, especialmente entre vegetación. Las especies completamente acuáticas se mantienen mucho tiempo en contacto con la superficie. Todas son depredadoras de caracoles, huevos de caracoles, babosas y ostras o conchas. Todos los depredadores de babosas y caracoles terrestres, están asociados con agua. Las presas pueden ser muertas inmediatamente o después de pocos días (larvas parasitoides) (McCafferty 1998). Esta familia no fue recolectada durante los muestreos del proyecto.

16.2. Diagnósis

Las larvas son cilíndricas y usualmente miden de 4-14 mm. El cuerpo, se adelgaza en ambos extremos; el extremo anterior es ligeramente recurvado ventralmente; el posterior, puede ser, ligeramente recurvado dorsal o ventralmente. Tubérculos redondeados dispersos, usualmente circundan cada segmento del cuerpo. El abdomen puede, o no, poseer un tubo respiratorio corto y delgado; sin embargo, algunos lóbulos cortos o procesos, usualmente, rodean el disco espiracular terminal (McCafferty 1998).



17. Familia Ephydriidae

17.1. Ecología

Las larvas generalmente se encuentran en los márgenes de los sistemas lóticos y lénticos, entre detritus e hidrofitas. Existen especies acuáticas y semi-acuáticas. Habitan en agua dulce, salada, aguas alcalinas y pequeños cuerpos de agua salada o de petróleo. Las larvas se alimentan filtrando microorganismos, algas unicelulares, levaduras, diatomeas; otras, son minadoras de hojas (Sandoval y Molina 2000, Wirth *et al.* 1981, McCafferty 1998). Esta familia se recolectó en los Ríos San José, Sucio, Sensunapán, Suquiapa, Talnique, Comalapa, San Antonio, Jiboa y Torola (Fig. 27).



Fig. 27. Distribución y abundancia de la familia Ephydriidae en los principales ríos de El Salvador.

17.2. Diagnósis

Las larvas son pequeñas, usualmente de 1.2-12 mm. Generalmente, carecen de anillos carnosos o tuberculados. El cuerpo puede ser arrugado y extensible y puede o no, tener propatas abdominales ventrales. Dependiente del género, el abdomen puede terminar



en 2 pequeñas espinas agudas; un par tubos respiratorios cortos o largos; un solo tubo respiratorio corto, sin lóbulos en el ápice del mismo; y un largo estuche o vaina, dentro de la cual dos tubos respiratorios delgados pueden retraerse. Esta última combinación se encuentra, comúnmente, asociada con una propata terminal en forma de gancho (McCafferty 1998).

18. Familia Muscidae

18.1. Ecología

Las larvas se encuentran generalmente en los márgenes de los sistemas lóticos y lénticos, entre detritus. Incluye especies terrestres, acuáticas y semi-acuáticas. Están presentes en vegetación en descomposición, suelos húmedos; posas y corrientes de agua o sus márgenes, con fondo sedimentoso o superficie rocosa; carroña y raramente en tejidos vegetales. La mayoría de larvas acuáticas, son, aparentemente, depredadoras de larvas de insectos y otros invertebrados (Sandoval y Molina 2000, Hockett & Vockeroth 1981, McCafferty 1998). Esta familia se encontró en los Ríos San José, Lempa, Suquiapa, Sensunapán, San Antonio, Comalapa, Jiboa y Sapó (Fig.28).



Fig. 28. Distribución y abundancia de la familia de Muscidae en los principales ríos de El Salvador.



18.2. Diagnósis

Las larvas son, generalmente, alargadas, sub-cilíndricas o algo deprimidas, adelgazándose anteriormente; midiendo de 6-14 mm de longitud en su madurez. Las propatas abdominales, cuando están presentes, son usualmente en forma de protuberancias con espinas cortas bien desarrolladas y dispersas. El ápice abdominal, es redondeado, sub-truncado o terminado en un par de procesos espiraculares. Las propatas terminales, son usualmente, tan largas o más largas que el par de cortos tubos respiratorios terminales (McCafferty 1998, Hockett & Vockeroth 1981).

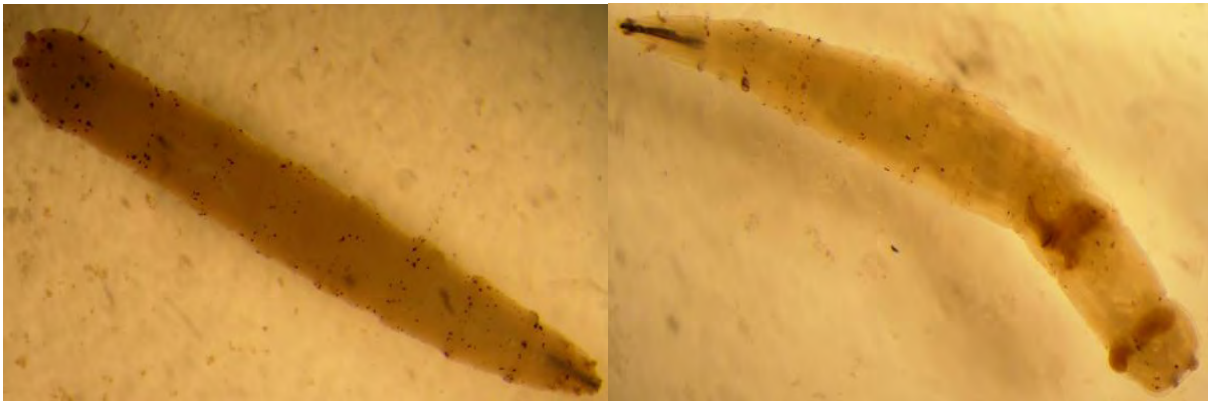


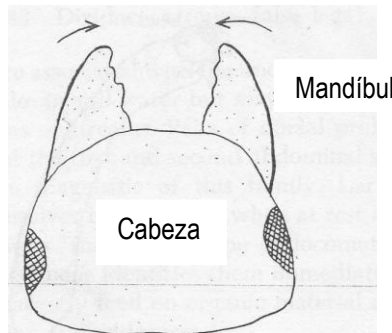
Fig. 29. Muscidae: larvas. (Fotos: Sermeño Chicas, J.M.)



Clave taxonómica para determinar las familias de las larvas acuáticas de Diptera presentes en el Neotrópico

Nota: las imágenes han sido tomada y adaptadas de los libros de texto citados en este capítulo y no se pretende adjudicar su autoría. Se presenta una traducción y adaptación de las claves para larvas de Diptera de Lehmkuhl (1979) y Merritt *et al.* (2008), con el objetivo de lograr una clave bastante fácil de entender y manejar. Todas las familias que contiene se encuentran en la región Neotropical.

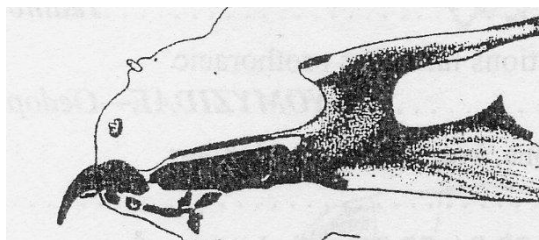
1a. Larva con cápsula cefálica bien esclerosada y fácilmente visible; excepto en Tipulidae; las mandíbulas se mueven una contra la otra en un plano horizontal al cerrarlas (Fig.1).....Nematocera.....2



Tomada de Lehmkuhl 1979.

Figura 1. Cápsula cefálica expuesta y mandíbula con movimiento horizontal.

1b. Larva con cápsula cefálica reducida a un bastón con ganchos y está parcial o completamente retraída dentro del tórax; las mandíbulas o ganchos bucales se mueven uno contra el otro en un plano vertical (Fig. 2).....11 (Brachycera)

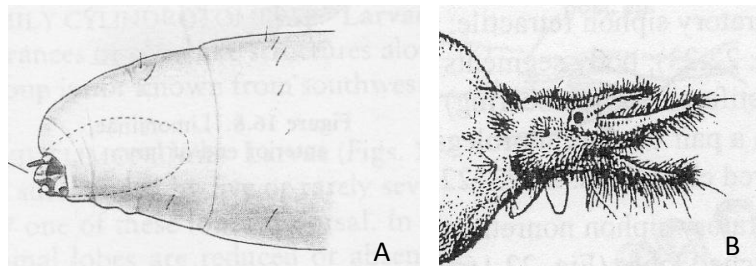


. Tomado de Merritt *et al.* 2008

Figura 2. Cápsula cefálica retraída en el tórax y movimiento mandibular vertical



2a. Cápsula cefálica parcial ó completamente retraída dentro del tórax (Fig. 3A), usualmente con incisiones longitudinales dorso-laterales de diferentes profundidades; espiráculos posteriores usualmente por 1-3 ò 5-7 pares de lóbulos, que, a menudo, están bordeados por setas (Fig. 3B).....**Tipulidae**



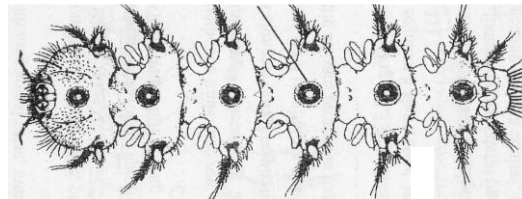
A. Tomado de McCafferty 1998, y B. Tomado de Merrit *et al.* 2008

Figura 3. A. Cápsula cefálica retraída en tórax; B. Ápice del abdomen con lóbulos setosos.

2b. Cápsula cefálica completa y expuesta, usualmente sin incisiones dorso-laterales; ápice del abdomen con espiráculos posteriores usualmente no rodeados por lóbulos3

3a. Cuerpo dividido en 6 regiones, la primera comprende la fusión de la cabeza, el tórax y el primer segmento abdominal y cada una de estas divisiones posee en la parte ventral un disco de succión (Fig. 4).....**Blephariceridae**

Disco de succión



Tomado de Merrit *et al.* 2008

Figura 4. Blephariceridae en vista ventral mostrando discos de succión.

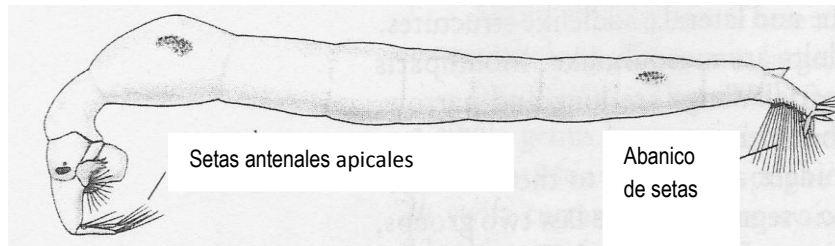
3b. Cuerpo no dividido en 6 regiones y parte ventral sin un disco de succión..... 4

4a. Segmentos torácicos fusionados y agrandados, más anchos que el abdomen; tórax y abdomen con penachos de largas setas laterales ó ápice abdominal con un abanico de setas y un sifón respiratorio; falsas patas ausentes.....5

4b. Segmentos torácicos usualmente distinguibles individualmente y son casi igual de anchos que el abdomen; sin penachos de setas laterales en tórax y abdomen; ápice abdominal sin abanico de setas, ni sifón; falsas patas presentes en tórax y abdomen.....6



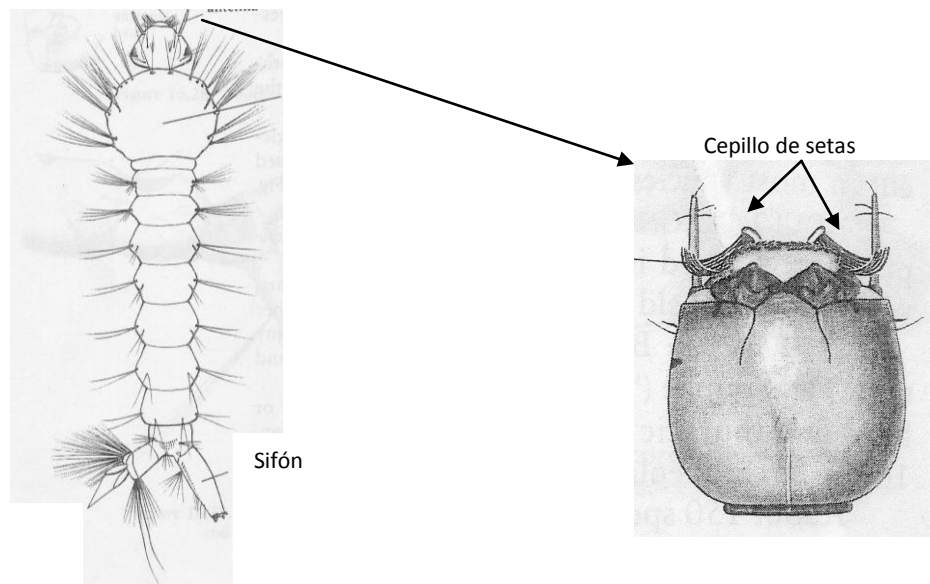
5a. Antenas del tipo prensil, con setas apicales largas y fuertes; labrum sin un “cepillo de setas”.
 Ápice abdominal con un abanico longitudinal de setas ventrales (Fig. 5).....
**Chaoboridae**



Tomado de McCafferty 1998

Figura 5. Chaoboridae con setas antenales y abanico se setas.

5b. Antena no prensil, solo con setas apicales cortas; tórax y abdomen con penachos de setas;
 labrum con “cepillo” de setas; ápice abdominal sin abanico de setas (Fig. 6)
**Culicidae**

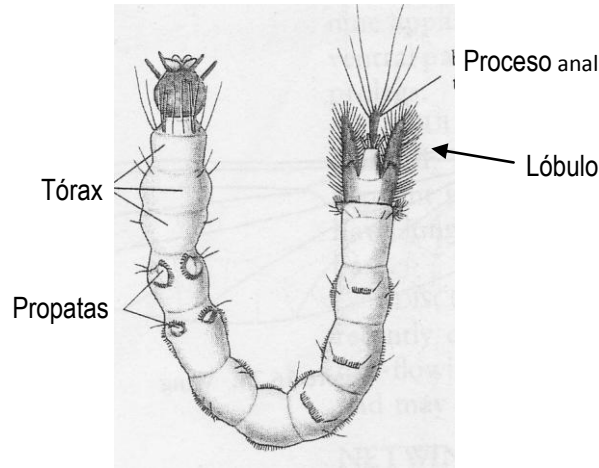


Tomados de McCafferty *et al.* 2008

Figura 6. Culicidae con detalle de la cabeza.



6a. Con 2 pares de propatas ventrales en los segmentos abdominales 1 y 2 (Fig. 7); ápice abdominal con 2 lóbulos dorso laterales aplanados rodeados de setas y un proceso anal en forma de tubo**Dixidae**

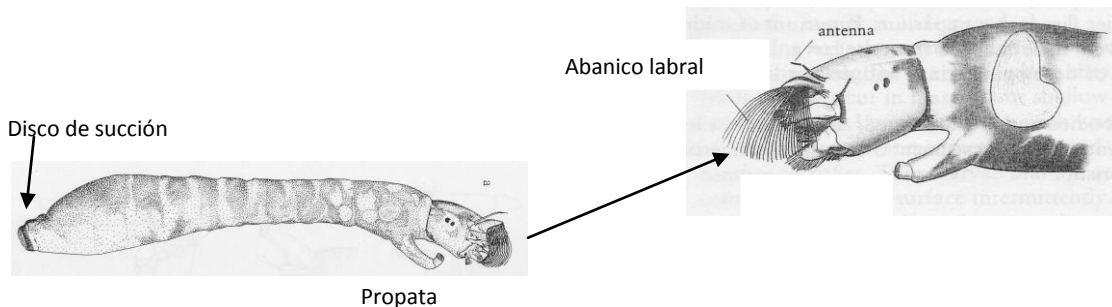


Tomado de McCafferty 1998

Figura 7. Dixidae en su típica forma de descanso.

- 6b. Segmentos abdominales sin propatas; excepto, en la división anal7
- 7a. protórax con una o un par de propatas ventrales..... 8
- 7b. Protórax sin propatas.....10

8a. Cápsula cefálica usualmente con un par de evidentes “abanicos” labrales dorsolaterales); una propata ubicada ventralmente detrás de la cabeza; segmentos abdominales 5-8 agrandados, dándole al cuerpo una forma de mazo y el último segmento termina en un disco de succión y un anillo de ganchos pequeños (Fig.8).....**Simuliidae**



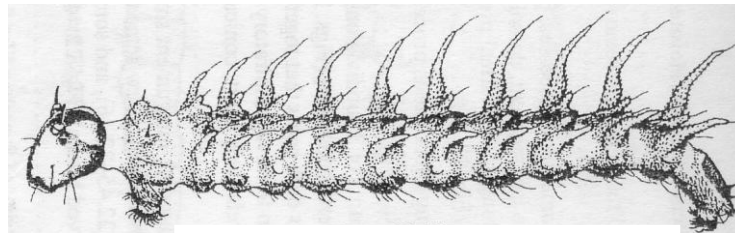
Tomado de Roldán 1996 y McCafferty 1998

Figura 8. Cuerpo típico de Simuliidae, con detalle de la cápsula cefálica y tórax.



8b. Cápsula cefálica sin “abanico” labral; segmentos abdominales no agrandados, ni último segmento terminado en disco de succión y un anillos de ganchos pequeños9

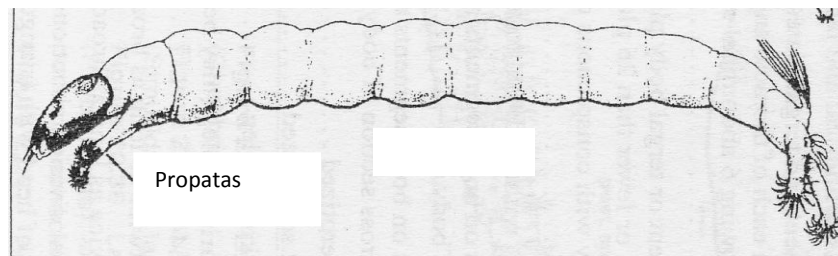
9a. Propatas torácicas ó anales usualmente apareadas. Todos los segmentos del cuerpo, dorsalmente con tubérculos carnosos elevados ó setas (Fig.9)**Ceratopogonidae**



Tomado de Merritt *et al.* 2008

Figura 9. Ceratopogonidae con procesos carnosos.

9b. Propatas torácicas ó anales usualmente apareadas; pero, los segmentos del cuerpo careciendo de tubérculos carnosos dorsales ó setas (Fig. 10)**Chironomidae**

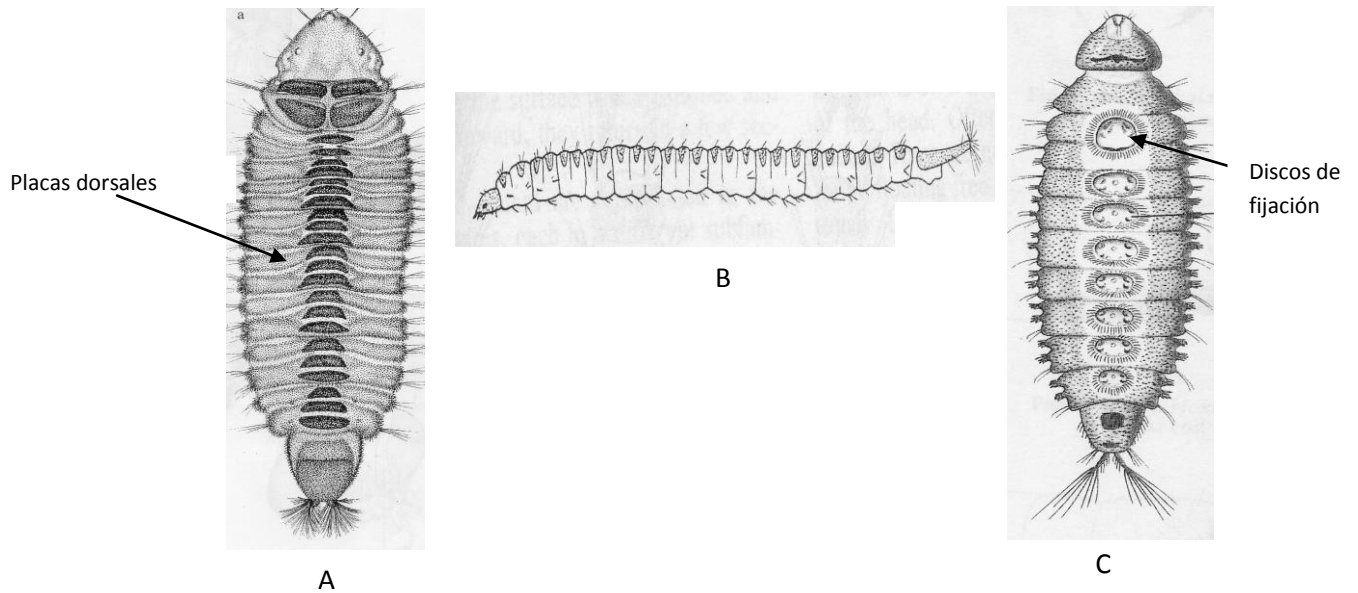


Tomado de Merritt *et al.* 2008

Figura 10. Larva de Chironomidae.



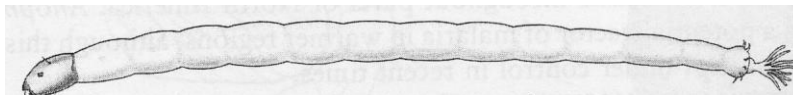
10a. Todos los segmentos del cuerpo divididos secundariamente en 2 ó 3 sub-divisiones, con todas ó algunas de estas subdivisiones portando placas dorsales esclerosadas (Fig. 11A); en formas cilíndricas, el ápice del abdomen usualmente con un tubo esclerosado portando un penacho de setas (Fig. 11B). Formas deprimidas, poseen una hilera de discos de fijación ventralmente (Fig. 11C)**Psychodidae**



A. Tomado de Roldán 1996, B. Tomado de Pennak 1978 y C. Tomado de McCafferty 1998

Figura 11. Larva de Psychodidae. A: Vista dorsal. B. Larva Cilíndrica. C. Vista ventral.

10b. Segmentos del cuerpo usualmente no secundariamente divididos; integumento suave, brillante y blanco cremoso, careciendo toda la superficie de características, excepto unas pocas setas que pueden ser evidentes en el extremo de la división anal y a veces, una propata anal retráctil con pocos corchetes (Fig. 12).....**Ceratopogonidae**

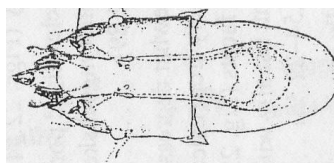


Tomado de McCafferty 1998

Figura 12. Larva de Ceratopogonidae.



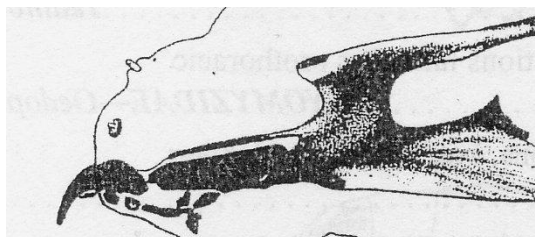
11a. Porciones esclerosadas de la cápsula cefálica expuestas externamente, aunque, a veces, grandemente reducidas, en cuyo caso, con bastones tentoriales y meta-torácicos prominentes internamente (Fig. 13).....12 (Orthorrhapha)



Tomado de Merritt *et al.* 2008

Figura 13. Vista dorsal de una cápsula cefálica de un Brachycera Orthorrhapha.

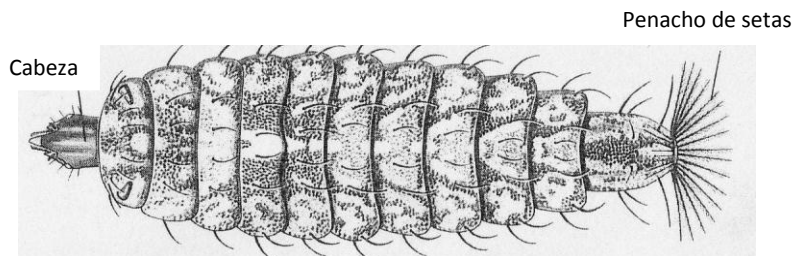
11b. Porciones esclerosadas externas de la cápsula cefálica, ausentes; cabeza reducida a un esqueleto céfalo-faringeal interno de forma bastante característica (Fig.14).....Cyclorrhapha.....16



Tomado de Merritt *et al.* 2008

Figura 14. Vista lateral del esqueleto céfalo-faringeal de un Brachycera Cyclorrhapha.

12a. Cuerpo casi deprimido; integumento áspero e impregnado con depósitos de calcio; cápsula cefálica visible en su mitad anterior; con ojos laterales prominentes; ápice del abdomen puede tener un penacho de setas y ganchos abdominales (Fig. 15).....**Stratiomyidae**



Tomado de Merritt *et al.* 2008

Figura 15. Larva de Stratiomyidae.



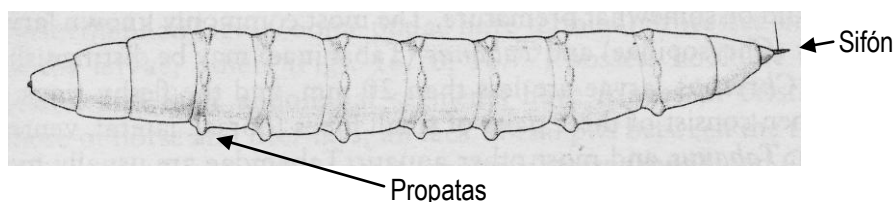
12b. Larva usualmente no evidentemente deprimida, ni con integumento con depósitos calcáreos; cápsula cefálica visible y sin ojos laterales prominentes13

13a. Cápsula cefálica bien desarrollada dorsalmente; un cepillo de setas reclinadas, usualmente, está presente a cada lado del clypeus.....14

13b. Cápsula cefálica reducida a un par de bastones metacefálicos delgados15

14a. Larva cilíndrica y puntiaguda en ambos extremos; primeros 7 segmentos abdominales circundados por 3 ó 4 pares de propatas. Abdomen terminado en un pequeño sifón (Fig. 16)

Tabanidae

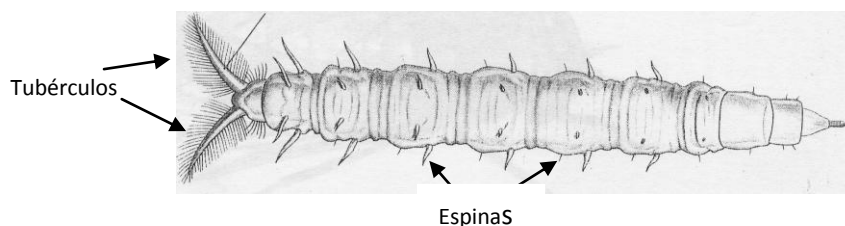


Tomado de Merritt *et al.* 2008

Figura 16. Larva de tabanidae.

14b. Larva sin segmentos abdominales rodeados de propatas; segmentos abdominales del 1-7 con un par de cortas y robustas propatas y con proyecciones laterales y dorsales; ápice del abdomen con 2 tubérculos bifurcados y rodeada de setas (Fig.17)

Athericidae (Rhagionidae)

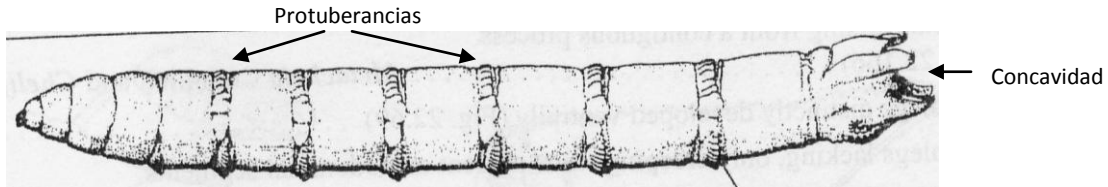


Tomado de McCafferty 1998

Figura 17. Larva de Athericidae.



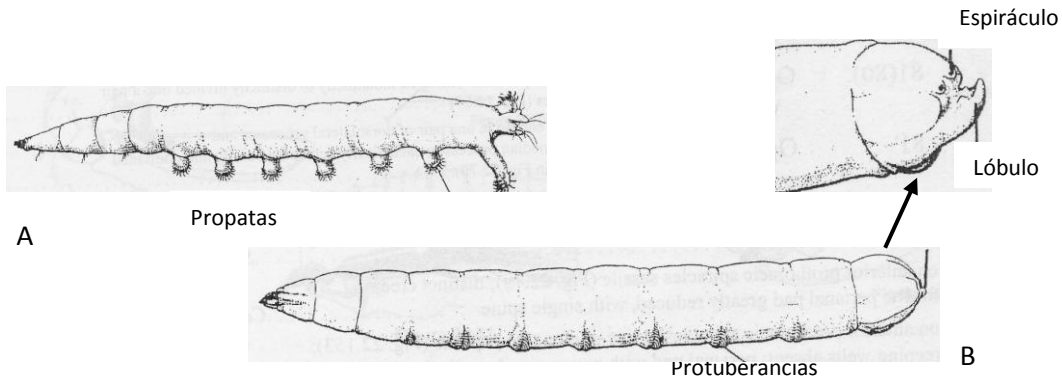
15a. Extremo caudal terminando en una concavidad espiracular rodeado por varios lóbulos puntiagudos (Fig. 18); segmentos abdominales con protuberancias ventrales para el desplazamiento; bastones metacefálicos expandidos posteriormente.....
**Dolichopodidae**



Tomado de Merritt *et al.* 2008

Figura 18. Larva de Dolichopodidae.

15b. Extremo caudal circular, con los espiráculos naciendo sobre la superficie ó sobre notorios procesos elevados con setas; segmentos abdominales con propatas apareadas (Fig.19A); si los espiráculos nacen de la superficie, entonces hay un solo lóbulo debajo de los mismos y los segmentos abdominales con protuberancias ventrales para el desplazamiento (Fig. 19B); bastones metacefálicos delgados posteriormente integumento suave, brillante.....**Empididae**

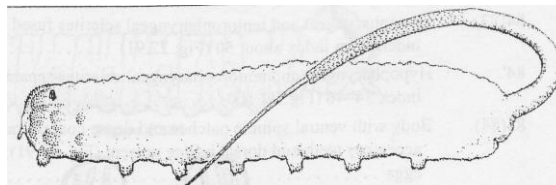


Tomados de Merritt *et al.* 2008

Figura 19. Larva de Empididae. A: Con propatas. B: Con protuberancias.



16a. Larva con un solo largo y retráctil ó corto y no retráctil tubo respiratorio, en el extremo apical del abdomen (Fig. 20); ventralmente con 7 pares de propatas**Syrphidae**



Tubo respiratorio

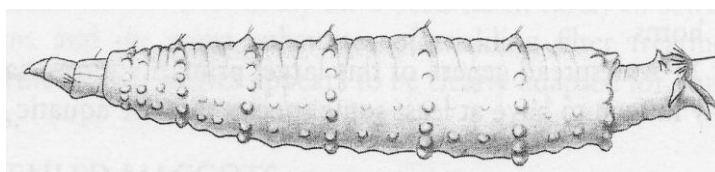
Pronatas

Tomado de Merritt *et al.* 2008

Figura 20. Larva de Syrphidae “cola de ratón”.

16b. Sin un tubo respiratorio ni 7 pares de propatas ventrales.....18

18a. Larva alargada y cilíndrica; cuerpo adelgazándose en ambos extremos; el extremo anterior fuertemente estrecho y retráctil; extremo posterior truncado, rodeado por 2-5 pares de lóbulos carnosos cortos o alargados que circundan a los espiráculos posteriores, los cuales están solo ligeramente elevados (Fig. 21)**Sciomyzidae**



Espiráculos

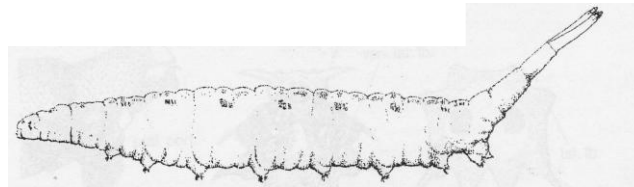
. Tomado de McCafferty 1998

Figura 21. Larva de Sciomyzidae

18b. Cuerpo cubierto extensivamente con setas finas y cortas; sifón respiratorio presente.....19



19a. Ápice del abdomen casi estrecho, con bifurcaciones carnosas ó un tubo que porta a los espiráculos (Fig. 22); integumento de los segmentos abdominales posteriores cubiertos con setas, espínulas ó tubérculos setosos en algunos segmentos.....**Ephydriidae**



Tomado de Merritt *et al.* 2008

Figura 22. Larva de Ephydriidae.

19b. Ápice del abdomen sin bifurcaciones carnosas ó un tubo que porta a los espiráculos; además, el extremo anterior del cuerpo es estrecho (Fig. 23).....**Muscidae**



Tomado de Merritt *et al.* 2008

Figura 23. Larva de Muscidae.



VI. Literatura Citada

- Adler, P.H. & D.C. Currie. 2009. Simuliidae (black flies, bocones). *En*: Brown, B.V., A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado (eds). *Manual of Central America Diptera*. Vol. 1. NRC Research Press, Ottawa, Canada. 714 pp.
- Alexander, C.P., G.W. Byers. 1981. Tipulidae. *En*: McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth & D.M. Wood (eds). *Manual of Nearctic Diptera*. Vol.1, Biosystematics Research Institute, Ottawa, Canada. 674 pp.
- Bickel, D.J. 2009. Dolichopodidae (long-legged flies). *En*: Brown B.V., A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado (eds). *Manual of Central America Diptera*. Vol. 1. NRC Research Press, Ottawa, Canada. 714 pp.
- Borkent, A. 2009. Chaoboridae (phantom midges). *En*: Brown, B.V., A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado (eds). *Manual of Central America Diptera*. Vol. 1. NRC Research Press, Ottawa, Canada. 714 pp.
- Borkent, A., G.R. Spinelli & W.L. jr Grogan. 2009. Ceratopogonidae (biting midges, purrujas). *En*: Brown, B.V., A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado (eds). *Manual of Central America Diptera*. Vol. 1. NRC Research Press, Ottawa, Canada. 714 pp.
- Brown, B.V. 2009. Introduction. *En*: Brown, B.V., A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado (eds). *Manual of Central America Diptera*. Vol. 1. NRC Research Press, Ottawa, Canada. 714 pp.
- Brown, B.V., S.A. Marshall & D.M. Wood. 2009. Natural history. *En*: Brown, B.V., A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado (eds). *Manual of Central America Diptera*. Vol. 1. NRC Research Press, Ottawa, Canada. 714 pp.
- Chaverri, L.G. 2009. Culicidae (mosquitos, zancudos). *En*: Brown, B.V., A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado (eds). *Manual of Central America Diptera*. Vol. 1. NRC Research Press, Ottawa, Canada. 714 pp.
- Courtney, G.W. 2009. Blephariceridae (net-winged midges). *En*: Brown, B.V., A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado (eds). *Manual of Central America Diptera*. Vol. 1. NRC Research Press, Ottawa, Canada. 714 pp.



- Cook, E.F. 1981. Chaoboridae. *En*: McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth & D.M. Wood (eds). *Manual of Nearctic Diptera*. Vol.1, Biosystematics Research Institute, Ottawa, Canada. 674 pp.
- Courtney, G.W. & R.W. Merritt. 2008. Aquatic Diptera. Part one: larvae of aquatic Diptera. *En*: Merritt R.W., K.W. Cummins & M.B. Berg. 2008. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 4a Ed. Kendall /Hunt Publishing Company, Iowa, USA. p 687-722.
- Cumming, J.M. & B.J. Sinclair. 2009. Empididae (dance flies, ballon flies, predaceous flies). *En*: Brown, BV, A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado (eds). *Manual of Central America Diptera*. Vol. 1. NRC Research Press, Ottawa, Canada. 714 pp.
- Gelhaus, J.K. 2009. Tipulidae (crane flies, tipúlidos). *En*: Brown, B.V., A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado (eds). *Manual of Central America Diptera*. Vol. 1. NRC Research Press, Ottawa, Canada. 714 pp.
- Hogue, C.L. 1981. Blephariceridae. *En*: McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth & D.M. Wood (eds). *Manual of Nearctic Diptera*. Vol.1, Biosystematics Research Institute, Ottawa, Canada. 674 pp.
- Huckett, H.C. & J.R. Vockeroth. 1981. Muscidae. *En*: McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth & D.M. Wood (eds). *Manual of Nearctic Diptera*. Vol.1, Biosystematics Research Institute, Ottawa, Canada. 674 pp.
- James, M.T. 1981. Stratiomyidae. *En*: McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth & D.M. Wood (eds). *Manual of Nearctic Diptera*. Vol.1, Biosystematics Research Institute, Ottawa, Canada. 674 pp.
- Lehmkuhl, D.M. 1979. *How to know the aquatic insects*. 1a Ed. Wm. C. Brown Company Publishers, Iowa, USA. p 138-149.
- McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth & D.M. Wood. 1981. Introduction. *En*: McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth & D.M. Wood (eds). *Manual of Nearctic Diptera*. Vol.1, Biosystematics Research Institute, Ottawa, Canada. 674 pp.
- McCafferty, WP. 1998. *Aquatic Entomology: the fishermen's and ecologist's illustrated guide to insects and their relatives*. 1a. Ed. Jones and Barlett Publishers, Boston, USA. p 283-328.



- Oliver, D.R. 1981. Chironomidae. *En*: McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth & D.M. Wood (eds). Manual of Nearctic Diptera. Vol.1, Biosystematics Research Institute, Ottawa, Canada. 674 pp.
- Peters, T.M. 1981. Dixidae. *En*: McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth & D.M. Wood (eds). Manual of Nearctic Diptera. Vol.1, Biosystematics Research Institute, Ottawa, Canada. 674 pp.
- Robinson, H. & J.R. Vockeroth. 1981. Dolichopodidae. *En*: McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth & D.M. Wood (eds). Manual of Nearctic Diptera. Vol.1, Biosystematics Research Institute, Ottawa, Canada. 674 pp.
- Roldán-Pérez, G.R. 1996. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. 1ª. Ed. Impreades Presencia S.A., Bogotá, Colombia. p 171-208.
- Sandoval, J.C. & I.F. Molina-Astudillo. 2000. Insectos. *En*: de la Lanza-Espino, G., S. Hernández-Pulido & J.L. Carbajal-Pérez (eds.). Organismos indicadores de la calidad de agua y de la contaminación (Bioindicadores). Plaza y Valdéz, S. A. de C.V., México, D.F. P 412-416.
- Pennak, R.W. 1978. Fresh-water invertebrates of the United States. John Wiley & Sons. Inc., New York, United States. p 666-709.
- Steyskal, G.C. & L.V. Knutson. 1981. Empididae. *En*: McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth & D.M. Wood (eds). Manual of Nearctic Diptera. Vol.1, Biosystematics Research Institute, Ottawa, Canada. 674 pp.
- Usinger, R.L. 1956. Aquatic insects of California. University of California Press, California, United States. p 372-482.
- Vockeroth, J.R. & F.C. Thompson. 1981. Syrphidae. *En*: McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth & D.M. Wood (eds). Manual of Nearctic Diptera. Vol.1, Biosystematics Research Institute, Ottawa, Canada. 674 pp.
- Webb, D.W. 1981. Athericidae. *En*: McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth & D.M. Wood (eds). Manual of Nearctic Diptera. Vol.1, Biosystematics Research Institute, Ottawa, Canada. 674 pp.
- Wirth, W.W., Mathis, W.N. & J.R. Vockeroth. 1981. Ephydriidae. *En*: McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth & D.M. Wood (eds). Manual of Nearctic Diptera. Vol.1, Biosystematics Research Institute, Ottawa, Canada. 674 pp.



-
- Woodley, N.E. 2009. Athericidae (athericid flies). *En*: Brown, B.V., A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado (eds). *Manual of Central America Diptera*. Vol. 1. NRC Research Press, Ottawa, Canada. 714 pp.
- Stone, A. 1981. Culicidae. *En*: McAlpine, J.F.; Peterson, B.V.; Shewell, G.E.; Teskey, H.J.; Vockeroth, J.R. & D.M. Wood (eds). *Manual of Nearctic Diptera*. Vol.1, Biosystematics Research Institute, Ottawa, Canada. 674 pp.
- Wagner, R. & S. Ibáñez-Bernal. 2009. Psychodidae (sand flies, and moth flies or owl flies). *En*: Brown, BV, A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado (eds). *Manual of Central America Diptera*. Vol. 1. NRC Research Press, Ottawa, Canada. 714 pp.



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.

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 tesistas 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 tesistas 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 (Tesista), Cintia Paula García Pineda (Tesista), Patricia Maribel Godínez Guardado (Tesista), 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. Balmaro Martínez Sierra. A Lic. 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. Coralia 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.

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 978-99923-27-53-1