



**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 Lepidoptera en El Salvador**

## **Autores**

**Leopoldo Serrano Cervantes  
Altagracia Zepeda Aguilar**

## **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:

Serrano Cervantes, L. & A. Zepeda Aguilar. 2010. Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del Orden Lepidoptera 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 en El Salvador, utilizando insectos acuáticos. Proyecto Universidad de El Salvador (UES) - Organización de los Estados Americanos (OEA). Editorial Universitaria UES, S.A. de C.V., San Salvador, El Salvador. 16 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](mailto: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/>

595.78	
S487g	Serrano Cervantes, Leopoldo
	Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos
SV	inmaduros del orden Lepidoptera en El Salvador / Leopoldo Serrano Cervantes, Altagracia Zepeda Aguilar ; ed. Mónica Springer, José Miguel Sermeño Chicas ; mapas Miguel Ángel Hernández Martínez. -- 1a. ed. -- San Salvador, El Salv. : Editorial Universitaria (UES), 2010
	16 p. : il. col. ; 22 cm.
	ISBN 978-99923-27-58-6
BINA	1. Lepidócteros. 2. Contaminación de ríos, lagos, etc.--El Salvador. 3. Agua--Aspectos ambientales--El Salvador--Guías. I. Zepeda Aguilar, Altagracia, coaut. II. Título.

**ISBN 978-99923-27-58-6**



## **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.....	5
II. Ecología.....	6
III. Distribución geográfica .....	9
IV. Taxonomía del Orden Lepidoptera (énfasis en familias acuáticas) .....	9
V. Familias de lepidópteros acuáticos (énfasis en larvas) .....	9
1. Crambidae.....	9
1.1. Ecología.....	9
1.2. Diagnosis.....	10
2. Cosmopterygidae .....	11
2.1. Ecología.....	11
2.2. Diagnosis.....	11
3. Nepticulidae .....	12
3.1. Ecología.....	12
3.2. Diagnosis.....	12
4. Noctuidae.....	12
4.1. Ecología.....	12
4.2. Diagnosis.....	12
VI. Referencias citadas .....	13
VII. Agradecimientos.....	14



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

Leopoldo Serrano Cervantes<sup>1</sup>  
Altigracia Zepeda Aguilar<sup>2</sup>

## I. Biología

En el Orden Lepidoptera, el cual se estima que a nivel mundial está compuesto por unas 100,000 especies descritas, es un orden holometábolo (desarrollo por huevo – larva – pupa – adulto) principalmente terrestre, aunque existen algunas familias que contienen especies con formas de vida acuática o semiacuática, ya sea en su fase inmadura o incluso en su fase adulta. En este conjunto sobresale la familia Crambidae (anteriormente Pyralidae), en especial la subfamilia Acentropinae (synónimo Nymphulinae), considerando su exitosa adaptación para sobrevivir sumergidas en el medio acuático. En esta familia se han agrupado a las especies que típicamente viven en plantas, en la tribu Nymphulinii, y a las especies que viven sobre rocas, en la tribu Argyractini; de la cual existe menor cantidad de conocimiento que la primera en EE.UU. Se considera a Lloyd, en 1914, como el primer estudioso en EE.UU. en registrar los estadios inmaduros de la especie *Elophila fulcalis* después reubicada en el género *Paragyraactis* (Lange 1956).

Típicamente se conocen adaptaciones a la vida acuática en el orden Lepidoptera por parte de los estadios inmaduros (orugas); pero también se conoce una excepción como es el caso de la especie neártica *Acentropus niveus* cuyas hembras son braquípteras (es decir con alas reducidas) y son completamente acuáticas. Los huevos de los lepidópteros acuáticos en el caso de las especies que habitan aguas en movimiento por lo general son depositados sobre rocas sumergidas, y en el caso de las especies que habitan aguas estancadas lo hace sobre la superficie inferior de plantas flotantes. La eclosión de los huevos, en muchas de estas especies requiere una o dos semanas.

Las larvas de este grupo de insectos acuáticos tienen cuerpo largo y cilíndrico; pudiendo llegar a medir entre 3 y 75 mm de longitud en su completo desarrollo, y muestran una porción cefálica claramente diferenciada; esta presenta dos cortas antenas y dos anillos laterales de ojos simples (stemmata)- las partes bucales están adaptadas para la masticación y así sus mandíbulas están en posición opuesta entre sí. La cabeza posee un órgano especializado en la producción de seda. Las larvas poseen tres pares de patas torácicas y cinco pares de propatas carnosas en los segmentos abdominales 3, 4, 5, 6 y 10; siendo provistos cada uno de ellas con series de diminutos ganchitos (“crochets”). En algunas especies se presentan

<sup>1</sup> Profesor de entomología, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

<sup>2</sup> Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador



agallas (branquias) respiratorias filamentosas en muchos de los segmentos torácicos y abdominales, pero en otras especies pueden faltar. La metamorfosis de estas larvas implica por lo general entre cinco y siete estadios larvales; aunque en algunas especies el número de mudas es variable e indefinido. La pupa presenta sus apéndices fijos al cuerpo (pupa de tipo obtecta) y puede o no desarrollarse dentro de un capullo, tardando menos de un mes en dar origen la fase adulta. Las aberturas espiraculares de la pupa en el tercer y cuarto segmentos, son notorias y se presenta en el segmento terminal del abdomen una estructura similar a un gancho (cremaster), que sirve para anclar la pupa al sustrato (Williams & Feltmate 1992, McCafferty 1998).

## II. Ecología

Se conocen la ocurrencia de al menos cinco familias de lepidópteros acuáticos; sin embargo la familia que colonizó de manera importante el ambiente acuático es Crambidae. La mayoría de las especies de mariposas acuáticas son fitófagas, se alimentan de tallos, raíces y hojas de plantas acuáticas; otras raspan el perifiton (capa de algas microscópicas) que crece sobre las rocas y otros sustratos sumergidos (Mey & Speidel 2008).

Las larvas de algunas especies acuáticas pueden ser dañinas a plantas como arroz (*Oryza*) y lirios de agua (*Eichhornia*). Algunas larvas ocasionalmente nadan en la superficie del agua o por debajo de ella o raramente a mayor profundidad. Las larvas y las pupas de las especies semiacuáticas pueden ser localizadas en plantas emergentes, minando hojas, peciolo, tallos, o raíces y su madriguera que está constituida por estos túneles pueden estar secas o llenas de agua, según las especies (McCafferty 1998). Existe una gran variedad de hábitats y asociaciones a diversos grupos de plantas acuáticas; un resumen de estos es presentado en el cuadro 1. Los lepidópteros acuáticos también han sido utilizados como especies indicadoras de la calidad ecológica del agua.

La mayoría de larvas acuáticas de Lepidoptera son hidropnéusticas (obtienen el oxígeno directamente del agua), y para ello muchas poseen agallas filamentosas sobre buena parte del cuerpo, pudiendo ser más numerosas con la edad de la larva, alcanzando, algunas veces cantidades de 400 o más. En el caso de al menos una especie, se conoce la presencia de pelos no mojables (hidrófobos), capaces de mantener una delgada película de aire sobre gran parte del cuerpo. En cambio, la mayoría de especies semiacuáticas de este orden, presentan el tipo general de respiración de las especies terrestres; pero las que viven sumergidas en agua o dentro de madriguera (como en caso de algunas especies de la familia Noctuidae), muestran la conducta de exponer periódicamente un par de espiráculos especializados, ubicados al final de abdomen, con el propósito de capturar algún volumen de aire (McCafferty 1998).



**Cuadro 1:** Principales familias de lepidópteros acuáticos y semiacuáticos con los hábitats típicos (Según Lange 1984, citado por Williams & Feltmate 1992).

<b>FAMILIA:</b>	<b>HABITAT:</b>
Crambidae (Pyralidae)	Lagos y estanques, sobre macrófitas acuáticas (sumergidas y flotantes); vegetación emergente; corrientes rápidas y ríos, sobre fondos rocosos en charco o pantanos; incluyendo tanto formas de vida libre como formas minadoras de hojas y tallos.
Nepticulidae	Lagos y estanques, sobre macrófitas acuáticas, especialmente en la zona emergente; siendo principalmente mimadores foliares y barrenadores de tallos.
Cosmopterygidae	Lagos y estanques, sobre macrófitas acuáticas; especialmente en la zona emergente; frecuentemente en musgos, líquenes y algas, en los márgenes; siendo primariamente barrenadores de talos y minadores foliares, con algunas formas de vida libre.
Noctuidae	Lagos y estanques, sobre macrófitas flotantes y emergentes; siendo generalmente minadores foliares o barrenadores de tallos, con algunas formas de vida libre.
Tortricidae	Lagos y estanques, sobre macrófitas flotantes y emergentes; siendo minadores foliares o barrenadores de tallos.

Las larvas de la tribu Nymphulini (Crambidae: Acentropinae) son fitófagas y pueden presentar agallas o carecer de ellas, siendo frecuente que construyan tubos o estuches de hojas dentro de los cuales ellas viven. Sus mandíbulas son pequeñas y los dientes están dispuestos en forma semicircular (Lange 1956).

En la tribu Argyractini (Crambidae: Acentropinae), se conoce que la oviposición se da por hembras adultas capaces de entrar al agua y colocar sus huevos sobre rocas ubicadas a veces a varios pies de profundidad. Las larvas de esta tribu, poseen agallas respiratorias y están adaptadas para hábitats acuáticos en donde se alimenta de diatomeas y algas en la superficie de las rocas; ocurriendo con frecuencia en ríos de corriente rápida o en lagos, o en manantiales. Sus mandíbulas son grandes, aplanadas y con los dientes ubicados en una superficie plana en forma semicircular (Lange 1956).

En la fase pupal pueden encontrarse casos de parasitismo debidos a la acción de moscas Tachinidae (caso de la especie *Ginglymyia acirostris*) o avispas Ichneumonidae (caso de varios géneros como *Cryptus*, *Trichocryptus*, *Cremastus*, y *Neostricklandia*), afectando a varias especies de Lepidoptera acuáticas; así como de *Pseuderipternus* sp., criándose de pupas de *Paragyra* (Lange 1956). Un importante y útil resumen panorámico de información ecológica de varios géneros y o especies de lepidópteros acuáticas conocidas de América del Norte (EE.UU. y Canadá) ha sido compilado recientemente por Solis (2008), en forma de un cuadro sinóptico basado en trabajos de muchos investigadores anteriores, parte del cual, considerando solo la información ecológica, se transcribe a continuación, advirtiéndose que al grupo mayoritario lo constituye a familia Crambidae.



**Cuadro 2.** Resumen de los hábitos, hábitats y relaciones tróficas característicos de los Lepidoptera acuáticos en EE.UU. y Canadá, según Solís (2008). \* Número de especies acuáticas y semiacuáticas.

<b>Taxa (#)</b>	<b>Hábitat</b>	<b>Hábitos</b>	<b>Relaciones tróficas</b>
Crambidae (160)*	Generalmente léntico con hidrófitas vasculares.	Generalmente escaladores y nadadores. Algunos excavadores (barrenadores de tallos).	Herbívoros trituradores (fitófagos, minadores y barrenadores de tallos).
Acentropinae = Nymphulinae (49)	Generalmente léntico con hidrófitas vasculares como <i>Ceratophyllum</i> , <i>Elodea</i> , <i>Potamogeton</i> , <i>Hydrilla</i> , <i>Myriophyllum</i> , <i>Elatine</i> , <i>Pistia</i> , <i>Nymphaea</i> , <i>Vallisneria</i> , <i>Nymphaea</i> , <i>Ludwigia</i> , <i>Lemna</i> y <i>Brasenia</i> . También en ambientes lóticos como pantanos y piscinas.	Generalmente escaladores y nadadores (estadios tempranos son barrenadores de tallos; los más avanzados viven en refugios hechos de material vegetal). Constructores de albergues de seda o refugios de material vegetal.	Herbívoros trituradores.
Spilomelinae (30)*	Lénticos con hidrófitas vasculares en zonas flotante y emergente, como <i>Pistia</i> , <i>Eichhornia</i> , <i>Salvia</i> , <i>Azolla</i> , <i>Typha</i> , <i>Nuphar</i> , <i>Pontederia</i> , <i>Eichhornia</i> , <i>Nelumbo</i> , <i>Symplocarpus</i> , <i>Sagittaria</i> y <i>Sparganium</i> .	Excavadores, minadores foliares y barrenadores de tallos (adaptados para locomoción acuática), sujetadores y escaladores.	Herbívoros trituradores (minadores y masticadores).
Coleophoridae (144)	Lénticos con aguas salobres (suelos salinos o saladares) habitados por plantas como <i>Juncus</i> y <i>Salicornia</i> .		
Cosmopterygidae = Lavernidae (180)	Generalmente lénticos con hidrófitas vasculares (zona emergente y flotante), como <i>Typha</i> . En márgenes habitados por líquenes, algas y musgos.	Excavadores (minadores y barrenadores de tallos, algunos criándose en cápsulas de semillas).	Herbívoros trituradores (minadores).
Nepticulidae = Stigmellidae (48)	Lénticos con hidrófitas vasculares ( <i>Scirpus</i> y <i>Eleocharis</i> ) y en zonas emergentes.	Excavadores (en cabezas, semillas o tallos). Escaladores (viviendo dentro de estuches contruidos partir de partículas de arena, seda y detritus, sobre la porción emergente de rocas basálticas).	Herbívoros trituradores (masticadores y raspadores).





### III. Distribución geográfica

En general el orden Lepidoptera, tradicionalmente considerado como un grupo de insectos terrestres, está ampliamente distribuido por todo el mundo. Sin embargo, es poco lo que se conoce de la distribución de las especies acuáticas o semiacuáticas. En Norteamérica se estima que ocurren al menos 600 especies acuáticas (Williams & Feltmate 1992). En Costa Rica, hasta el año 2001, se ha documentado la presencia de un total de 44 especies de 11 géneros de la subfamilia Acentropinae de la Familia Crambidae, siendo *Petrophila* el género más importante para la región (Phillips 2002).

### IV. Taxonomía del Orden Lepidoptera (énfasis en familias acuáticas)

En Norteamérica algunas especies de las familias Cossidae, Cosmopterygidae, Yponomeutidae, Phalaenidae, Tortricidae, Tineidae, Nepticulidae y Sphingidae pueden encontrarse asociadas al agua (Solís 2008). Sin embargo, solo en las familias Arctiidae y Crambidae pueden encontrar especies que poseen la capacidad de sumergirse bajo el agua (Mey & Speidel 2008).

### V. Familias de lepidópteros acuáticos (énfasis en larvas)

#### 1. Crambidae

##### 1.1. Ecología

La mayoría de especies acuáticas de esta familia pertenecen al género *Paragyraactis* u otros géneros relacionados, como *Petrophila*, abundante en ríos centroamericanos; todos dentro de la subfamilia Acentropinae (Nymphulinae), en la cual las larvas se alimentan de micro flora y viven dentro de una madriguera o refugio construido de seda (*Paragyraactis*); pudiendo encontrarse como muy abundantes localmente ya que pueden tener requerimientos ambientales muy específicos. Sin embargo, la mayoría de esta subfamilia viven y se alimentan de vegetación acuática vascular en estanques, lagos, pantanos y corrientes con agua de baja velocidad, siendo algunos ejemplos los géneros *Synclita* y *Paraponyx*, quienes construyen estuches con pedazos de hojas de sus plantas hospederas. Unas pocas especies de la subfamilia Schoenobiinae son barrenadores semiacuáticas de tallos. Pocas especies de la subfamilia Crambinae son barrenadores de vegetación emergente. Algunas peculiaridades del estilo de vida de las subfamilias de esta familia son las siguientes:

Acentropinae: Algunas especies son habitantes encima de rocas en cuerpos de agua en movimiento. Otras especies (algunas con agallas y otras sin ellas), construyen estuches debajo del agua y están asociadas a varias especies de plantas vasculares.

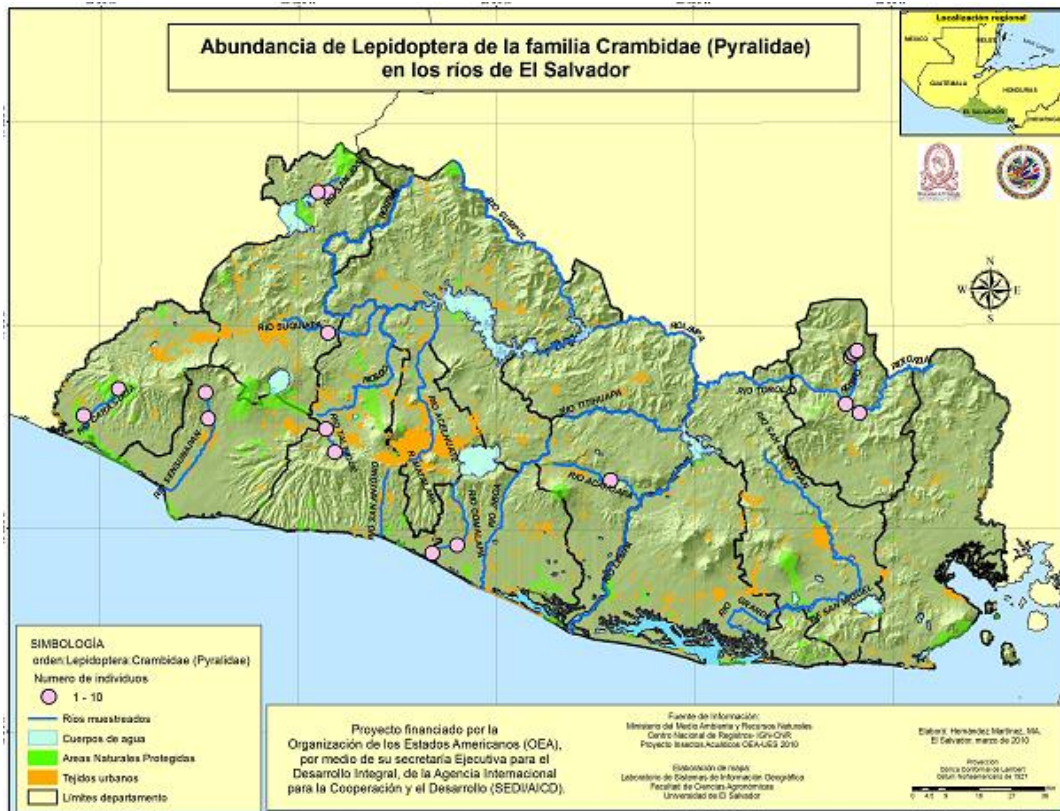
Schoenobiinae: Las larvas de últimos estadios de algunas formas sub-emergentes (*Acentropus*), viven dentro de refugios construidos con partes de hojas.



**Crambinae:** Son larvas minadoras y barrenadores de varias especies de plantas, incluyendo al Arroz (*Oryza*) y al Lirio de Agua (*Nymphaeaceae*).

**Pyraustinae:** Las larvas se alimentan de la superficie foliar y barrenan varias partes de las plantas hospederas de la familia del Jacinto de Agua (*Nymphaeaceae*) (McCafferty 1998).

La distribución de las larvas recolectadas durante los muestreos en los principales ríos de El Salvador se muestra a continuación (Fig. 1).



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

## 1.2. Diagnosis

Las larvas presentan agallas (branquias) o carecen de ellas. Las propatas están presentes en los segmentos abdominales desde el 3 al 6 y 10. Las croquetas se presentan en forma de un círculo (el cual es incompleto en algunas especies) o dos hileras curvas; en ambos casos compuestas de ganchos por lo menos de dos tamaños evidentes. Las larvas de especies Crambidae semiacuáticas son fácilmente distinguidas de su contraparte de la familia Noctuidae, por su tamaño relativamente pequeño; y de otros grupos de lepidópteros semiacuáticas por sus croquetas, cada uno de los cuales se presenta de diferente tamaño. Esta familia es el único grupo de Lepidoptera que tiene en forma natural pupas sumergidas (la mayoría en la subfamilia Acentropinae); aunque las pupas de otras familias de este orden,



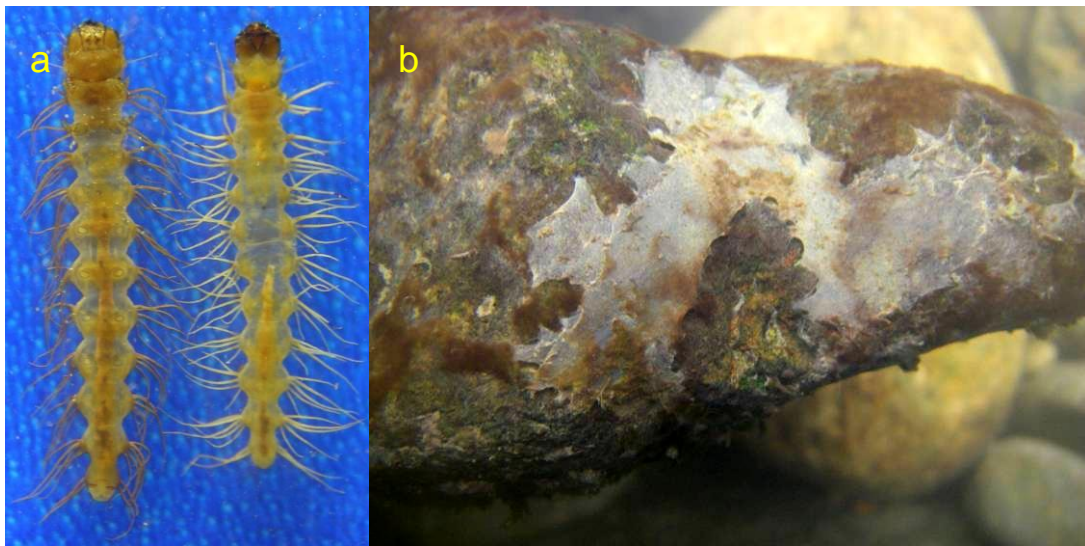
flotan en cavidades de huecos en plantas. Algunos caracteres morfológicos generales de las subfamilias de esta familia son las siguientes:

Acentropinae: Las larvas son acuáticas y pueden presentar o no agallas respiratorias.

Schoenobiinae: Las larvas pueden ser acuáticas o semiacuáticas, poseen espiráculos funcionales, y carecen de agallas. Sus croquetas están dispuestas en una elipse incompleta.

Crambinae: Las larvas son semiacuáticas, tienen espiráculos funcionales y carecen de agallas. Las croquetas están dispuestas en forma de círculo.

Pyraustinae: Las larvas son semiacuáticas, tienen espiráculos funcionales y carecen de agallas. Las croquetas están dispuestas en forma de círculo o casi así (McCafferty 1998).



**Fig. 1.** a. Larva de *Petrophila* (Crambidae, Acentropinae), b. refugio de seda sobre roca. (Fotos de P. Gutiérrez, de individuos de Costa Rica)

A continuación se presentan algunas familias de lepidópteros acuáticos comunes en Norteamérica y que pueden encontrarse en ambientes acuáticos de El Salvador, aunque no han sido recolectadas durante el presente proyecto.

## 2. Cosmopterygidae

### 2.1. Ecología

En EE.UU. ocurren dos pequeños géneros que tienen especies que son minadores y barrenadores de tallos de algunas plantas de las familias Cyperaceae y/o Typhaceae (*Typha*).

### 2.2. Diagnósis

Las larvas son generalmente de menos de 12 mm de longitud. Carecen de agallas. Sus patas torácicas están bien desarrolladas y son segmentadas. Poseen propatas en los



segmentos abdominales 3 a 6 y 10. Las crochets están dispuestas en forma de círculos y sus ganchos son todos casi del mismo tamaño (McCafferty 1998).

### 3. Nepticulidae

#### 3.1. Ecología

En EE.UU. en los estados centrales ocurren algunas especies del género *Nepticula*, como minadores serpentinos y barrenadores de tallos en plantas de los géneros *Eleocharis* y *Scirpus* (ambos de la familia Cyperaceae)

#### 3.2. Diagnosis

Las larvas son de pequeño tamaño y las patas torácicas altamente reducidas, sin mostrar clara segmentación. Las propatas usualmente se presentan en los segmentos abdominales 2° a 7°; careciendo de crochets (McCafferty 1998).

### 4. Noctuidae

#### 4.1. Ecología

Se conocen unas pocas especies de esta familia (que es abundante en ambientes terrestres), son barrenadores de tallos y de peciolos de plantas de la familia Nymphaeaceae. Un ejemplo es *Bellura gorytinoides*, en el cual las larvas en estadios jóvenes se alimentan como barrenadores de peciolos. Dentro del peciolo, las larvas están sumergidas en agua y periódicamente deben regresar afuera para exponer sus espiráculos especializados posteriores al aire, antes de sumergirse por otros pocos minutos. Las larvas nadan hasta las orillas para invernar en sitios protegidos en ambiente seco. Entre las plantas hospederas de las especies de larvas semiacuáticas de la familia Noctuidae se incluyen plantas de la familia Nymphaeaceae, Pontederiaceae (*Eichhornia crassipes* y otras spp.), Typhaceae, Cyperaceae (*Scirpus*), Alismataceae, Nelumbonaceae, Nymphaeaceae, Juncaceae y Sparganiaceae.

#### 4.2. Diagnosis

Las larvas por lo general miden entre 30 y 70 mm, cuando alcanzan su desarrollo completo. Las patas torácicas se presentan bien desarrolladas, las propatas están presentes en los segmentos abdominales 5, 6 y 10 (McCafferty 1998).



## VI. Referencias citadas

- Solís, A.M. 2008. Aquatic and Semiaquatic Lepidoptera. *En*: Merritt ,R.W., K.W. Cummins & M.B. Berg (eds.). An Introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Co. Dubuque, Iowa, USA. p.1158.
- Bringham, A.R. & Herlong, D.D. 1982. Aquatic and Semiaquatic Lepidoptera. Chapter 12np. 12.1 – 12.36. *En*: Bringham, A.R, Bringham, W.V. and Gnilka, A. (eds). The aquatic insects and Oligochaetes of the Carolina Piedmont. Midwest Aquatic Enterprises, Mahomet, Illinois, EE.UU. Clave parcial a familia, de las larvas maduras de Lepidoptera acuática y semi - acuática de Carolina del Norte y Carolina del Sur. (Trad. E. Phillips. 1995. INBIO, Costa Rica.
- Lange, Jr. W.H. 1956. Lepidoptera. p.271-288. *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. USA.
- McCafferty, W.P. 1998. Aquatic Entomology: The Fisherman's and Ecologist's Illustrated Guide to Insects and Their Relatives. Chapter 15: Aquatic Caterpillars (Order Lepidoptera). Jones & Bartlett Publishers Inc. Sudbury, MA. p. 448.
- Phillips, E. 2002. Mariposas nocturnas acuáticas: Crambidae: Nymphulinae. INBIO, Costa Rica. (10 marzo 2010, [http://www.inbio.ac.cr/papers/mariposas\\_nocturnas/index.html](http://www.inbio.ac.cr/papers/mariposas_nocturnas/index.html))
- Roldan-Pérez, G. A. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del método BMWP/Col. Ed. Universidad de Antioquia, Colombia. p. 170.
- Williams, D.D. & B.W. Feltmate. 1992. Aquatic Insects. CAB International. Wallingford, Oxon, U.K. p. 360.
- Mey, W. & W. Speidel. 2008. Global diversity of butterflies (Lepidoptera) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 521-528.



## 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 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. 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](mailto:jmsermeno@yahoo.com); [jose.sermeno2010@gmail.com](mailto:jose.sermeno2010@gmail.com)

**ISBN 978-99923-27-58-6**