



**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 Plecoptera en El Salvador

Autores

**Pablo E. Gutiérrez Fonseca
José Miguel Sermeño Chicas
Johanna María Chávez Sifontes**

Editora

Monika Springer

Elaboración de mapas

Miguel Ángel Hernández Martínez



Ciudad Universitaria, San Salvador, marzo de 2010



Como citar este documento:

Gutiérrez Fonseca, P.E., Sermeño Chicas, J.M. & J.M. Chávez Sifontes. 2010. Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Plecoptera en El Salvador. *En*: Springer, M. (ed.). 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. 14 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 (señalado 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/>

595.735

G984g Gutiérrez-Fonseca, Pablo E.

SV Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Plecoptera en El Salvador / Pablo E. Gutiérrez-Fonseca, José Miguel Sermeño Chicas, Johanna María Chávez Sifontes ; ed. Mónica Springer ; mapas Miguel Angel Hernández Martínez. -- 1a. ed. -- San Salvador, El Salv. :Editorial Universitaria (UES), 2010.

14 p. : il. col. ; 22 cm.

ISBN 978-99923-27-57-9

1. Plecópteros 2. Insectos acuáticos. 3. Contaminación de ríos, lagos, etc.--El Salvador. 4. Agua--Aspectos ambientales--El Salvador--Guías. I. Sermeño chicas, José Miguel, coaut.

BINA II. Chávez Sifontes, Johanna María, coaut. III. Título.

ISBN 978-99923-27-57-9



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.....	1
II. Ecología	2
III. Distribución Geográfica	3
IV. Taxonomía.....	4
1. Clasificación general.....	4
V. Familia del Orden Plecoptera presente en El Salvador	5
1. Familia Perlidae	5
1.2. Ecología.....	5
1.2. Diagnósis.....	6
VI. Literatura Citada	7
VII. Agradecimientos.....	8



Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del Orden Plecoptera

Pablo E. Gutiérrez-Fonseca¹
José Miguel Sermeño Chicas²
Johanna María Chávez Sifontes³

I. Biología

Los plecópteros se conocen como “moscas de piedra”, debido a que sus estados inmaduros (ninfas) se ubican debajo de las piedras en los lugares torrentosos de los ríos (Rojas y Zuñiga 1995). También es común observar en los ríos donde habitan los plecópteros, las exuvias (cutícula de la ninfa que deja al emerger el adulto) sobre las rocas. El orden Plecoptera es un pequeño grupo de insectos acuáticos hemimetábolos (de desarrollo directo o simple, sin estadía de pupa), con alrededor de 3.500 especies distribuidas en 15 familias (Fochetti y Tierno de Figueroa 2009). Es un orden relativamente primitivo y su nombre se deriva de la características que tienen estos insectos de plegar sus alas sobre el abdomen (*plecos*: plegar, *pteros*: alas).

El orden es fácilmente reconocido por varias características morfológicas: cuerpo suave y alargado, tres segmentos en los tarsos, antenas largas y filiformes, ojos compuestos en posición lateral y dos o tres ocelos (ojos simples) en posición dorsal, un par de cercos largos, abdomen de 10 segmentos. Los adultos son muy similares a las ninfas, solo que estos poseen dos par de alas membranosas, aunque en algunos casos pueden estar reducidas o ausentes (Fochetti y Tierno de Figueroa 2009). En cuanto a las ninfas, una característica para diferenciar entre las familias, es la posición de las branquias, estas pueden estar ubicadas en el tórax, entre los cercos (branquias anales), en los primeros segmentos del abdomen, o en algunos casos pueden estar ausentes (Stark *et al.* 2009).

Los huevos de las moscas de piedra muestran considerables variaciones de tamaño, formas y detalles de la ornamentación coriónica (cascarón del huevo). El desarrollo embrionario puede proceder directamente, cuando la eclosión ocurre dentro de unas pocas semanas, o el huevo entra en diapausa, un periodo de dormancia o desarrollo detenido, y eclosiona mucho más tarde. En algunas especies diapausicas, esta adaptación, presumiblemente, posibilita al insecto a sobrevivir durante condiciones adversas, tales como periodos de extremo calor, frio o sequia. Después de eclosionar, los primeros estadios ninfales son de cuerpo suave, sin pigmentación, y tienen surcos segmentados cortos 3-5. La diapausa ninfal ha sido reportada en algunas especies pero en la mayoría de casos, la alimentación y el crecimiento inician inmediatamente después de eclosionar y continúa por 1-3 años hasta que la ninfa está en una condición pre-emergente. Dos patrones generales de crecimiento son reconocidos. “Ciclo rápido”

¹ Profesor de entomología acuática, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica

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

³ Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador



especies sometidas a diapausa como ninfas o huevos usualmente por varios meses, entonces crece rápidamente durante un periodo de 3-4 meses y emergen como adultos. “Ciclo lento” especies que emergen directamente y crecen, más o menos, continuamente durante un periodo de 1-3 años hasta la emergencia. Durante el periodo de crecimiento ninfal, las moscas de piedra mudan periódicamente. Seguido de este evento los insectos están otra vez suavemente acuerpados y sin pigmentación por un periodo breve, y pierden apéndices durante la estación previa pueden aparecer como anormalmente pequeñas estructuras regeneradas. La emergencia ocurre cuando las ninfas maduras se arrastran fuera del agua en rocas, palos, plantas u otros objetos, pero la emergencia bajo una cubierta de hielo es común para algunos Capniidae y otras especies que emergen en invierno en las zonas templadas. La piel ninfal se parte a lo largo de las líneas de sutura de la cabeza y segmentos torácicos y el adulto lucha desde esta cubierta con alas arrugadas y suaves con un cuerpo no pigmentado. Dentro de una o unas horas las alas se endurecen, desarrollan pigmento, y los adultos se dispersan desde los sitios de emergencia para empezar la siguiente fase caracterizada por actividad de apareamiento (Stark *et al.* 1998).

Muchos plecópteros adultos emplean un ritual de pre-apareamiento el cual incluye intercambio de señales producidas golpeando el ápice abdominal en las ramas, hojas u otro substrato. Esta actividad de “tamborileo” típicamente envuelve una llamada específica de especies masculinas, una respuesta femenina y a veces una respuesta masculina (Stewart *et al.* citados por Stark *et al.* 1998). Los machos reciben la respuesta de hembras vírgenes receptivas empleando conductas de búsqueda, a veces usando llamadas repetidas, hasta que la hembra es localizada. El apareamiento ocurre cuando el macho monta a la hembra, curva su abdomen alrededor del cuerpo de ella y empleando su placa subgenital con su genital. El esperma es usualmente introducido dentro de la capsula genital femenina, aunque en algunas especies una masa de esperma es depositada externamente y luego es atraído dentro de la capsula genital por la hembra. Las hembras típicamente se aparean solamente una vez, y después que los huevos han madurado las hembras producen pequeños pellets conteniendo varios cientos de huevos los cuales ellas agarran en las placas subgenitales en sus abdómenes subidos. Las hembras efectúan vuelos de ovoposición, salpicando la superficie del agua cuando ellas liberan sus masas de huevos. Los sobrevivientes pueden repetir este proceso de ovoposición varias veces como masas de huevo adicionales sean producidas en un periodo desde varios días a unas pocas semanas (Stark *et al.* 1998).

II. Ecología

Los plecópteros tienen un gran valor ecológico en los ecosistemas acuáticos. Muchas especies, son importantes desmenuzadores de hojas, las cuales caen en los arroyos. Estas especies desmenuzadoras convierten una fuente de materia orgánica de gran tamaño a partículas de menor tamaño a través de la alimentación y defecación. Estas partículas orgánicas pequeñas son llevadas por las corrientes del arroyo y capturadas por muchos otros organismos los cuales se alimentan como recolectores y filtradores (Stark *et al.* 1998).



Las ninfas de Plecoptera son miembros muy importantes de los ecosistemas acuáticos, tanto lenticos como loticos; prefieren las aguas frías bien oxigenadas y se establecen debajo de las piedras entre la vegetación o en las orillas de los estanques. Pueden ser fitófagas o carnívoras, alimentándose frecuentemente de otros insectos u organismos que logren capturar. Rojas y Zuñiga de Cardoso (1995) reportan el género *Anacroneuria* como un grupo muy sensible a condiciones deficitarias de oxígeno disuelto en cuerpos de agua receptores de carga orgánica residual. Por tal razón los estados inmaduros de este orden se consideran buenos indicadores biológicos de calidad ambiental de agua.

Las familias de Plecoptera a menudo muestran características funcionales así como rasgos morfológicos. Los Perlodidae, Perlidae, Eustheniidae y Chloroperlidae son predominantemente depredadores, aunque los estadios más pequeños y las especies más pequeñas tienden a ser detritívoros u omnívoros. Las especies correspondientes a Pteronarcyidae y Peltoperlidae típicamente desmenuzan partículas grandes de detritos (materia orgánica de partícula gruesa (MOPG) y son a menudo asociados con partículas de detrito, especialmente paquetes de hojas, en el lecho del arroyo. Los Taeniopterygidae y Capniidae tienden a emerger como adultos al final del invierno o principio de la primavera, en regiones templadas, y muchos evitan la temperatura caliente del agua en verano por diapausa (tanto como huevos o pequeñas ninfas), a menudo enterradas en el lecho del arroyo. Las especies en ambas familias son detritívoras o herbívoras (filtradores de algas). Las ninfas de Leuctridae viven en sustratos de arena y grava donde se alimentan de materia orgánica particulada fina (MOPF; constituyendo los residuos orgánicos, la materia orgánica precipitada desde la columna de agua, algas, y bacterias y hongos acuáticos). Los Neumoridae viven en un amplio rango de sustratos, se alimenta mayormente en detritos, y frecuentemente tiene una diapausa embrionaria larga (Williams y Feltmate 1992).

III. Distribución Geográfica

La biogeografía de Plecoptera es poco conocida en el área tropical y neotropical por falta de estudios sistemáticos, distribución y ecológicos (Rojas y Zuñiga de Cardoso 1995). En el caso de El Salvador se desconoce cuales son las especies que habitan los ríos. Es importante generar este tipo de información con el objetivo de implementar programas de conservación y regeneración en áreas de importancia biológica.

El paradigma de las placas tectónicas sugiere que podemos razonablemente esperar tres patrones biogeográficos básicos entre los Plecoptera Neárticos. Estos incluyen grupos Austral-Americano, grupos de origen Asiamericana y grupos de origen Euroamericana. Los primeros de estos, el “Gran Intercambio Americano” (Marshall et al. 1982, citados por Stewart *et al.* 2002), muy distintivo de otros grupos de fauna, apenas se nota en el Orden Plecoptera. Solo el género neotropical *Anacroneuria* ha cruzado exitosamente la trinchera Bolívar y colonizó Centroamérica, México y áreas aisladas del Suroeste de los Estados Unidos (Baumann & Olsen 1984, Stark & Bumann 1987, citados por Stewart *et al.* 2002), y solo la *Amphinemura*, entre los géneros Neárticos ha sido llevada tan lejos como la



Ciudad de México (Baumann & Gaufin 1972, Baumann & Kandratieff 1991, Sargent *et al.* 1991, citados por Stewart *et al.* 2002). Como se nota anteriormente, la aparente ausencia de más géneros de Perlidae ecológicamente tolerantes tales como *Neoperla*, *Perlesta* y *Hesperoperla* en México, puede ser causado mas por la inhabilidad de estos grupos para competir con el género *Anacroneuria* (Stewart *et al.* 2002).

Los plecópteros de Costa Rica están representados por una sola familia que es Perlidae, y un género, *Anacroneuria*. Este género endémico neotropical está distribuido desde el Sur de los Estados Unidos, pasando a través de Centroamérica hasta el Norte de Argentina, con algunas especies en Guyanas y Trinidad y Tobago.

IV. Taxonomía

1. Clasificación general

El género *Anacroneuria* (Fam. Perlidae) está constituido de 302 especies descritas lo que lo hace el género mas diverso del orden Plecoptera (Stark *at al.* 2009). A continuación se presenta la clasificación de las familias presentes en el mundo del Orden Plecoptera según (Stark *et al* 2009)

Cuadro 1. Lista de subórdenes y familias del Orden Plecoptera presentes en el Mundo.

ORDEN: PLECOPTERA

Suborden: Antartoperlaria (Hemisferio Sur)

- Fam. Austroperlidae
- Fam. Diamphipnoidae
- Fam. Eustheniidae
- Fam. Gripopterygidae

Suborden: Arctoperlaria (Hemisferio Norte)

- Fam. Capniidae
 - Fam: Chloroperlidae
 - Fam. Leuctridae
 - Fam. Nemouridae
 - Fam. Notonemouridae (Sólo en Hemisferio Sur)
 - Fam. Peltoperlidae
 - Fam. Perlidae (también en Centroamérica y Suramérica)
 - Fam. Perlodidae
 - Fam. Pteronarcyidae
 - Fam. Scopuridae
 - Fam. Taeniopterygidae
 - Fam. Styloperlidae
-



Familia del Orden Plecoptera presente en El Salvador

1. Familia Perlidae

1.2. Ecología

En Centroamérica solo se reporta hasta la fecha el género *Anacroneuria* (se distribuye desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Argentina). Los plecópteros de este género son detritívoros en estadios tempranos, en estadios maduros son depredadores activos, se alimentan de casi cualquier otro insecto acuático u otro invertebrado acuático que puedan atrapar. En condiciones de laboratorio la oviposición puede darse en masas de hasta 400 huevos y pueden llegar a poner hasta 1000 huevos adheridos a algún sustrato dentro del agua; también se han visto ovipositando en el envés de hojas que están sobre pequeñas posas. Es común ver hembras llegando a la luz cargando los huevos en el ápice del abdomen. La eclosión ocurre aproximadamente 28 días después de la puesta, las ninfas de primer estadio eclosionan con tres segmentos en los cercos y nueve en las antenas. Los adultos son de vida corta y viven alrededor de 7 días en condiciones de laboratorio, estos aparentemente se pueden alimentar de sustancias azucaradas (Gutiérrez-Fonseca 2010). *Anacroneuria* es conocida como indicador de buena calidad biológica del agua; sin embargo, se pueden encontrar ciertas especies en ríos con algún grado de alteración o contaminación como por ejemplo cultivos de banano y café (Gutiérrez-Fonseca 2010). La distribución y abundancia de las ninfas que se recolectaron de *Anacroneuria* (Familia Perlidae) en los principales ríos de El Salvador se muestra en la Figura 1, donde se aprecia claramente la ausencia del género en los ríos y cuencas más contaminados del país.



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



1.2. Diagnosis

Las larvas son alargadas, de forma algo aplanada a cilíndricas, generalmente miden (sin incluir los apéndices caudales) entre 10-35 mm y a veces hasta 60 mm cuando están en último estadio. La cabeza posee ojos ampliamente separados, antenas largas y delgadas, con partes bucales del tipo masticador. Las patas están bien desarrolladas con dos uñas tarsales. Las branquias se ubican en la base de cada pata. El abdomen termina en dos colas (apéndices caudales) (McCafferty, 1998). Las ninfas del género *Anacroneturia* se reconoce porque poseen un par de ocelos (ojos simples) y las branquias se ubican en la base de las patas.



Foto: P. Gutiérrez-Fonseca

Fig. 2. Ninfa de *Anacroneturia* (Perlidae).
(Foto de un individuo de Costa Rica)



V. Literatura Citada

- CORTOLIMA (Corporación Autónoma Regional del Tolima). 2006. Proyecto Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Mayor del Río Coello. Biodiversidad. Macroinvertebrados Acuáticos (en línea). Consultada 11 mar 2010. Disponible en http://www.cortolima.gov.co/2006/images/stories/centro_documentos/coello/2_10_BIODIVERSIDAD.pdf
- Fochetti, R. & J.M. Tierno de Figueroa. 2008. Global diversity of stoneflies (Plecoptera; Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 365-377.
- Gutiérrez Fonseca, P.E. 2010. Ecología, reproducción, taxonomía y distribución de *Anacroneuria* spp. Klapálek, 1909 (Insecta: Plecoptera: Perlidae) en Costa Rica. Tesis de Licenciatura con énfasis en recursos acuáticos. Universidad de Costa Rica, Costa Rica. 68 p.
- Kondratieff, B. s.f. Distribución de Plecoptera. Department of Entomology, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523, USA (en línea). Consultado 03 mar 2010. Disponible en <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto10.html>
- McCafferty, W.P. 1998. Stoneflies (Orden Plecoptera). *En: Aquatic entomology. The fishermen's and ecologists' illustrated guide to insect and their relatives.* Jones and Bartlett Publishers. Sudbury, Massachusetts, USA. 148-167 p.
- Rojas, A.M. & M.C. Zúñiga. 1995. Seminario Invertebrados Acuáticos y su utilización en estudios ambientales. Aspectos taxonómicos. Plecoptera. Sociedad Colombiana de Entomología. Editora Guadalupe. Bogotá, Colombia. 101-120 p.
- Stark, B.P., Szczytko, S.W. & C.R. Nelson. 1998. *American Stonflies: A Photographic Guide to the Plecoptera.*
- Stark, B.P., Froehlich, C. & M. del C. Zúñiga. 2009. South American stoneflies (Plecoptera). *En: Adis, J.†, Arias, J.R., Golovatch, S., Wantzen, K.M. & G. Rueda-Delgado (eds.). Aquatic biodiversity of Latin America (ALBA). Vol 5.* Pensoft, Sofia-Mocow, Rusia, 154 p.
- Stewart, K.W., Stark, B.P. & J.A. Stanger-Leavitt. 2002. *Nymphs of North American Stonefly Genera (Plecoptera). Second Edition.* The Caddis Press, Columbus, Ohio. p. 16-80.
- Williams, D.D. & B.W. Felmate. 1992. *Aquatic Insects.* Division of Life Sciences. Scarborough Campus. University of Toronto. Canada. Redwood Press Ltd., Melksham. UK.



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 (Tesisista), Cintia Paula García Pineda (Tesisista), Patricia Maribel Godínez Guardado (Tesisista), 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 978-99923-27-57-9