

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS ACUÁTICOS BIOINDICADORES DE LA  
CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA EN RÍOS DEL ÁREA NATURAL  
PROTEGIDA LA MAGDALENA EN LA ÉPOCA SECA-LLUVIOSA, DURANTE  
EL AÑO 2016.

PRESENTADO POR:  
AGUILERA PÉREZ, ELSA MARLENE  
RIVAS POLANCO, DILMA LUZ  
SANDOVAL SERMEÑO, EVELIN JOHANA

PARA OPTAR AL GRADO DE:  
LICENCIADAS EN BIOLOGÍA.

DOCENTE DIRECTOR:  
LIC. DAVID ROSALES ARÉVALO.

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO:  
MSc. RICARDO FIGUEROA CERNA.

OCTUBRE, 2016.

SANTA ANA      EL SALVADOR      CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS ACUÁTICOS BIOINDICADORES DE LA  
CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA EN RÍOS DEL ÁREA NATURAL  
PROTEGIDA LA MAGDALENA EN LA ÉPOCA SECA-LLUVIOSA, DURANTE  
EL AÑO 2016.

PRESENTADO POR:  
AGUILERA PÉREZ, ELSA MARLENE  
RIVAS POLANCO, DILMA LUZ  
SANDOVAL SERMEÑO, EVELIN JOHANA

PARA OPTAR AL GRADO DE:  
LICENCIADAS EN BIOLOGÍA.

DOCENTE DIRECTOR:

LIC. DAVID ROSALES ARÉVALO.

F. \_\_\_\_\_

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO:

MSc. RICARDO FIGUEROA CERNA.

F. \_\_\_\_\_

SANTA ANA                      OCTUBRE, 2016.                      CENTRO AMÉRICA  
EL SALVADOR

AUTORIDADES CENTRALES

LICDO. JOSÉ LUIS ARGUETA ANTILLÓN  
RECTOR INTERINO

MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO  
VICE-RECTOR ACADEMICO INTERINO

ING. CARLOS ARMANDO VILLALTA  
VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO INTERINO

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA  
SECRETARIA GENERAL INTERINA:

MSc. CLAUDIA MARIA MELGAR DE ZAMBRANA  
DEFENSORA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

LICDA. NORA BEATRIZ MELÉNDEZ  
FISCAL GENERAL INTERINA

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE.

AUTORIDADES

ING. JORGE WILLIAM ORTIZ SANCHEZ

DECANO INTERINO

LICDO. JAIME ERNESTO SERMEÑO DE LA PEÑA

VICE-DECANO INTERINO

LICDO. DAVID ALFONSO MATA ALDANA

SECRETARIO INTERINO

LICDO. CARLOS MAURICIO LINARES HERNÁNDEZ  
JEFE INTERINO DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

## DEDICATORIA.

**A Dios:** Por permitirme llegar hasta esta fase de mi vida y permitirme cumplir esta meta que he logrado.

**A mis padres:** Sonia Isabel Pérez y mi padre Andrés Antonio Aguilera que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento por el ánimo y cariño, por darme una carrera para mi futuro y compartir conmigo este momento tan importante de mi formación profesional, por creer en mí, y por qué siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, para hacerme una persona de bien, por todo esto les agradezco de todo corazón el que estén conmigo y este trabajo es para ustedes por todo su esfuerzo, empeño y esmero para que yo pudiera cumplir una de mis metas.

**A mis hermanos:** Ronal Adalberto Aguilera y Andrés Eduardo Aguilera por su cariño y apoyo.

**A mis abuelos:** Andrés Aguilera y Berta Rodríguez por darme su cariño y apoyo incondicional.

**A mi amiga:** Johana Sermeño por mostrarme su apoyo incondicional en todo momento.

**A mis amigos y compañeros:** Por su amistad, apoyo y por todas las vivencias que compartimos a lo largo de la carrera y por todas las historias que quedaran para recordar.

**Elsa Marlene Aguilera Pérez.**

## DEDICATORIA.

**A Dios** por el don de la vida, que con su infinita misericordia me permitió alcanzar esta meta.

**A mi padre** José Rivas por nunca dejarme sola a pesar de la distancia por mostrar siempre su cariño, su apoyo incondicional, por creer en mí, por respetar mis decisiones depositando toda su confianza en mí superación, por brindarme todas las herramientas necesarias para poder alcanzar mi meta.

**A mi madre** Lilian Polanco por estar siempre a mi lado, por su cariño, su paciencia por apoyarme en todos mis proyectos, por llevarme siempre en sus oraciones.

**A mis hermanos** Armando, Jaime, Carlos, Elida, Celia, por confiar en mí, por su apoyo y estar pendiente en lo que me sucede a lo largo de mi vida.

**A mis sobrinos** Mauricio, Hennin, Dereck, Gretel, por su amor incondicional.

**A mis amigas** Loly Vásquez y Familia, Edith de Zamora por brindarme su apoyo, su amistad, por sus consejos.

A todas las personas que de una u otra manera me apoyaron y animaron para poder alcanzar mi meta.

**Dilma Luz Rivas Polanco.**

## DEDICATORIA.

**A Dios** que en su infinita misericordia me ha dado la vida y fuerza para llegar a esta etapa de mi vida. La gloria y honra es para El.

**A mi madre** Marta Edith Sermeño por su apoyo incondicional, su confianza y por creer siempre en mí. Por todos los sacrificios hechos para darme mis estudios y por ser mi gran motivación a cumplir mis metas.

**A mi abuela** Marta Rosa de Sermeño (QEPD) por su apoyo, sus sabios consejos y por el gran amor que siempre me brindo en todos los momentos de mi vida.

**A mi familia** Sermeño por confiar y creer siempre en mí, por motivarme a seguir adelante.

**A mi gran amiga** Elsa Marlene Aguilera, por brindarme su amistad, confianza y apoyo durante estos años.

**A una persona muy especial** Henry Alexander Tobías Acevedo por su gran apoyo en el trabajo de graduación, por su cariño y por apoyarme siempre.

**A todos mis compañeros** y amigos que de una u otra manera me apoyaron y creyeron en mí, e impulsaron a seguir adelante y no darme por vencida.

**Evelin Johana Sandoval Sermeño**

## AGRADECIMIENTOS.

A **DIOS** por habernos permitido concluir exitosamente nuestra carrera profesional.

A nuestro docente director **Lic. David Rosales Arévalo** por la revisión de documentos y orientarnos en el desarrollo de nuestro trabajo de grado.

Al **Ing. José Miguel Sermeño Chicas** por proporcionarnos material bibliográfico y su apoyo desinteresado para la identificación de algunos especímenes.

A toda la **planta docente del departamento de biología** por su apoyo en toda nuestra formación académica.

A la Asociación Salvadoreña Pro Salud Rural (**ASAPROSAR**) por su apoyo para la realización de esta investigación en el Área Natural Protegida La Magdalena.

Al personal guarda recursos del Área Natural Protegida La Magdalena; **Armida Barrera, Erika Godoy, Sandra Barrera, Nefalí Barrera, Mauricio Portillo, Oscar Marroquín, Mario Rivas y Miguel Cruz**, por el apoyo que nos brindaron y por ser parte fundamental en esta investigación.



## INDICE GENERAL.

	<b>PÁGS.</b>
LISTA DE TABLAS.....	XII
LISTA DE FIGURAS Y GRAFICOS.....	XIV
RESUMEN.....	XVI
1. INTRODUCCIÓN.....	17
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	19
2.1. Antecedentes.....	19
2.1.1. Algunos estudios sobre insectos acuáticos realizados en El Salvador.....	20
2.2. Macroinvertebrados acuáticos.....	21
2.3. Indicadores Biológicos de la Calidad del Agua.....	22
2.4. Definición de Indicador Biológico.....	22
2.5. Utilidad de los Bioindicadores.....	23
2.6. Clase Insecta.....	23
2.6.1. Características de la Clase Insecta.....	23
2.6.2. Hábitat de los Insectos Acuáticos.....	24
2.7. Criterios para la selección de los insectos acuáticos como bioindicadores.....	24
2.8. Ordenes más comunes de insectos acuáticos.....	27
2.8.1. Orden Ephemeroptera.....	27
2.8.2. Orden Odonata.....	27
2.8.3. Orden Hemiptera.....	27
2.8.4. Orden Coleoptera.....	27
2.8.5. Orden Trichoptera.....	28
2.8.6. Orden Megaloptera.....	28
2.8.7. Orden Díptera.....	28
2.8.8. Orden Plecóptera.....	29
2.8.9. Orden Blattodea.....	29
2.9. Metodología para la Evaluación Visual de Ríos y Quebradas “SVAP”.....	29
2.10. Índice IBF-SV 2010.....	31
2.10.1. Asignación de puntajes para aplicar el Índice Biológico.....	33

2.10.2. Índice biótico de familias (IBF-SV 2010).....	34
3. METODOLOGIA.....	36
3.1. Tipo y diseño de la Investigación.....	36
3.2. Descripción del área de estudio.....	36
3.2.1. Ubicación geográfica.....	37
3.2.2. Hidrología.....	37
3.2.3. Flora.....	38
3.2.4. Fauna.....	39
3.2.5. Geomorfología.....	39
3.3. Universo, población y muestra.....	40
3.4. Selección de cauces para el estudio y ubicación de los puntos de muestreo.....	40
3.4.1. Criterios para seleccionar y ubicar los puntos de muestreos.....	40
3.4.2. Descripción de los puntos seleccionados.....	41
3.5. Colecta de datos de campo.....	46
3.5.1. Características biofísicas y parámetros fisicoquímicos.....	46
3.5.2. Parámetros y procedimiento a seguir para el protocolo SVAP.....	47
3.5.3. Toma de parámetros fisicoquímicos.....	49
3.6. Muestreo y captura de insectos acuáticos.....	50
3.6.1. Captura de los especímenes.....	50
3.6.2. Colecta en el interior del cauce y los márgenes.....	50
3.6.3. Captura de insectos acuáticos mediante el método de la Red D.....	51
3.6.4. Captura de insectos mediante el método del colador plástico.....	52
3.6.5. Traslado de la muestra al laboratorio.....	52
3.6.6. Identificación de los especímenes.....	53
3.6.7. Identificación de especímenes en el Laboratorio.....	53
3.6.8. Limpieza de la muestra.....	53
3.6.9. Separación de los órdenes.....	54
3.6.10. Identificación de las familias.....	54
3.7. Procesamiento y tabulación de datos.....	55
3.7.1. Procesamiento y tabulación de datos bio-físicos.....	55
3.7.2. Utilización de los índices biológicos IBF-SV 2010.....	55

3.8. <i>Análisis de los datos</i> .....	55
4. RESULTADOS .....	58
5. DISCUSION .....	78
6. CONCLUSIONES.....	84
7. RECOMENDACIONES .....	85
8. LITERATURA CITADA.....	86
ANEXOS	

## LISTA DE TABLAS.

Tabla		Pág.
1	Parámetros evaluados por el índice SVAP con sus respectivos valores de calidad del agua.....	30
2	Puntajes o grados de sensibilidad de los insectos acuáticos encontrados en algunos ríos del ANP La Magdalena.....	33
3	Índice Biológico a Nivel de Familia (IBF-SV 2010).....	35
4	Coordenadas geográficas de ubicación de los puntos de muestreo.....	45
5	Porcentaje de cada orden según el total de todas las muestras.....	58
6	Listado de familias del orden Coleóptera y su presencia en los diferentes puntos de muestreo.....	59
7	Listado de familias del orden Díptera y su presencia en los diferentes puntos de muestreo.....	60
8	Listado de familias del orden Trichoptera y su presencia en los diferentes puntos de muestreo.....	61
9	Listado de familias del orden Hemíptera y su presencia en los diferentes puntos de muestreo.....	61
10	Listado de familias de los órdenes Odonata, Ephemeroptera y su presencia en los diferentes puntos de muestreo.....	62
11	Listado de familias de los órdenes Megaloptera, Plecóptera, Blattodea y su presencia en los diferentes puntos de muestreo.....	63

12	Listado de familias y número de individuos por punto de muestreo para el orden Coleóptera.....	64
13	Listado de familias y número de individuos por punto de muestreo para el orden Díptera.....	64
14	Listado de familias y número de individuos por punto de muestreo para el orden Trichoptera.....	65
15	Listado de familias y número de individuos por punto de muestreo para el orden Hemíptera.....	66
16	Listado de familias y número de individuos por punto de muestreo para los órdenes Odonata y Ephemeroptera.....	66
17	Listado de familias y número de individuos por punto de muestreo para los órdenes Megaloptera, Plecóptera. Blattodea.....	67
18	Índices estadísticos de diversidad obtenidos para los puntos muestreados en Área Natural Protegida La Magdalena.....	68
19	Resultados obtenidos en base a los valores IBF-SV 2010 para cada uno de los puntos y su categorización.....	70
20	Valores mostrados para cada punto muestreado según el protocolo SVAP.....	72
21	Valores mostrados para cada parámetro fisicoquímico tomado en los diferentes puntos muestreados.....	74

## LISTA DE FIGURAS Y GRAFICOS.

<b>Figura.</b>		<b>Pág.</b>
1	Mapa de ubicación de la cuenca del Rio Paz en el Occidente de El Salvador.....	38
2	Mapa de identificación de los puntos de muestreo.....	46
3	Mapa de calificación de los puntos de muestreo según el índice IBF-SV 2010.....	71
4	Mapa de calificación de los puntos de muestreo según el protocolo SVAP.....	72
<b>Grafico</b>		<b>Pág.</b>
1	Representación del porcentaje de cada orden según el número de familias colectadas durante toda la fase de campo.....	58
2	Curva de acumulación de especies para el ANP La Magdalena.....	68
3	Resultado de diversidad para cada uno de los puntos muestreados según el índice de Shannon.....	69
4	Resultado de diversidad (dominancia) para cada uno de los puntos muestreados según el índice de Simpson.....	69
5	Resultado de riqueza en base a abundancia relativa de familias para cada uno de los puntos muestreados según el índice de Margalef.....	70
6	Valores mostrados para cada punto de muestreo con el índice IBF-SV 2010.....	71
7	Valores mostrados para cada punto de muestreo con el método SVAP.....	73
8	Valores comparativos de temperatura ambiente para cada punto de muestreo.....	75

9	Valores comparativos de temperatura del agua para cada punto de muestreo.....	75
10	Valores comparativos de pH para cada punto de muestreo.....	76
11	Valores comparativos del ancho del cauce para cada punto de muestreo.....	76
12	Valores comparativos de profundidad del cauce para cada punto de muestreo.....	77

## RESUMEN

La investigación se realizó para determinar el estado actual del recurso hídrico mediante el uso de insectos acuáticos bioindicadores en los ríos El Manguito, La Ceiba, El Pitalito, Las Pozas, El Cauque, El Naranjal del ANP<sup>1</sup> La Magdalena ubicada entre las coordenadas geográficas LN 14°01'47" y LO 89°42'02", cuyos ríos pertenecen a la Subcuenca del Río Paz, se caracterizó cada punto de muestreo mediante la utilización del índice IBF-SV-2010<sup>2</sup>, protocolo SVAP<sup>3</sup> e índices de diversidad y abundancia.

El trabajo se desarrolló en dos fases: a) La de campo realizada en la estación seca-lluviosa del año 2016 realizando tres visitas al área, colectando especímenes utilizando el método de la red "D", colador y toma de parámetros fisicoquímico en cada uno de los puntos muestreados.

b) Y de laboratorio en esta se procedió a identificar los individuos encontrados mediante la utilización de claves taxonómicas, libros ilustrados, textos y páginas web; se elaboraron tablas con la información obtenida en cada punto, para el análisis.

Se encontraron cuarenta y cinco familias registradas como indicadores de calidad de agua, pertenecientes a nueve órdenes.

La caracterización del recurso agua de cada uno de los puntos, mediante el uso del índice IBF-SV 2010 fue de la manera siguiente:

- ✓ Río el Pitalito: Excelente Calidad.
- ✓ Ríos La Ceiba, El Naranjal: Calidad Muy Buena
- ✓ Ríos El Manguito, El Cauque Buena calidad.
- ✓ Río Las Pozas: Calidad Regular.

---

<sup>1</sup> ANP: Área Natural Protegida.

<sup>2</sup> IBF-SV 2010: Índice Biológico a nivel de Familia, Modificado para El Salvador 2010

<sup>3</sup> SVAP: Stream Visual Assessment Protocol (Español Protocolo de Evaluación Visual de Ríos y Quebradas)



# 1. INTRODUCCIÓN

La calidad ambiental se ha visto afectada en los diferentes recursos naturales con el paso del tiempo debido a diferentes actividades o asentamientos humanos, uno de los recursos naturales más importantes es el recurso hídrico, es por ello que la investigación se enfocó en el análisis de la calidad ambiental mediante el uso de insectos acuáticos bioindicadores en ríos del ANP La Magdalena.

Dentro de los macroinvertebrados que habitan en los ambientes dulceacuícolas, los insectos acuáticos son el grupo biológico más idóneo para determinar la calidad del agua del ecosistema acuático. Considerando la sensibilidad y tolerancia de los insectos acuáticos.

En estudios anteriores se han realizado los análisis de calidad de agua mediante métodos costosos económicamente, tales como: estudios físico químicos y microbiológicos, pero existe un método alternativo más económico proponiendo aquellos organismos que caractericen condiciones particulares, para hacer usados como indicadores de agua, como una herramienta para el monitoreo del preciado líquido.

Las respuestas a la contaminación pueden advertirse tanto en individuos como en poblaciones y pueden ser manifestación de modificaciones en comportamiento, fisiología o simple tolerancia o intolerancia a los contaminantes.

Todos estos aspectos se han tomado en cuenta en la realización de esta investigación en la que se estudiaron los ríos del ANP La Magdalena con el fin de encontrar el grado de contaminación de estos. Los ríos considerados de buena calidad biológica y fisicoquímica presentan una composición faunística particular muy diversa y abundante, a diferencia de aquellos ríos que están sometidos a perturbaciones antrópicas.

Esta investigación permitió determinar los órdenes y familias de insectos acuáticos presentes en ríos del ANP, así como también comprobar el estado actual de los ríos que nacen el área protegida mediante el uso de bioindicadores, además se analizaron las similitudes y diferencias entre los puntos de muestreo tomando en cuenta los resultados obtenidos en la investigación.

La investigación constó de dos fases: fase de campo realizando 3 visitas al área tomando seis puntos de muestreo durante la época seca-lluviosa. Posteriormente se realizó la fase de laboratorio para la clasificación e identificación del material biológico, para procesar la información y adjudicar los puntajes y categorías según los índices utilizados.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

El uso de macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua empezó hace más de 100 años en Europa, en los países latinoamericanos su utilización es reciente y al momento ha sido muy poca desarrollada en la mayoría de los países centroamericanos, ha sido más aplicado en países como Costa Rica y Panamá. ([http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S012330682009000200007&lng=es&nrm=](http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012330682009000200007&lng=es&nrm=) consultado 28/07/16 hora: 1:18 pm)

En el caso de nuestro país su uso fue adoptado en el año 2010 mediante un estudio realizado por la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador y financiado por el fondo FEMCIDI<sup>4</sup> de la OEA<sup>5</sup> del cual surgió como producto IBF-SV-2010, que tiene como base el método de cálculo, asignación de puntajes y escalas de medición propuesto por Hilsenhoff. (Hilsenhoff, 1988, cit. Por., Sermeño Chicas *et.al.*, 2010).

Sermeño Chicas *et.al.*, (2010), expone que entre los objetivos de desarrollo de El Salvador esta la Gestión del Medio Ambiente, lo cual se encuentra estipulado en la ley de Medio Ambiente, capítulo I, referente a aguas y los ecosistemas acuáticos. En años anteriores al 2010, el MARN<sup>6</sup> no contaba con protocolo de muestreo estandarizados para la evaluación y clasificación de la calidad de las aguas de los ríos de El Salvador utilizando invertebrados acuáticos, lo cual constituía una problemática nacional por lo cual la Universidad de El Salvador desarrollo un proyecto con el cual se desarrollaron dichos protocolos.

Sermeño Chicas *et.al.*, (2010), manifiesta que los productos del proyecto de investigación científica son innovadores con resultados que aportan

---

<sup>4</sup> FEMCIDI: Fondo Especial Multilateral del Consejo Interamericano para el Desarrollo Integral.

<sup>5</sup> OEA : Organización de los Estados Americanos.

<sup>6</sup> MARN : Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

conocimiento muy necesario para que el país pueda abocarse de una forma apropiada y poco costosa a la evaluación de la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, para ayudar a los que toman decisiones para definir políticas acertadas de descontaminación o mitigación del problema de las aguas a nivel nacional y regional.

Cairns & Pratt (1993) cit. Por., Sermeño Chicas *et.al.*, (2010), manifiesta que el monitoreo de las comunidades biológicas, con especial énfasis en la caracterización de la riqueza taxonómica y la composición de la fauna, es probablemente la herramienta más sensible para la detección rápida y segura de alteraciones de ecosistemas acuáticos.

#### *2.1.1. Algunos estudios sobre insectos acuáticos realizados en El Salvador.*

Desde el año 2006 el MARN realiza monitoreo permanente de la calidad y cantidad del agua, mediante la recolección de muestras y análisis de parámetros físico-químicos de calidad de agua en 124 sitios de muestreo en 55 ríos distribuidos en el territorio nacional, los resultados del muestreo más reciente, realizado entre abril y julio del año 2010 muestran que de los 124 sitios evaluados, ninguno presenta calidad de agua “EXCELENTE”, teniendo la mayoría de sitios agua de calidad “REGULAR” desde el punto de vista de su calidad ambiental, utilizando la metodología IBF-SV 2010.

En el año 2009 se realizó el primer estudio “*Determinación de insectos acuáticos bioindicadores de calidad ambiental en los ríos del Área Natural Protegida la Magdalena, Municipio de Chalchuapa, Santa Ana. El Salvador 2009*” realizado por Adalberto Salazar Colocho.

Muestreando 6 ríos, dando como resultado un total de 77 familias de insectos acuáticos diferentes presentes en los ríos del área protegida, pertenecientes a 12 órdenes.

## 2.2. *Macroinvertebrados acuáticos*

Ladrera, (2012), menciona que: se denominan macroinvertebrados acuáticos aquellos invertebrados con un tamaño superior a 500  $\mu\text{m}$ , entre los que se incluyen animales como esponjas, planarias, sanguijuelas, oligoquetos, moluscos o crustáceos, entre los que se encuentran los cangrejos. Sin embargo, el grupo de invertebrados acuáticos más ampliamente distribuido en las aguas dulces es el de los insectos. En la mayoría de éstos, los estados inmaduros (huevos y larvas) son acuáticos, mientras que los adultos suelen ser terrestres. Entre los insectos con alguna fase de su vida acuática destacan, por su abundancia y distribución, los siguientes órdenes: efemerópteros, plecópteros, odonatos, hemípteros, coleópteros, tricópteros y dípteros.

Evidentemente, para pasar de inmaduro acuático a adulto terrestre se necesitan adaptaciones muy importantes y diversos órdenes de insectos están formados por familias con larvas exclusivamente acuáticas, como los efemerópteros, plecópteros, odonatos o tricópteros. En otros órdenes de insectos, como hemípteros, coleópteros, o dípteros, hay familias con larvas exclusivamente acuáticas, otras solo con larvas terrestres y algunas con ambas adaptaciones.

Los macroinvertebrados tienen una especial importancia en los ecosistemas acuáticos, al constituir el componente de biomasa animal más importante en muchos tramos de ríos y jugar un papel fundamental en la transferencia de energía desde los recursos basales hacia los consumidores superiores de las redes tróficas.

Es decir, a nivel de grupo, los macroinvertebrados acuáticos van a consumir la materia orgánica fabricada en el río por los organismos fotosintéticos, como algas o briófitos, y la materia orgánica procedente del ecosistema terrestre, fundamentalmente del bosque de ribera, y la van a transferir a los grandes vertebrados del ecosistema, representando la principal fuente de alimento de éstos, de manera que la alteración de la comunidad de macroinvertebrados de

los ecosistemas fluviales va a afectar directamente a animales como peces, aves acuáticas o mamíferos semiacuáticos. (Ladrera *et. al.*, 2013)

### 2.3. *Indicadores Biológicos de la Calidad del Agua*

Los ecosistemas acuáticos mantienen una gran diversidad de organismos, incluso mayor a los terrestres, por lo que los impactos como la contaminación inducen a cambios en la estructura de las comunidades, la función biológica de los sistemas acuáticos y al propio organismo, afectando su ciclo de vida, crecimiento y su condición reproductiva. Por este motivo, algunos organismos pueden proporcionar información de cambios físicos y químicos en el agua, ya que a lo largo del tiempo revelan modificaciones en la composición de la comunidad (Bartram & Ballance, 1996).

### 2.4. *Definición de Indicador Biológico*

En general, todo organismo es un indicador de las condiciones del medio en que se desarrolla, ya que de cualquier forma su existencia en un espacio y momentos determinados responden a su capacidad de adaptarse a los distintos factores ambientales.

Sin embargo, en términos más estrictos, un indicador biológico acuático se ha considerado como aquella cuya presencia y abundancia señalan algún proceso o estado del sistema en el cual habita. Los indicadores biológicos se han asociado directamente con la calidad del agua más que con procesos ecológicos o con su distribución geográfica. Es pertinente aclarar que más de un organismo, el indicador biológico se refiere a la población de individuos de la especie indicadora, y en el mejor de los casos al conjunto de especies que conforman una comunidad indicadora.

El concepto de organismo indicador se refiere a especies seleccionadas por su sensibilidad o tolerancia (normalmente es la sensibilidad) a varios parámetros. Usualmente los biólogos emplean bioindicadores de

contaminación debido a su especificidad y fácil monitoreo. Definen a los organismos indicadores como la presencia de una especie en particular, que demuestra la existencia de ciertas condiciones en el medio, mientras que su ausencia es la consecuencia de la alteración de tales condiciones. Vásquez, *et al.*, (1972).

### 2.5. *Utilidad de los Bioindicadores*

El principal uso que se le ha dado a los indicadores biológicos ha sido la detección de sustancias contaminantes, ya sean estos metales pesados, materia orgánica, nutrientes (eutrofización), o elementos tóxicos como hidrocarburos, pesticidas, ácidos, bases y gases con miras a establecer la calidad del agua. Vásquez, *et al.*, (1972)

### 2.6. *Clase Insecta*

En latín, la palabra *Insecta* literalmente significa "cortado en medio", son invertebrados, del filo de los artrópodos, caracterizados por presentar un par de antenas, tres pares de patas y dos pares de alas (que, no obstante, pueden reducirse o faltar). La ciencia que estudia los insectos se denomina entomología. (Richards & Davies, 1983 cit. por Salazar, 2009).

#### 2.6.1. *Características de la Clase Insecta*

Los rasgos que caracterizan a un insecto es que poseen tres regiones corporales: la cabeza, el tórax y el abdomen. En la cabeza se encuentra un par de antenas y un conjunto de piezas bucales muy complejas que se desarrollan de una manera u otra según las especies. En el tórax se hallan tres pares de patas colocados cada par en un segmento de los tres en los que se divide el tórax, protórax, mesotórax y metatórax; además del tórax parten, en las especies que no lo han perdido, los dos pares de alas (Richards & Davies, 1983). cit. por Salazar, 2009) (Ver anexo 11)

Los insectos comprenden el grupo de animales más diverso de la Tierra, con unas 950.000 especies descritas, más que todos los otros grupos de animales juntos, y con estimaciones de hasta 30 millones de especies no descritas, con lo que, potencialmente, representarían más del 90% de las formas de vida del planeta (Richards & Davies, 1983).

### 2.6.2. *Hábitat de los Insectos Acuáticos*

En ecología, hábitat es el lugar concreto o sitio físico donde vive un organismo (animal o planta), a menudo caracterizado por una forma vegetal o por una peculiaridad física dominante (un hábitat de lagunas o un hábitat de bosque). Puede referirse a un área tan grande como un océano o un desierto, o una tan pequeña como una roca o un tronco caído de un árbol. (Guerrero *et al.*, 2003)

### 2.7. *Criterios para la selección de los insectos acuáticos como bioindicadores*

De la Lanza Espino, *et. al.*, 2000, manifiestan lo siguiente:

- ✓ Biológicamente relevantes en el balance y equilibrio de las comunidades, dado su importancia ecológica como alimento para vertebrados, peces, aves y anfibios, así como en la transferencia de energía por su dispersión, deriva, emergencias en el ciclo de nutrientes, por la diversidad de hábitat que presentan: carnívoros, herbívoros, detritívoros, filtradores, recolectores, y desmenuzadores.
- ✓ Socialmente relevantes dado que algunas especies resultan atractivas para su conservación en áreas naturales protegidas, como especies endémicas en criterios para la biodiversidad o en el establecimiento de límites permisibles para la protección de vida acuática.



- ✓ Especialmente sensibles a la contaminación de una respuesta rápida con cambios en la estructura de la comunidad, sucesión de especies, bio- acumulación, efectos mutagénicos y extinción como en el caso de algunos dípteros.
- ✓ La evaluación de estas respuestas se puedan utilizar al comparar estaciones para muestreo, sitios o localidades en los distintos tipos de sistemas, ya sean loticos o lenticos.
- ✓ Utilización en el diagnóstico de un contaminante en especial, dada la particularidad de bio-acumular algunas sustancias toxicas como es el caso de los dípteros y efemerópteros, en los que se pueden determinar el tipo de contaminante, tiempo de exposición, concentración y deposito del mismo sistema, en laboratorio y compararlas con un mínimo de error.
- ✓ Los datos generados pueden interpretarse desde una forma descriptiva como en el diagnóstico de una buena, regular y mala calidad de agua, hasta la predicción de un problema de salud pública como en el transporte de sustancias toxicas por bio-acumulación y el establecimiento de estos indicadores para medidas legales.
- ✓ El costo efectivo en tiempo y dinero es menor cuando se utilizan los insectos acuáticos como indicadores ya sea en la evaluación de la calidad del agua al momento, así como en el aprovechamiento de los resultados a futuro en el problema de la contaminación.
- ✓ La integración de estas evaluaciones de insectos acuáticos da un panorama más amplio, ya que representan un vasto porcentaje de la biota total de un ecosistema acuático, tanto en composición como abundancia, por lo que al integrar los resultados se cubre gran parte del análisis del ecosistema.

- ✓ Su evaluación en un biomonitoreo continuo permite establecer referencias históricas que sirvan para conocer la evolución de un sistema acuático, así como para establecer predicciones temporales.
- ✓ Conociendo la sensibilidad y/o los rangos de tolerancia de algunas especies se pueden analizar la degradación del mismo.
- ✓ La mayoría de las especies tienen ciclos de vida cortos y llegan a tener varias generaciones al año, lo que permite la rápida recuperación y establecimiento de nuevos organismos.
- ✓ Presentan gran potencial para seguir utilizándolos como una medida de evaluación, ya que existe una gran diversidad de especies y muchos tienen una amplia distribución que permite recolectarlos y disponer de ellos con relativa facilidad.
- ✓ Proporcionan una escala o criterio apropiado para el manejo de problema, ya que se pueden manejar como monitores naturales de las condiciones que prevalecen en el agua.
- ✓ Proporcionan información única puesto que se constituyen en gran medida como parte fundamental de la biomasa de los organismos con hábitos bentónicos.
- ✓ Ellos proveen una rápida información de los efectos de una alteración en un sistema acuático con el conocimiento de la biología de otras especies, es decir, el observar el establecimiento y el crecimiento en abundancia de organismos tolerantes y/o facultativos y la extinción de los intolerantes a la contaminación.

## 2.8. Ordenes más comunes de insectos acuáticos

### 2.8.1. Orden Ephemeroptera

Son excelentes indicadores de aguas claras y limpias, aunque hay especies que toleran ciertos niveles de contaminación orgánica. Por lo regular sus poblaciones son más abundantes en aguas frías que en aguas cálidas y la mayor diversidad se encuentra en aguas con corriente. Los adultos son de vida terrestre y viven pocas horas, suficiente solo para reproducirse. (Sermeño Chicas *et.al.*, 2010)

### 2.8.2. Orden Odonata

Sus adultos terrestres comúnmente se les conocen como “caballitos del diablo” o “libélulas”. Sus larvas se encuentran en charcos o lagos, con abundante vegetación en las orillas. Se les considera indicadores de aguas entre limpias y medianamente contaminadas con materia orgánica. Algunas especies pueden soportar altos niveles de contaminación. (Sermeño Chicas *et.al.*, 2010)

### 2.8.3. Orden Hemiptera

En este grupo están las “chinchas de agua”, los cuales se encuentran tanto en aguas estancadas como aguas de corriente. Su hábitat es similar al de los odonatos; por lo que se les considera como indicadores en general del mismo tipo de agua. (Sermeño Chicas *et.al.*, 2010)

### 2.8.4. Orden Coleoptera

Este es un grupo muy diverso y abundante. En su mayoría son indicadores de aguas limpias, aunque hay especies que pueden soportar ciertos niveles de contaminación orgánica. Se les encuentra en una gran diversidad de hábitats, tanto en la corriente como en zonas de remansos con vegetación y en aguas estancadas. (Sermeño Chicas *et.al.*, 2010)

#### 2.8.5. Orden Trichoptera

Este grupo se caracteriza porque las larvas construyen refugios o casitas, a partir de piedritas, arena y hojas de árboles. Las larvas viven largos periodos de tiempo en tales refugios, y por ello, con frecuencia pasan inadvertidas por las personas inexpertos en este grupo. Se les considera excelentes indicadores de aguas limpias y frías, aunque hay algunas especies que toleran ciertos niveles de contaminación orgánica y altas temperaturas. Junto a los efemerópteros y plecópteros son los mejores indicadores de aguas claras y limpias. Los adultos son terrestres. (Sermeño Chicas *et.al.*, 2010)

#### 2.8.6. Orden Megaloptera

Son poco diversos y sus larvas viven asociadas a piedras en la zona de corriente de ríos y quebradas. Depredan las larvas de otros insectos acuáticos y pueden tolerar niveles intermedios de contaminación orgánica. Su desarrollo puede durar hasta varios años y los adultos terrestres son de vida relativamente corta. (Sermeño Chicas *et.al.*, 2010)

#### 2.8.7. Orden Díptera

Es un grupo extremadamente diverso. Sus larvas se caracterizan por no poseer patas. Una gran mayoría son indicadoras de aguas contaminadas, siendo las más conocidas las especies pertenecientes a la familia *Chironomidae*.

En algunas familias (*Psychodidae*, *Syrphidae*, *Ephydriidae*) hay especies que soportan los más altos niveles de contaminación. Otras, como la familia *Blephariceridae* son indicadores de aguas claras y limpias. Este orden también tiene importancia médica, ya que muchas especies transmiten enfermedades venenosas (en especial la familia *Culicidae*). (Sermeño Chicas *et.al.*, 2010)

#### 2.8.8. Orden Plecóptera

Es un grupo de poca diversidad en Centroamérica, que vive en aguas muy limpias y claras; preferiblemente frías y bien oxigenadas. En general, son excelentes indicadores de buena calidad del agua. (CATIE, 2011)

#### 2.8.9. Orden Blattodea

En la actualidad el número de especies conocidas en el mundo es de aproximadamente 4,500 sin embargo, aquellas que la Organización Mundial de la Salud considera como plagas domésticas apenas sobrepasan la docena, lo que representa menos de 0.3% del total.

La mayoría de las especies vive debajo de piedras, cortezas, pastos, hojarasca, cuevas, nidos de hormigas y termitas, y son de hábitos diurnos, en tanto que las que constituyen verdaderas plagas caseras son de hábitos nocturnos. Por favorecer su desarrollo las temperaturas altas (20- 29°C) y humedad elevada (80-90%), su presencia es mayor en las regiones tropicales, subtropicales y templadas y, aunque la existencia de algunas especies está acotada a una determinada región biogeográfica, otras especies están consideradas como cosmopolitas, pues se les encuentra en todo el orden.

#### 2.9. Metodología para la Evaluación Visual de Ríos y Quebradas “SVAP”

El protocolo SVAP evalúa el hábitat físico de un río mediante la asignación de puntajes entre 1 y 10 a quince diferentes métricos. En ciertos casos, se puede excluir uno o más de los métricos, cuando no se aplica a un sitio. Al final del proceso se asignan puntajes y se calcula el promedio de los 15 métricos. Ésta es una manera de evaluar un río (mediano a pequeño) o quebrada aplicando altos puntajes (9, 6 a 10) para ríos o quebradas que tienen condiciones sanas, y bajos puntajes (de 2,2 a 1) para ríos o quebradas en mal

estado.(<https://issuu.com/anaicr/docs/guia-de-evaluaciones-ecologicas-rapidas-en-rios>/65 febrero 2016 4:50pm)

### Ventajas

- ✓ No necesita que alguien sea experto en ciencias acuáticas, y puede ser usado con éxito ser leído e interpretado.
- ✓ No necesita más equipo que el protocolo (Anexos).
- ✓ Es un sistema de evaluación de quebradas que puede ser usado a través de los años para un monitoreo continuo de calidad.

**Tabla 1.** Parámetros evaluados por el índice SVAP, y sus respectivos valores de calidad del agua.

Parámetros Evaluados	Calidad del ambiente según SVAP	Calificación y color asignado	
1. Apariencia del agua 2. Sedimentos 3. Zona ribereña (ancho y calidad) 4. Sombra	Excelente	9 – 10	
5. Pozas 6. Condición del cauce 7. Alteración hidrológica (desbordes) 8. Refugio (hábitat) para peces	Buena	7 – 8	

Parámetros Evaluados	Calidad del ambiente según SVAP	Calificación y color asignado	
9. Refugio (hábitat) para macro invertebrados	Regular	5 – 6	
10. Estabilidad de las orillas			
11. Barrera al movimiento de peces			
12. Presión de pesca	Pobre	3 – 4	
13. Presencia de desechos sólidos			
14. Presencia de estiércol			
15. Aumento de nutrientes de origen orgánico.	Muy Pobre	1 – 2	

**Fuente:** Determinación de la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando invertebrados acuáticos: índice biológico a nivel de familias de invertebrados acuáticos en El Salvador (IBF-SV-2010). UES 2010, creado por Sermeño Chicas, J. M. *et. al.* 2010.

### 2.10. Índice IBF-SV 2010

El Índice Biológico o Biótico de Familias (IBF), reconoce taxonómicamente a los organismos acuáticos a nivel de familias, se contabilizan los individuos de las diferentes familias recolectadas en cada punto de muestreo. A pesar que se hizo pensando en las condiciones de los ríos de El Salvador este índice es aceptable para muchos países, ya que (Hilsenhoff, 1988, cit. Por., Sermeño Chicas *et. al.*, 2010), lo describe como un índice de medida de la contaminación orgánica porque debido a la presencia de nutrientes, se origina un descenso en las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua.

El índice tiene como base el método de cálculo, asignación de puntajes y escala de medición propuestos por el autor antes mencionado. Esencialmente, consiste en el promedio de los puntajes de los grupos taxonómicos encontrados en cada punto o sitio de muestreo, ponderado por su abundancia relativa. De esta manera, el índice presenta dos componentes principales:

- a) El puntaje asignado a cada grupo de invertebrado acuático;
- b) La abundancia relativa de los grupos de invertebrados acuáticos encontrados.

El puntaje de los grupos de invertebrados acuáticos es un valor predeterminado que indica su tolerancia a las condiciones de perturbación (grado de sensibilidad a la contaminación del agua), siguiendo el modelo propuesto por (Hilsenhoff, 1998, cit. Por., Sermeño Chicas *et. al.*, 2010), según el cual los valores cercanos a “0” indican baja tolerancia y los cercanos a “10” alta tolerancia a la contaminación del agua.

En el proceso de muestreo es importante tomar en cuenta el entorno en donde se encuentran los diferentes tipos de familia determinados por el hábitat donde puedan encontrarse, dependiendo del lugar que habitan, y así se debe indicar si existe un balance en la estructuras de sus comunidades o alguna alteración que genere un cambio en la calidad del agua.



2.10.1. Asignación de puntajes para aplicar el Índice Biológico

**Tabla 2.** Puntajes o grados de sensibilidad de los insectos acuáticos encontrados en algunos ríos del ANP La Magdalena

Puntajes de sensibilidad a la contaminación de las agua.	Insectos acuáticos de los Ríos del ANP La Magdalena	
	Orden	Familia
1	Trichoptera	<i>Glossosomatidae</i>
2	Trichoptera	<i>Calamoceratidae</i>
	Plecóptera	<i>Perlidae</i>
3	Blattodea	<i>Blaberidae</i>
	Trichoptera	<i>Polycentropodidae</i>
	Coleóptera	<i>Lampyridae</i>
<i>Ptilodactilidae</i>		
4	Trichoptera	<i>Leptoceridae</i>
		<i>Hydrobiosidae</i>
	Coleóptera	<i>Elmidae</i>
		<i>Dryopidae</i>
5	Díptera	<i>Tipulidae</i>
	Hemíptera	<i>Mesoveliidae</i>
		<i>Veliidae</i>
		<i>Hydrometridae</i>
	Trichoptera	<i>Hydropsichidae</i>
		<i>Philopotamidae</i>
	Coleóptera	<i>Limnichidae</i>
		<i>Ptilidae</i>
<i>Hydraenidae</i>		
6	Díptera	<i>Simuliidae</i>
		<i>Stratiomidae</i>
		<i>Tabanidae</i>
		<i>Tanyderidae</i>
		<i>Empididae</i>
		<i>Dolichopodidae</i>

Puntajes de sensibilidad a la contaminación de las agua.	Insectos acuáticos de los Ríos del ANP La Magdalena	
	Orden	Familia
7		<i>Sciomycidae</i>
	Hemíptera	<i>Naucorydae</i>
		<i>Pentatomidae</i>
	Ephemeroptera	<i>Leptohyphidae</i>
		<i>Baetidae</i>
	Coleóptera	<i>Dytiscidae</i>
<i>Scirtidae</i>		
8	Hemíptera	<i>Belastomatidae</i>
	Ephemeroptera	<i>Caenidae</i>
	Megaloptera	<i>Corydalidae</i>
	Odonata	<i>Libellulidae</i>
		<i>Gomphidae</i>
		<i>Calopterigidae</i>
Coleóptera	<i>Hydrophilidae</i>	
9	Díptera	<i>Chironomidae</i>
		<i>Ceratopogonidae</i>
10	Díptera	<i>Muscidae</i>
	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>
	Díptera	<i>Culicidae</i>

**Fuente:** Determinación de la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando invertebrados acuáticos: índice biológico a nivel de familias de invertebrados acuáticos en El Salvador (IBF-SV-2010). UES 2010, creado por Sermeño Chicas, J. M. *et. al.* 2010.

### 2.10.2. Índice biótico de familias (IBF-SV 2010)

Procedimiento para calcular el IBF, se calcula multiplicando el número de insectos en cada familia por el valor de tolerancia de dicha familia, sumando los productos, y dividiendo por total de insectos en la muestra según la siguiente ecuación:

$$IBF = 1/N \sum ni ti$$

El resultado fue comparativo con los valores de la tabla de (Hilsenhoff, 1988, cit por., Sermeño Chicas *et.al.*, 210) para obtener la calidad del agua y el grado de contaminación orgánica.

**Tabla 3.** Índice Biológico a Nivel de Familia (IBF-SV 2010)

VALOR IBF-SV 2010	CATEGORIA	CALIDAD DEL AGUA	INTERPRETACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN ORGÁNICA
0.00 - 3.75	1	Excelente	Contaminación orgánica improbable
3.76 – 4.25	2	Muy Buena	Contaminación orgánica leve posible
4.26 – 5.00	3	Buena	Alguna contaminación orgánica probable
5.01 – 5.75	4	Regular	Contaminación orgánica bastante sustancial es probable
5.76 – 6.50	5	Regular Pobre	Contaminación sustancial probable
6.51 – 7.25	6	Pobre	Contaminación muy sustancial probable
7.26 – 10.00	7	Muy Pobre	Contaminación orgánica severa probable

**Fuente:** Determinación de la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando invertebrados acuáticos: índice biológico a nivel de familias de invertebrados acuáticos en El Salvador (IBF-SV-2010). UES 2010, creado por Sermeño Chicas, J. M. *et. al.* 2010.

### **3. METODOLOGIA**

#### *3.1. Tipo y diseño de la Investigación*

Esta fue cuantitativa, debido a que esta permitió recabar información de aspectos que se pueden medir o contar, proporcionando datos numéricos que fueron cuantificados y sistematizados.

La investigación cuantitativa utiliza la recolección de datos con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías. (Sampieri, 2014)

Fue de tipo descriptiva, ya que solo se dice como se presenta dicho fenómeno, especificando las propiedades importantes que presentaron algunos grupos, brindando la posibilidad de poder hacer predicciones de lo que puede ocurrir a largo plazo.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de los fenómenos que sean sometidos a análisis, miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. (Sampieri, 2014)

No experimental por que en ningún momento se manipularon variables que influyeran en el fenómeno. Además fue estacionaria puesto que se realizó en la época climática Seca-Lluviosa, abril-junio 2016

La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente las variables, lo que se hace es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. (Sampieri, 2014)

#### *3.2. Descripción del área de estudio*

El ANP La Magdalena se encuentra ubicado en el Municipio de Chalchuapa, el cual pertenece al Departamento de Santa Ana, específicamente en los Cantones de El Tanque, La Criba y El Coco. Está ubicado al Nor-occidente de San Salvador y al Norte de la Ciudad de Santa Ana. (FIAES/ASAPROSAR, 2007)

La Magdalena es un ANP que tiene una extensión de 726 Ha, 05 A, 79.60 Ca (según acta de transferencia del ISTA al Estado, año 2000) y es parte del Área de Conservación Volcán El Chingo. (FIAES/ASAPROSAR, 2007)

### *3.2.1. Ubicación geográfica*

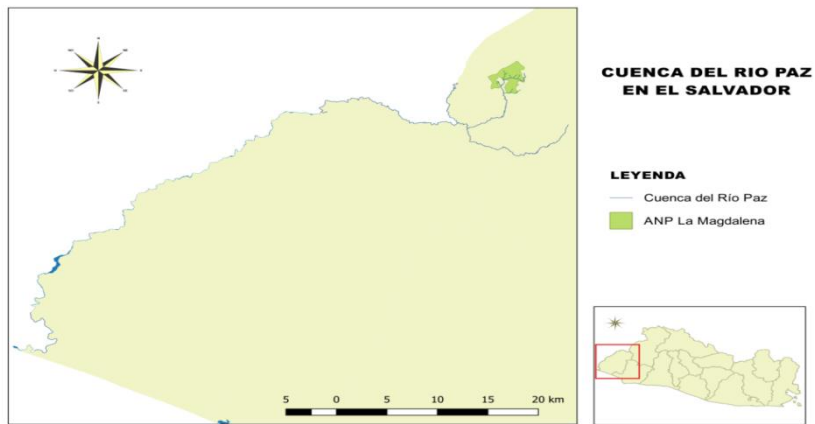
El Área Natural se encuentra en el Cantón La Magdalena, Municipio de Chalchuapa, Departamento de Santa Ana, situado 6.5 Km. de la Ciudad de Chalchuapa, en las coordenadas LN 14° 01' 47" y LO 89° 42' 02" En esta zona se pueden encontrar vestigios de los ecosistemas formados principalmente por vegetación Cerrada Tropical Ombrófila semidecidual de tierras bajas, vegetación Abierta Predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal) y en su mayoría zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos. (FIAES/ASAPROSAR, 2007)

### *3.2.2. Hidrología*

La Hidrología de la zona está conformada por diversas quebradas estacionarias y nacimientos de agua que son aprovechados por las comunidades aledañas como fuentes de agua potable.

Entre los ríos más importantes del ANP; que fueron muestreados están: El Naranjal y El Cauque, los cuales pertenecen a la sub cuenca del Río Pampe; por tener una conformación de roca volcánica posee una excelente infiltración lo que la hace un micro cuenca de importancia local, ya que contribuye a que los mantos acuíferos tanto superficiales como subterráneos sean abundantes y aprovechables. (FIAES/ASAPROSAR, 2007)

En el interior del ANP se forma un río conocido por la localidad como El Jute además en el ANP se identifican diversas vertientes de donde se abastecen las comunidades de la parte baja del área por lo que se considera una zona de recarga hídrica importante, dentro de la cuenca del Río Paz. (FIAES/ASAPROSAR, 2007)



**Figura 1.** Mapa de ubicación de la cuenca del río Paz en el occidente de El Salvador.

**Fuente:** Elaborado por el grupo investigador.

### 3.2.3. Flora

El ANP La Magdalena, es una porción de nuestro territorio nacional que representa importancia debido a las características biofísicas, representativa de la Vegetación cerrada tropical Ombrófila semidecidua de tierras bajas, equivalente a un bosque húmedo subtropical de acuerdo, el mismo constituye la principal zona de vida de El Salvador. (Holdridge 1996)

El ANP actualmente presenta una diversidad de ecosistemas en los cuales se alberga gran cantidad de especies de flora, las cuales fueron reportadas durante el estudio realizado en el ANP La Magdalena por ASAPROSAR (2006), en donde se identificaron siete categorías de vegetación. (FIAES/ASAPROSAR, 2007)

Según el estudio de vegetación las diferentes categorías son las siguientes:

- Vegetación cerrada tropical Ombrófila semidecidua de tierras bajas,
- Vegetación cerrada principalmente siempre verde Riparia
- Vegetación abierta arbustiva predominantemente Decídua en época seca (matorral y arbustal),

- d) Vegetación abierta predominantemente siempre verde Latifoliada Esclerófila (chaparral),
- e) Vegetación abierta predominantemente siempre verde tropical sub montaña de coníferas (asociación pino-roble),
- f) Áreas de escasa vegetación sobre rocas, peñascos y coladas volcánicas,
- g) Sistemas productivos mixtos.

#### 3.2.4. Fauna

Según el estudio básico de fauna del ANP La Magdalena, se reportan 4 taxones, de los cuales se registraron un total de 158 especies de vertebrados, 8 anfibios, 16 reptiles, 122 aves y 12 mamíferos, las cuales fueron encontradas en 7 tipos de hábitat identificados en el ANP. Esto comprende el 19.30% del total de especies registradas en El Salvador.

A pesar que el área sufre constante perturbación, se registran especies de particular importancia, principalmente debido a la carencia de registros en el país y su capacidad de ser indicadores de la salud del hábitat. Así se puede mencionar la ranita hojarasquera común *Eleutherodactylus rhodopsis*, el falso coral *Sibon anthracops*, el milano de pico ganchudo *Chondrohierax uncinatus* y el búho de cachos *Bubo virginianus*. (FIAES/ASAPROSAR, 2007).

#### 3.2.5. Geomorfología

El ANP La Magdalena, morfológicamente pertenece a la Cadena Volcánica Reciente con volcanes no activos y a la Unidad de Paisaje Volcán Chingo. Pertenece a las formaciones volcánicas antiguas de reducida permeabilidad, los materiales son efusivas intermedias de la formación Morazán, existen además epiclastitas volcánicas de la formación Bálsamo. (FIAES/ASAPROSAR, 2007)

Para el desarrollo de esta investigación se procedió a la identificación de nuestra área de estudio, identificando las principales vertientes que corren al

interior del área protegida a fin de determinar en cuales se haría la toma de datos de campo. Para esto se realizaron varios recorridos en el área a fin de ubicar los principales puntos de interés, previa consulta con el personal guarda recursos para posteriormente realizar el muestreo.

### *3.3. Universo, población y muestra*

**Universo:** Los insectos acuáticos presentes en la cuenca del Río Paz en la zona occidental de El Salvador.

**Población:** Insectos acuáticos existentes en los ríos de la subcuenca del Río Pampe del Departamento de Santa Ana.

**Muestra:** Insectos acuáticos presentes en los ríos seleccionados del ANP La Magdalena en el Municipio de Chalchuapa

### *3.4. Selección de cauces para el estudio y ubicación de los puntos de muestreo*

Para el desarrollo de la investigación se procedió a identificar el área de estudio para determinar la ubicación de los puntos de muestreo que fueron seleccionados mediante un recorrido por la zona de estudio, acompañados por los guarda recursos del ANP, verificando que estos en su trayecto, atravesaran por sitios con diferentes usos de suelo (bosque ripario, comunidades y zonas de cultivo) y que mantuvieran un caudal permanente aun en época seca.

#### *3.4.1. Criterios para seleccionar y ubicar los puntos de muestreos*

A lo largo de cada cauce se ubicaron los puntos de muestreo, en el siguiente orden:

- ✓ Algunos metros cercanos al lugar de donde nace el río
- ✓ Aguas abajo en una franja media protegida por bosque ripario y



- ✓ Aguas abajo en una franja sin o con poca protección de vegetación con predominio de áreas perturbadas o impactadas por actividades antrópicas, consideradas como una fuente de contaminación puntual.

#### 3.4.2. Descripción de los puntos seleccionados

**Punto 1. El Manguito** está situado dentro de ANP con coordenadas LN 14°05'74.0" y LO 089°41'62.3" cuya elevación es de 840 *msnm*, siendo las aguas del río fuente para la preservación de flora y fauna silvestre y uso doméstico. Donde se encuentran piedras que son utilizadas para lavar. También este sitio es utilizado para fines turísticos encontrando en el lugar evidencias de preparación de alimentos.

Este punto está cubierto en un 80% de vegetación arbórea natural. El lecho del río es un sustrato arenoso con piedras desde medianas a grandes; la velocidad del agua es baja, con la apariencia del agua normal, con pocos sedimentos, las pozas observables son pocas, aproximadamente tiene una profundidad de 8 cm con sitios de refugio muy abundantes y la estabilidad de la orilla es muy estable, una de las amenazas observadas fue la contaminación sólida en presencia moderada, con plásticos identificables a simple vista y la presión de pesca es poco frecuente, no hay represas ni desviaciones del cauce en este punto.

La vegetación presente en el río es siempre verde riparia con árboles con alturas de 20 a 30 metros, con arbustos de 2 a 5 metros e hierbas con menos de 1 metro. Se observa la presencia de epifitas y musgos y una baja cantidad de bejucos. No se encuentra vegetación al interior del cauce. (Ver Figura 2)

**Punto 2. La ceiba** se encuentra ubicada dentro del ANP con coordenadas LN 14°05'59.6" y LO 089°41'32.7" cuya elevación es de 793 *msnm* siendo las aguas de este río son un refugio para la preservación de flora y vida silvestre. En este sitio se da la pesca y captura de cangrejos debido a la abundante

rocosidad; cercano al punto de muestreo se encuentra un camino que es transitado por pobladores para pasar de un caserío a otro.

La cobertura boscosa natural es de un 75% con presencia de claros reducidos. Lecho del río es de sustrato arenoso con piedras de medianas a grandes, la velocidad del agua es moderada y el ancho del cauce varía según la época.

El color del agua es transparente con un nivel de turbidez muy baja, con una apariencia del agua normal, los sedimentos son altamente abundantes, las pozas observables son pocas, la profundidad aproximadamente es de 11 cm, con rápidos altamente abundantes, el río presenta estabilidad en la orilla.

Una de las amenazas observadas en el sitio es la presencia de contaminantes sólidos como plásticos en presencia moderada, identificables a simple vista. La presión de pesca es poco frecuente, solo se da la extracción de cangrejos y jutes.

La vegetación de la zona ribereña es abierta siempre verde con árboles de 20 a 30 metros de altura, con arbusto de 5 metros, la presencia de musgos es baja y la presencia de bejucos es media, la vegetación al interior del cauce la constituyen hierbas emergentes y musgos sumergidos. (Ver Figura 2)

**Punto 3 El Pitalito.** Se encuentra situado en el ANP en las coordenadas LN 14°05'46.1" y LO 089°40'92.6", cuya elevación es de 778 *msnm*, siendo las aguas del río fuente para la preservación de flora y fauna silvestre, en la parte alta del río el agua es utilizada para lavar, el Cantón la Criba se abastece con agua del río.

La cobertura boscosa es del 80%, el lecho del río es un sustrato arcilloso con piedras desde pequeñas a grandes, la velocidad del agua es moderada y el ancho del cauce varía según la época. La presencia de claros es baja, el color del agua es transparente con una turbidez media, con sedimentos abundantes y con remansos pocos abundantes con presencia de varias pozas.

La profundidad del río es aproximadamente de 6 cm con rápidos altamente abundantes, los sitios de refugio son altamente abundantes y la orilla del río es muy estable. El tipo de contaminación encontrada es líquida y en el lugar las personas lavan, la presión de pesca es poco frecuente, no existen represas ni desviaciones del cauce.

La vegetación en la zona ribereña es abierta siempre verde con árboles de 20 a 30 metros y con presencia de arbustos de 2 a 1 metro, con hierbas menor a 1 metro de altura. Se observa presencia de epifitas, musgos y bejucos. La vegetación al interior del cauce se observan hierbas emergentes, musgos emergentes y sumergidos. (Ver Figura 2)

**Punto 4 Las Pozas:** lugar situado en el ANP en las coordenadas LN 14°05'43.7" y LO 089°40'90.0" cuya elevación es de 804 *msnm*, siendo las aguas del río utilizadas con fines turísticos y para la preservación de flora y fauna silvestre. Este punto está cubierto en un 65% de vegetación arbórea natural, en la parte alta del río lavan ropa y maíz, se bañan, se da el ingreso de ganado, realizan extracción de camarón y cangrejo de río.

El sustrato del río es arenoso, con piedras de medianas a grandes, la velocidad del agua es moderada y el ancho del cauce puede variar según la época. La presencia de claros es alta, el color del agua es poco transparente, se observan pocos sedimentos, las pozas son muy abundantes y algunas son muy profundas, los rápidos y remansos son altamente abundantes, los sitios de refugio son abundantes y la estabilidad de la orilla es altamente estable.

El tipo de contaminación observada fue solo sólido en presencia moderada, identificable a simple vista. La presión de pesca es frecuente represas y desviación del cauce ausentes.

La vegetación en la zona ribereña es abierta siempre verde, con árboles de 20 a 30 metros, arbustos de 2 a 5 metros, hierbas con menos de 1 metro. Se observan presencia de epifitas, musgos y pocos bejucos. La vegetación al

interior del cauce está conformada por hierbas emergentes y musgos sumergidos. (Ver Figura 2)

**Punto 5 El Cauque:** Se ubica dentro del ANP en las coordenadas LN 14°04'42.0" y LO 089°41'31.3" a una elevación de 734 *msnm*. Este punto posee escasa vegetación arbórea, se incorporan en el río aguas con residuos agroquímicos provenientes de parcelas agrícolas aledañas, la pesca es frecuente, se da la extracción de moluscos y la creación de represas temporales solo para la pesca.

El lecho del río es un sustrato arenoso con piedras desde pequeñas a grandes, la velocidad del cauce puede variar según la época. La presencia de claros es media, el color del agua es transparente con poca turbidez con apariencia normal, sedimentos mediamente abundantes con pocas pozas.

La profundidad del río aproximadamente es de 11 cm, con rápidos y remansos mediamente abundantes. Los sitios de refugio son muy abundantes con una orilla muy estable. Una de las amenazas encontradas fue la contaminación sólida con alta presencia de plástico identificada a simple vista y contaminación líquida por residuos de agroquímicos.

La presión de pesca es frecuente con represas y desviación del cauce temporales, la vegetación en la zona ribereña es siempre verde con una altura de media, árboles de 30 a 40 metros, arbustos de 2 a 5 metros, hierbas con menos de 1 metro. La presencia de musgo, epifitas y bejucos es alta. La vegetación al interior del cauce está compuesta por hierbas emergentes, musgos emergentes y sumergidos. (Ver Figura 2)

**Punto 6. El naranjal** se encuentra dentro del ANP en las coordenadas LN 14° 05` 10.9`` y LO 089°42`01.3`` a una altura de 728 *msnm*. Las aguas de este río son fuente de preservación de flora y fauna silvestre. Este punto posee abundante vegetación arbórea y está rodeada de zonas de cultivos de los cuales pudieran bajar lixiviados con residuos agroquímicos.

En la zona se encontraron señales de fogata, los lavaderos se encuentran a un costado del río y puede haber influencia antropogénica en el lugar. El lecho del río es limo arenoso, con piedras desde pequeñas a grandes, la velocidad del agua es moderada y el ancho del cauce varía según la época.

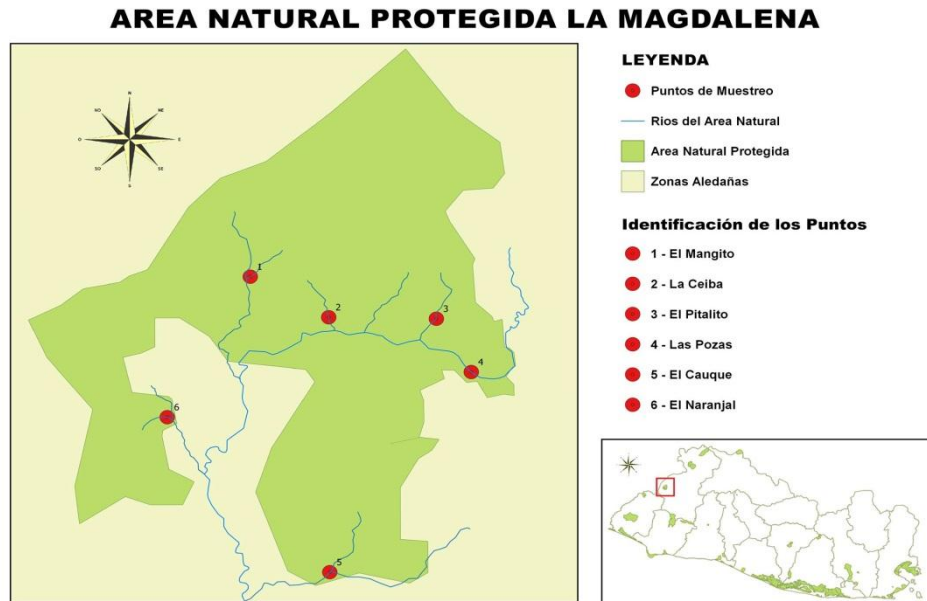
La presencia de claros es baja, el color del agua es transparente con una apariencia normal con pocos sedimentos, las pozas en el sitio son abundantes, la profundidad es casi 50 cm y los rápidos y remanso son altamente abundantes al igual que los sitios de refugio y la orilla del río es muy estable.

Entre las amenazas encontradas esta la presencia de contaminantes sólidos como plásticos y líquidos como agua con jabón o detergente provenientes de las actividades antropogénicas. La presión de pesca es poco frecuente, no hay desviación del cauce ni represas. La vegetación de la zona ribereña es alto siempre verde con árboles al interior del cauce está conformada por hierbas emergentes, sumergidas y musgo. (Ver Figura 2)

Cada punto se ubicó en las coordenadas presentadas en la siguiente tabla:

**Tabla 4.** Coordenadas geográficas de ubicación de los puntos de muestreo.

PUNTO DE MUESTREO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (msnm)
El Manguito	14° 05'7.40"	089° 41'623"	840
La Ceiba	14°05'596"	089° 41'327"	793
El Pitalito	14°05'461"	089°40'926"	778
Las Pozas	14°05'437"	089°40'900"	804
El Cauque	14°04'420"	089°41'313"	734
El Naranjal	14°05'109"	089°42'013"	728



**Figura 2.** Mapa de identificación de los puntos de muestreo  
**Fuente:** Elaborado por el grupo investigador

### 3.5. *Colecta de datos de campo*

Básicamente la etapa de colecta de datos se hizo tanto en campo (*in situ*) como en laboratorio, a fin de corregir posibles errores en la identificación de los especímenes capturados en el área durante los muestreos, así como para poder realizar la preservación de estos como referencia para el área de estudio.

#### 3.5.1. *Características biofísicas y parámetros fisicoquímicos*

Salazar, (2009), la toma de datos de campo en lo que respecta a las características del medio en un punto de muestreo específico, se hizo mediante la toma de datos de georeferencia en coordenadas Lambert con la ayuda de un GPS Garmin con un margen de error de 6 m, anotando el dato en la respectiva boleta de campo (ver anexos). Mientras que la toma de características biofísicas básicamente consistió en una descripción del punto de muestreo en ese espacio y tiempo determinado identificando parámetros.

### 3.5.2. *Parámetros y procedimiento a seguir para el protocolo SVAP*

- ✓ Apariencia del agua. Se realizó en cada punto de muestreo la observación directa del agua tratando de visualizar el fondo del cauce, a fin de determinar la transparencia del líquido, anotando este dato en la boleta de campo.
- ✓ Sedimentos. Se observó de manera cuidadosa el fondo de cada cuerpo de agua que fue elegido para el muestreo determinando la presencia de sedimentos o partículas precipitadas en el fondo, así como en las márgenes del cauce del río, luego se introdujo una regla graduada de 30 cm. en estos para determinar la densidad de la capa de sedimento.
- ✓ Zona ribereña (ancho y calidad de la misma). Se observó el segmento de vegetación que ocurre desde el margen del cauce hasta los 8 m fuera de este, identificando los estratos vegetativos así como el tipo de vegetación al cual pertenecen y su estado de perturbación.
- ✓ Sombra. En relación con el anterior, se determinó a partir de la abundancia y naturaleza de la vegetación presente en el sitio de muestreo, observando la presencia de claros y determinando de forma visual la cantidad de luz que entra hasta el cuerpo de agua.
- ✓ Pozas. Estas se identificaron tanto al interior del cauce así como en las márgenes verificando su ocurrencia y de ser posible su profundidad.
- ✓ Condiciones del cauce. Se identificó si el cauce es altamente curvado en su recorrido y específicamente en el sitio de muestreo, tomando la medición de su ancho en ese determinado punto identificando su viabilidad respecto a posibles sustratos para la colecta de especímenes.

- ✓ Alteraciones Hidrológicas (desbordes). Se procedió a identificar las condiciones que permitan o no un desborde en el cauce del río.
- ✓ Refugio (hábitat) para peces: Se identificaron el hábitat o el refugio más idóneos para que los peces tengan espacio con movimiento donde puedan aparearse.
- ✓ Refugio para macro invertebrados. Para ello se observó si en el trayecto escogido como sitio de muestreo existían los diferentes micros hábitat a tomar en cuenta para la captura de insectos.
- ✓ Estabilidad de las orillas: Se observó cómo influye el tipo de suelo y vegetación marginal en cada punto de muestreo.
- ✓ Barreras al movimiento de las especies. Se observó e identifico si en el sitio existen represas provocadas por sucesos naturales (caída de árboles, desbordes, etc.) o por intervención directa del ser humano y si estas afectan el desplazamiento de los animales al interior del cauce.
- ✓ Presión de pesca. Se identificó por simple observación la presencia de peces moluscos y crustáceos dentro del río, así como las prácticas de extracción de los mismo (barbasqueo o envenenamiento) a fin de facilitar su captura.
- ✓ Presencia de desechos sólidos orgánicos e inorgánicos. Se observó si existe presencia de desechos sólidos tales como botellas y bolsas plásticas, latas de aluminio, ropaje, vidrio o cualquier otro de origen inorgánico. De igual forma se observó si existían evidencias de presencia de heces fecales humanas o de animales domésticos como ganado, estado de degradación y su abundancia en el lugar.



- ✓ Presencia de estiércol: Se observó si en los márgenes y dentro del cauce hay presencia de estiércol de ganado, aves, ente otros.
- ✓ Aumento de nutrientes de origen orgánico. Para este se verifico si en las rocas del interior y las márgenes del cauce hay presencia de algas y musgos que formen placas verdosas y lizas al tacto, así como plantas acuáticas superiores. (Salazar, 2009).

### 3.5.3. Toma de parámetros fisicoquímicos

La toma de estos parámetros se realizó en la siguiente manera:

- ✓ Temperatura. En cada punto de muestreo, se tomó la temperatura del ambiente y del agua con un termómetro de mercurio.

Para tomar la temperatura ambiente, se buscó sitios donde los rayos del sol no fueran tan pronunciados para evitar errores de lectura, sujetando el termómetro sin que el calor de la mano interfiriera, exponiéndolo por un tiempo aproximado de 3 minutos a las condiciones ambientales y se anotó el dato, así como la hora en que se realizó la medición para determinar la temperatura ambiente en ese momento.

La toma de datos de la temperatura del agua en cada punto de muestreo consistió en introducir el termómetro al agua aproximadamente 3 minutos, sujetándolo con la mano y teniendo cuidado que no interfiera el calor de la mano, este dato al igual que el anterior se anotó en la respectiva boleta de campo.

- ✓ Potencial hidrogeno (pH). Este parámetro se tomó una sola vez en cada punto de muestreo, durante las tres tomas de datos y colecta de especímenes, a fin de establecer relaciones. Se realizó con ayuda de papel pH, sumergiendo una porción de este en el cuerpo de agua, por 1 minuto,

luego se comparó con la tabla de colores impresos en la caja de empaque del mismo, este dato fue anotado en la boleta de campo.

### *3.6. Muestreo y captura de insectos acuáticos*

Los puntos que se muestrearon fueron seis, en cada punto la captura de los organismos se llevó a cabo utilizando dos métodos diferentes dependiendo de las características del cauce a muestrear, los métodos utilizados consistieron con una red D y colador plástico, son los dos métodos más adecuados para la colecta de organismos en ríos y quebradas.

#### *3.6.1. Captura de los especímenes*

Para realizar la captura se procedió a introducirse en el agua hasta un nivel de profundidad que facilitara el manejo de equipo destinado para esta actividad.

Antes de proceder se verificaron que en el punto de muestreo existan algunos de los siguientes sustratos o micro hábitat:

- ✓ Plantas flotantes, sumergidas o emergentes al interior del cuerpo de agua.
- ✓ Troncos podridos al interior del agua.
- ✓ Rocas incrustadas en el fondo del agua.
- ✓ Rocas, raíces y objetos sumergidos en el margen del cauce.
- ✓ Paquetes de hojas en remansos, rápidos y márgenes del cauce.
- ✓ Sedimentos al interior del cauce y en las márgenes.
- ✓ Vegetación presente en los primeros 30 cm de las riberas.

#### *3.6.2. Colecta en el interior del cauce y los márgenes*

Puesto que estas dos zonas son las que más micro hábitats proporcionan a las etapas inmaduras de los insectos acuáticos, el muestreo fue más intenso a

fin de asegurar la colecta de una gran diversidad de organismos en una variedad de micro ambientes diferentes haciendo más representativa la muestra.

### *3.6.3. Captura de insectos acuáticos mediante el método de la Red D.*

En cada punto de muestreo se utilizó una red de tipo industrial consistiendo de un mango de madera de aproximadamente 1.20 m reforzado con pernos para hacerlo desmontable y facilitar su transporte en campo. De igual forma la red propiamente dicha consiste de un aro metálico en forma de una letra D unido por un extremo a un lienzo de lona unido a una bolsa de más o menos 70 cm de longitud y 500 micrómetros de luz de malla. (Ver anexo 5, Foto 13)

Los micro-hábitats de rápidos y remansos, con sustrato duro y blando, se removió el sustrato con la mano y los pies, procurando que el residuo removido quedara atrapado en la red D, cambiándola constantemente del lugar y procurando que el material removido quede dentro de la red.

Este proceso se realizó en un lapso de 15 minutos, dividiendo este periodo en tres momentos de captura consistentes en cinco minutos cada uno. Luego se procedió a extraer de la red los sustratos en los cuales se encontraran inmersos los especímenes para luego ser depositados en bolsa plástica Ziploc de 28 cm de largo por 27 cm de ancho.

La bolsa conteniendo la muestra se depositó dentro de otra Ziploc a fin de evitar la salida de líquidos. Estas se identificaron con una ficha con los datos respectivos del lugar y la fecha en la que se realizó el muestreo, nombre del río, número del punto muestreado, tipo de muestreo y adicionándole alcohol 90 a las sub-muestras para ser trasladadas al centro de operaciones para luego ser limpiadas el mismo día de la colecta, el material extraído que no fue utilizado se devolvió al río.

#### *3.6.4. Captura de insectos mediante el método del colador plástico*

Este equipo siendo fácil y económico de obtener consistió de un colador plástico de 20 cm de diámetro, utilizado comúnmente en las labores hogareñas con una longitud de 30 cm y una luz de malla de aproximadamente 200 micrómetros.

Este método se realizó durante 15 minutos consecutivos, se realizó sumergiendo y deslizando el colador en los sitios donde la red no puede entrar tanto en el interior, así como en las márgenes del río, de igual forma se removieron rocas, troncos u objetos sumergidos con el propósito de capturar a los individuos que estuvieran enterrados en el fondo. (Ver anexo 5, Foto 12).

Además se utilizó para la colecta de especímenes que habitan en los paquetes de hojas presentes en los remansos y rápidos de las vertientes, sacando los paquetes del agua y ser lavados con cuidado de manera que los organismos quedaran en el colador para depositarlos en bolsa ziploc con un poco del material extraído, se rotularon las bolsas con lugar y fecha en la que se realizó el muestreo, nombre del río, número del punto muestreado, tipo de muestreo y adicionándole alcohol 90 a las sub-muestras para ser trasladadas al centro de operaciones para luego ser limpiadas el mismo día de la colecta, el material extraído que no fue utilizado se devolvió al río.

#### *3.6.5. Traslado de la muestra al laboratorio*

Para esto se utilizaron frascos plásticos conteniendo los especímenes ya limpios con alcohol al 70% v/v fueron colocados dentro de una hielera plástica de aproximadamente 64 cm de largo por 42 cm de ancho y 35 cm de profundidad para así, facilitar el transporte de estas evitando la salida del alcohol para mantener en buen estado a los especímenes para luego comenzar la identificación de las mismas. (ver anexo 3, Foto 2).

### *3.6.6. Identificación de los especímenes*

Para la identificación de los individuos colectados se utilizaron guías y claves taxonómicas para su clasificación en sus respectivos órdenes y familias. Este proceso se desarrolló principalmente en el laboratorio, consistiendo en tres fases o etapas como se describe a continuación:

### *3.6.7. Identificación de especímenes en el Laboratorio*

En este caso los individuos preservados en alcohol, se colocaron al interior de cajas de Petri de vidrio de 10 cm de diámetro, para ser observados bajo la lente de un estéreo microscopio marca *Leica Zoom 2000* con una capacidad de aumento de 45 X, utilizando tanto luz reflejada, como luz transmitida y así poder observar con detalle los rasgos anatómicos de los especímenes para su correcta identificación. (Ver anexo 5, foto 16)

### *3.6.8. Limpieza de la muestra*

Para esta actividad las muestras colectadas se distribuyeron en cajas Petri de vidrio de 10 cm de diámetro para ser observadas una a una al estéreo microscopio, utilizando principalmente luz reflejada para la observación, ocupando agujas de disección, pinzas entomológicas y pinceles plásticos pequeños para así poder separar a los especímenes de restos vegetales, arena u otros objetos contenidos en la muestras. Los especímenes se depositaron en otra caja conteniendo 10 ml de solución de alcohol al 70% a fin de conservarlos en perfecto estado.

Al terminar la limpieza los insectos se depositaron en frascos plásticos conteniendo 15 ml de la solución de alcohol y se les colocó la respectiva viñeta que identifica el lugar, punto de muestreo, sub muestra, equipo utilizado y fecha en la cual se colectaron.

Posteriormente se almacenaron para luego separarlos e identificar los ejemplares.

### 3.6.9. *Separación de los órdenes*

Terminada la fase de limpieza se procedió a la separación de los insectos en sus respectivos órdenes, dicha actividad consistió en rotular un promedio de 12 cajas Petri con cada uno de los posibles órdenes a encontrar a fin de llevar un mejor control de lo encontrado y tomar cada uno de los frascos con las submuestras vaciando su contenido en una caja Petri de vidrio, que se observaron al estéreo microscopio.

Los insectos se separaron con la ayuda de pinzas entomológicas colocándolos de acuerdo a la categoría taxonómica a la cual pertenecen y así contribuir al análisis de los resultados. Una vez distribuidos estos se colocaron en viales plásticos depositándolos con la ayuda de pinzas y pinceles y adicionando la solución de alcohol al 70% con un gotero plástico con capacidad de 3 ml, rotulando cada vial con los datos respectivos de la muestra a la cual pertenecen y luego ser almacenados para la identificación. (Ver anexo 3, Foto 2)

### 3.6.10. *Identificación de las familias*

Para la identificación de las familias de insectos presentes en las muestras se utilizaron guías y claves taxonómicas ilustradas. Cada vial conteniendo las muestras fue observado depositando los insectos en cajas petri conteniendo únicamente agua y montándolos al estéreo microscopio para así ser identificados en base a sus características morfológicas. (Ver anexo 3, Foto 4)

Una vez identificados en sus respectivas familias se procedió al conteo de individuos con la ayuda de pinzas entomológicas, agujas de disección y pinceles plásticos para luego ser anotados en las boletas de laboratorio y con estos datos se realizó el análisis de los resultados. Al mismo tiempo se realizó la preservación y fotografiado de los especímenes rotulándolos con los datos respectivos al lugar y fecha de colecta, así como la familia a la cual pertenezcan a fin de crear una base de referencia para el área protegida.

### 3.7. *Procesamiento y tabulación de datos*

#### 3.7.1. *Procesamiento y tabulación de datos bio-físicos.*

Para procesar los puntajes obtenidos en campo sobre los datos biofísicos de cada de los seis puntos de muestreo, sistematizaron y ordenaron los datos, se procedió a la adjudicación de los puntajes concernientes para establecer la calidad que posee el ambiente de cada punto de muestreo para determinar la estabilidad del ecosistema en general.

Esta información sirvió para contrastar los datos de captura e identificación de familias de insectos acuáticos y su relación con el medio no solo acuático sino también terrestre contribuyendo al análisis y discusión de los resultados.

#### 3.7.2. *Utilización de los índices biológicos IBF-SV 2010*

La totalidad del número de familias y órdenes obtenidos en el laboratorio como resultado del proceso de identificación fueron procesados según el índice biológico a nivel de familias de invertebrados acuáticos en El Salvador (IBF-SV 2010). Para cada punto de muestreo, se multiplica la abundancia de cada grupo taxonómico por el puntaje asignado para dicho grupo taxonómico, el resultado se divide entre el número total de individuos recolectados en el punto de muestreo, luego se realiza la sumatoria de los valores obtenidos de anteriormente y se compararon con los rangos de las categorías del índice (Hilsenhoff, 1988, cit. Por, Sermeño Chicas *et. al.*, 2010) y así se obtiene la calidad del agua y el grado de contaminación orgánica. Estos datos son procesados de manera electrónica y tabulada para cada uno de los seis puntos de muestreo.

### 3.8. *Análisis de los datos*

Para analizar los datos obtenidos tanto en campo como en laboratorio se hizo uso de estadística descriptiva usando gráficos de barras para la presentación de los mismos. De igual forma se elaboraron tablas de

conglomerado para un mejor análisis de la información contrastando factores biofísicos de los sitios de muestreo con información obtenida a partir de los índices, SVAP, IBF-SV 2010 e índices ecológicos de diversidad (Shannon-Weiner, Simpson) y riqueza, (Margalef), entre los puntos de muestreo.

El cálculo de los datos referentes a cada uno de los índices antes mencionados se obtuvo mediante la utilización de los Software **Diversity 3.0** para luego ser analizados y poder contrastar información con los índices de calidad ambiental (SVAP) y calidad del agua (IBF-SV 2010) a fin de entender con mayor claridad las condiciones presentes en los ecosistemas del área protegida.

Índice IBF-SV 2010

$$IBF = 1/N \sum ni ti$$

Dónde: N = número total de individuos de la muestra (por punto)

ni = número de individuos de una familia

ti = puntaje de tolerancia de cada familia

Índices estadísticos utilizados para el análisis de la diversidad

✓ El Índice de Shannon-Wiener (H') ayuda a comparar los hábitats de acuerdo a la diversidad de especies. Este índice contempla un sólo valor que va de 0 en el caso de una especie y se incrementa a medida que la riqueza y equidad es mayor (Krebs 1989, citado de Kraker y Pérez 2009).

Índice de Shannon-Wiener

$$H' = \sum_{i=1}^n pi (\ln pi)$$

Dónde: H' = Índice de diversidad de Shannon – Wiener

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N) y pi = ni/N

N = Número total de individuos



✓ El índice de diversidad de Simpson (D), el cual expresa un valor de 0 cuando los taxos están representados ecuánimemente a 1 cuando un taxón domina la comunidad completamente (Hammer *et al.*, 2008, cit. por Kraker y Pérez 2009).

Índice de Simpson

$$D = \sum_{i=1}^{n0} n_i(n_i-1)(N(N-1))$$

Dónde: D= Índice de diversidad de Simpson

$n_i$  = es el número de individuos de las especies  $i$

N = Número total de individuos

Calculo de la riqueza de especies

✓ Índice de riqueza de Margalef (R), es considerado un indicador de la riqueza de especies y es la forma más sencilla de medir la biodiversidad. Se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia del mismo y se calcula de la siguiente manera (Moreno 2001).

Índice de Margalef

$$R = (S - 1) / \ln N$$

Dónde: R = Índice de Margalef

S = Número de especies

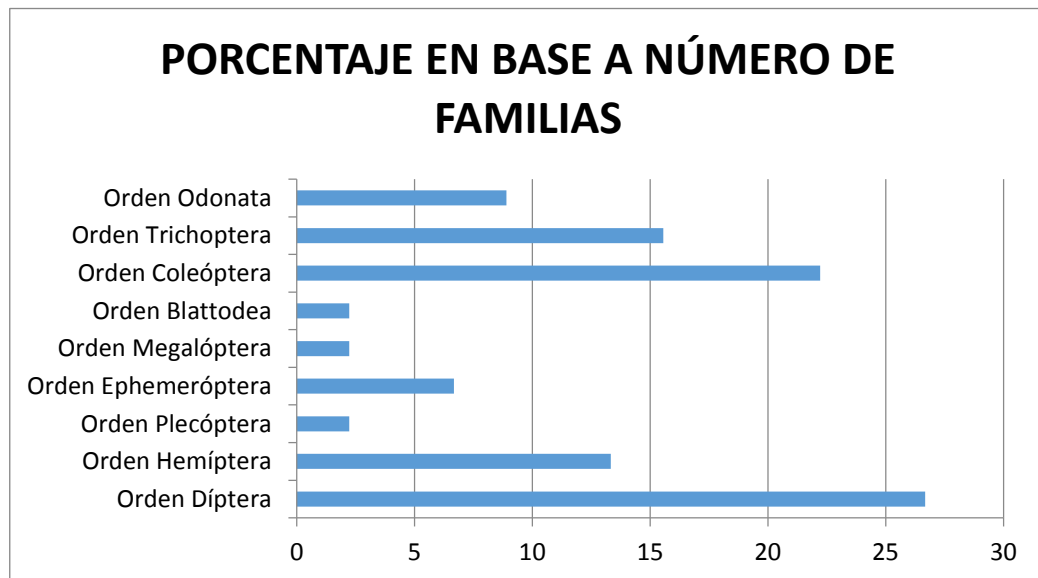
N = Número total de especies

## 4. RESULTADOS

Después que se concluyó las fases de campo y laboratorio se compilaron y sistematizaron los datos, para reportar el total de familias de insectos acuáticos diferentes presentes en los ríos del área protegida.

**Tabla 5.** Porcentaje de cada orden según el total de todas las muestras.

ORDEN	PORCENTAJE EN BASE A NUMERO DE FAMILIAS
Orden Díptera	26.67
Orden Hemíptera	13.33
Orden Plecóptera	2.22
Orden Ephemeroptera	6.67
Orden Megaloptera	2.22
Orden Blattodea	2.22
Orden Coleóptera	22.22
Orden Trichoptera	15.56
Orden Odonata	8.89
<b>TOTAL</b>	100



**Gráfico 1.** Representación del porcentaje de cada orden según el número de familias colectadas durante toda la fase de campo.

En el punto uno, El Manguito se identificaron 32 familias, 27 para el punto dos La Ceiba, 31 para el punto tres El Pitalito, 28 para el punto cuatro Las Pozas, 31 para el punto cinco El Cauque, 29 para el punto seis El Naranjal, tal como se muestran en las siguientes tablas:

**Tabla 6.** Listado de familias del orden Coleóptera y su presencia en los diferentes puntos de muestreo.

ORDEN COLEOPTERA	PRESENCIA					
	El Manguito	La Ceiba	El Pitalito	Las Pozas	El Cauque	El Naranjal
<i>Ptilodactylidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Limnichidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Elmidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Lampyridae</i>	X	X	X	-	X	-
<i>Dytiscidae</i>	-	-	-	X	-	-
<i>Dryopidae</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Ptiliidae</i>	-	X	-	-	-	-
<i>Hydraenidae</i>	-	X	X	-	X	X
<i>Scirtidae</i>	-	-	-	X	-	-
<i>Hydrophilidae</i>	X	-	-	-	-	-

SIMBOLOGIA: X = Presencia

- = Ausencia

Las familias *Ptilodactylidae*, *Limnichidae*, *Elmidae* del orden Coleóptera se encontraron en todos los puntos y las familias *Dytiscidae*, *Scirtidae*, *Hydrophilidae* solo se encontraron en un punto de muestreo. Según Merrit (2008) las familias *Elmidae*, *Dryopidae* son principalmente terrestres sin embargo pueden ser subacuáticas.

**Tabla 7.** Listado de familias del orden Díptera y su presencia en los diferentes puntos de muestreo.

ORDEN DIPTERA	PRESENCIA					
	El Manguito	La Ceiba	El Pitalito	Las Pozas	El Cauque	El Naranjal
<i>Tipulidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Ceratopogonidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Tanyderidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Sciomyzidae</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Stratiomyidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Dolichopodidae</i>	X	X	X	-	X	X
<i>Tabanidae</i>	-	-	X	-	X	-
<i>Empididae</i>	X	-	-	X	-	X
<i>Chironomidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Simulidae</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Muscidae</i>	-	X	-	-	-	-
<i>Culicidae</i>	-	-	-	-	X	X

SIMBOLOGIA: X = Presencia  
- = Ausencia

Las familias *Tipulidae*, *Ceratopogonidae*, *Tanyderidae*, *Stratiomyidae* y *Chironomidae* del orden Díptera, se encontraron en todos los puntos y las familias *Sciomyzidae*, *Simulidae*, *Muscidae* solo se encontraron en un punto de muestreo. Según Merrit (2008) las familias *Tipulidae*, *Stratiomyidae*, *Simulidae*, *Chironomidae*, *Ceratopogonidae*, *Empididae* son principalmente terrestres sin embargo pueden ser subacuáticas.

**Tabla 8.** Listado de familias del orden Trichoptera y su presencia en los diferentes puntos de muestreo.

ORDEN TRICHOPTERA	PRESENCIA					
	EI Manguito	La Ceiba	EI Pitalito	Las Pozas	EI Cauque	EI Naranjal
<i>Calamoceratidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Hydropsychidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Polycentropodidae</i>	X	X	X	X	X	-
<i>Glossosomatidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Hydrobiosidae</i>	-	-	X	X	X	X
<i>Leptoceridae</i>	-	-	-	-	X	X
<i>Philopotamidae</i>	X	X	-	-	-	-

SIMBOLOGIA: X = Presencia  
- = Ausencia

Las familias *Calamoceratidae*, *Hydropsichidae*, *Glossosomatidae* se encontraron en todos los puntos. Según Merrit (2008), las familias *Calamoceratidae*, *Hydropsichidae*, *Philopotamidae* son principalmente terrestres sin embargo pueden ser subacuáticas.

**Tabla 9.** Listado de familias del orden Hemiptera y su presencia en los diferentes puntos de muestreo.

ORDEN HEMIPTERA	PRESENCIA					
	EI Manguito	La Ceiba	EI Pitalito	Las Pozas	EI Cauque	EI Naranjal
<i>Veliidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Naucoridae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Hydrometridae</i>	-	-	X	-	-	-
<i>Pentatomidae</i>	-	-	X	-	-	-

<i>Belostomatidae</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Mesoveliidae</i>	-	-	-	-	-	X

SIMBOLOGIA: X = Presencia  
- = Ausencia

Las familias *Veliidae* y *Naucoridae*, se encontraron en todos los puntos y las familias *Hydrometridae*, *Pentatomidae*, *Belostomatidae*, *Mesoveliidae* solo se encontraron en un punto de muestreo. Según Merrit (2008), las familias *Veliidae*, *Naucoridae* y *Belostomatidae* son principalmente terrestres sin embargo pueden ser subacuáticas.

**Tabla 10.** Listado de familias de los órdenes Odonata, Ephemeroptera y su presencia en los diferentes puntos de muestreo.

ORDEN ODONATA	PRESENCIA					
	EI Manguito	La Ceiba	EI Pitalito	Las Pozas	EI Cauque	EI Naranjal
<i>Libellulidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Calopterygidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Coenagrionidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Gomphidae</i>	X	X	X	X	X	X
ORDEN EPHEMEROPTERA	PRESENCIA					
	EI Manguito	La Ceiba	EI Pitalito	Las Pozas	EI Cauque	EI Naranjal
<i>Leptohyphidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Baetidae</i>	-	-	-	X	X	X
<i>Caenidae</i>	X	-	-	X	X	X

SIMBOLOGIA: X = Presencia  
- = Ausencia

Las familias *Libellulidae*, *Calopterygidae*, *Coenagrionidae*, *Gomphidae* del orden Odonata, se encontraron en todos los punto. Según Merrit (2008), las

cuatro familias ya mencionadas son principalmente terrestres sin embargo pueden ser subacuáticas.

Para el Orden Ephemeroptera, solo la familia *Leptohyphidae* se encontró en todos los puntos. Merrit (2008), las familias *Leptohyphidae* y *Baetidae* son principalmente terrestres sin embargo pueden ser subacuáticas.

**Tabla 11.** Listado de familias del ordenes Megaloptera, Plecóptera, Blattodea y su presencia en los diferentes puntos de muestreo.

ORDEN	PRESENCIA					
	El Manguito	La Ceiba	El Pitalito	Las Pozas	El Cauque	El Naranjal
<b>MEGALOPTERA</b>						
<i>Corydalidae</i>	X	-	-	-	X	X
ORDEN	PRESENCIA					
	El Manguito	La Ceiba	El Pitalito	Las Pozas	El Cauque	El Naranjal
<b>PLECOPTERA</b>						
<i>Perlidae</i>	X	X	-	X	X	X
ORDEN	PRESENCIA					
	El Manguito	La Ceiba	El Pitalito	Las Pozas	El Cauque	El Naranjal
<b>BLATTODEA</b>						
<i>Blaberidae</i>	X	X	X	-	X	-

SIMBOLOGIA: X = Presencia  
- = Ausencia

Merrit (2008) las familias *Corydalidae* del orden Megaloptera, *Perlidae* del Orden Plecóptera y *Blaberidae* del orden Blattodea son principalmente terrestres sin embargo pueden ser subacuáticas.

Se colectaron un total de 5,968 individuos capturándose 796 para el punto 1 El Manguito, 893 para el punto 2 La Ceiba, 1,091 para el punto 3 El Pitalito, 757

para el punto 4 Las Pozas, 1,279 para el punto 5 El Cauque, 1,152 para el punto 6 El Naranjal

**Tabla 12.** Listado de familias y número de individuos por punto de muestreo para el orden Coleóptera.

ORDEN COLEOPTERA	NÚMERO DE INDIVIDUOS POR PUNTO DE MUESTREO					
	El Manguito	La Ceiba	El Pitalito	Las Pozas	El Cauque	El Naranjal
<i>Ptilodactylidae</i>	39	153	165	7	287	48
<i>Limnichidae</i>	14	3	32	22	7	30
<i>Elmidae</i>	19	50	28	1	123	98
<i>Lampyridae</i>	1	2	3	0	4	0
<i>Dytiscidae</i>	0	0	0	2	0	0
<i>Dryopidae</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Ptiliidae</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Hydraenidae</i>	0	3	1	0	1	6
<i>Scirtidae</i>	0	0	0	4	0	0
<i>Hydrophilidae</i>	1	0	0	0	0	0

**Tabla 13.** Listado de familias y número de individuos por punto de muestreo para el orden Díptera.

ORDEN DIPTERA	NÚMERO DE INDIVIDUOS POR PUNTO DE MUESTREO					
	El Manguito	La Ceiba	El Pitalito	Las Pozas	El Cauque	El Naranjal
<i>Tipulidae</i>	61	17	16	4	29	3
<i>Ceratopogonidae</i>	31	10	40	13	24	4
<i>Tanyderidae</i>	53	73	43	25	31	41



<i>Sciomyzidae</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Stratiomyidae</i>	3	5	13	9	15	2
<i>Dolichopodidae</i>	1	5	3	0	8	1
<i>Tabanidae</i>	0	0	3	0	4	0
<i>Empididae</i>	3	0	0	1	0	2
<i>Chironomidae</i>	58	30	27	37	101	35
<i>Simulidae</i>	29	0	0	0	0	0
<i>Muscidae</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Culicidae</i>	0	0	0	0	29	1

**Tabla 14.** Listado de familias y número de individuos por punto de muestreo para el orden Trichoptera.

ORDEN TRICHOPTERA	NÚMERO DE INDIVIDUOS POR PUNTO DE MUESTREO					
	EI Manguito	La Ceiba	EI Pitalito	Las Pozas	EI Cauque	EI Naranjal
<i>Calamoceratidae</i>	171	188	365	150	138	381
<i>Hydropsychidae</i>	134	185	101	181	192	176
<i>Polycentropodidae</i>	1	2	52	4	1	0
<i>Glossosomatidae</i>	60	41	80	5	16	4
<i>Hydrobiosidae</i>	0	0	1	68	14	13
<i>Leptoceridae</i>	0	0	0	0	1	5
<i>Philopotamidae</i>	2	1	0	0	0	0

**Tabla 15.** Listado de familias y número de individuos por punto de muestreo para el orden Hemíptera.

ORDEN HEMIPTERA	NÚMERO DE INDIVIDUOS POR PUNTO DE MUESTREO					
	EI Manguito	La Ceiba	EI Pitalito	Las Pozas	EI Cauque	EI Naranjal
<i>Veliidae</i>	11	4	7	3	15	3
<i>Naucoridae</i>	2	15	4	1	2	3
<i>Hydrometridae</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Pentatomidae</i>	0	0	2	0	0	0
<i>Belostomatidae</i>	7	0	0	0	0	0
<i>Mesoveliidae</i>	0	0	0	0	0	1

**Tabla 16.** Listado de familias y número de individuos por punto de muestreo para los órdenes Odonata y Ephemeroptera.

ORDEN ODONATA	NÚMERO DE INDIVIDUOS POR PUNTO DE MUESTREO					
	EI Manguito	La Ceiba	EI Pitalito	Las Pozas	EI Cauque	EI Naranjal
<i>Libellulidae</i>	29	17	12	8	21	7
<i>Calopterygidae</i>	14	5	35	141	34	29
<i>Coenagrionidae</i>	14	9	9	17	15	5
<i>Gomphidae</i>	2	14	22	1	43	15
ORDEN EPHEMEROPTERA	NÚMERO DE INDIVIDUOS POR PUNTO DE MUESTREO					
	EI Manguito	La Ceiba	EI Pitalito	Las Pozas	EI Cauque	EI Naranjal
<i>Leptohyphidae</i>	23	12	24	37	27	26

<i>Baetidae</i>	0	0	0	6	7	33
<i>Caenidae</i>	2	0	0	3	1	9

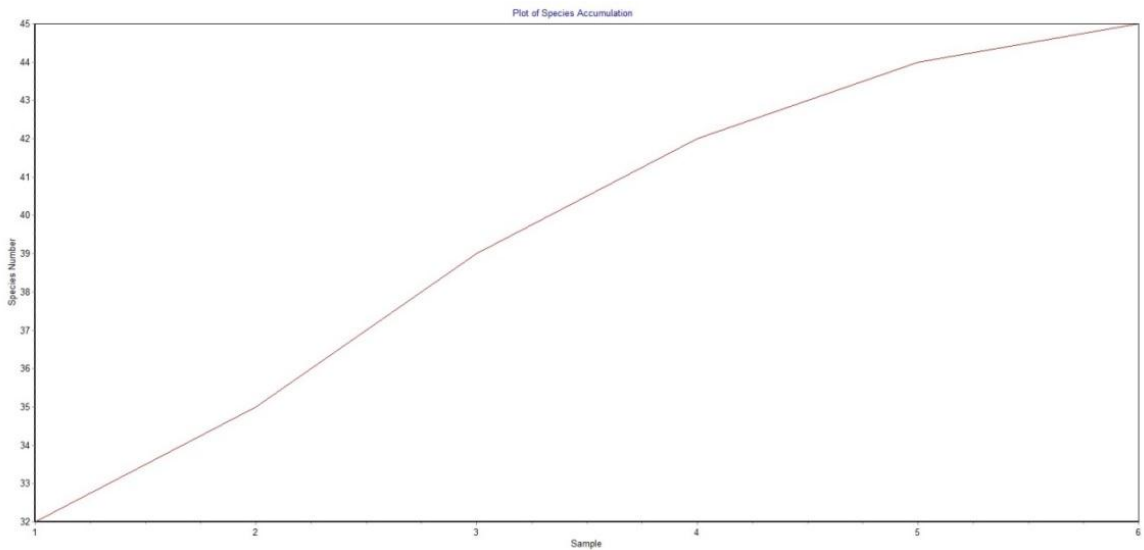
**Tabla 17.** Listado de familias y número de individuos por punto de muestreo los Ordenes Megaloptera, Plecóptera, Blattodea.

ORDEN MEGALOPTERA	NÚMERO DE INDIVIDUOS POR PUNTO DE MUESTREO					
	EI Manguito	La Ceiba	EI Pitalito	Las Pozas	EI Cauque	EI Naranjal
<i>Corydalidae</i>	3	0	0	0	12	17
ORDEN PLECOPTERA	NÚMERO DE INDIVIDUOS POR PUNTO DE MUESTREO					
	EI Manguito	La Ceiba	EI Pitalito	Las Pozas	EI Cauque	EI Naranjal
<i>Perlidae</i>	4	9	0	5	105	152
ORDEN BLATTODEA	NÚMERO DE INDIVIDUOS POR PUNTO DE MUESTREO					
	EI Manguito	La Ceiba	EI Pitalito	Las Pozas	EI Cauque	EI Naranjal
<i>Blaberidae</i>	1	2	2	0	1	0

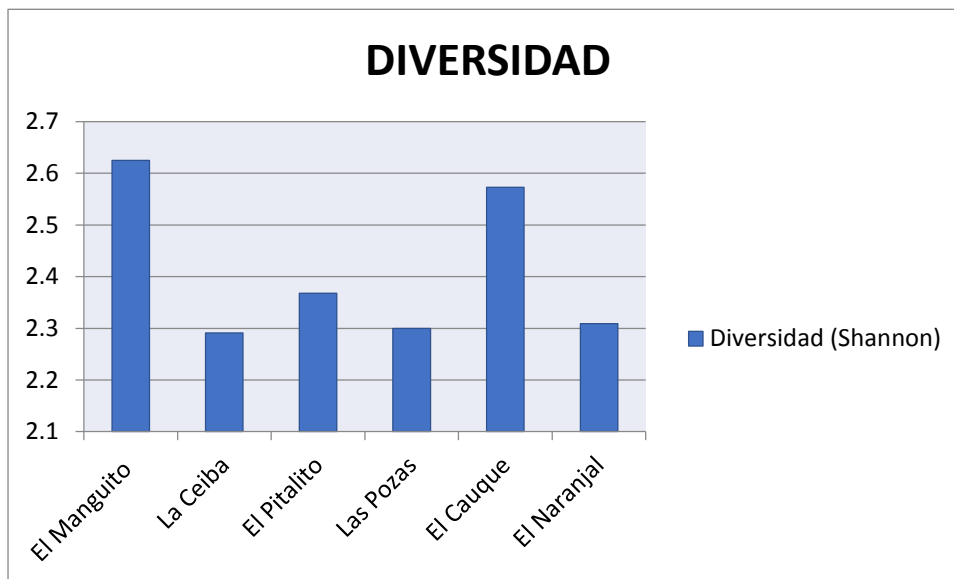
A partir de los tres muestreos realizados y el número de individuos colectados e identificados para cada sitio de muestreo se realizó el cálculo de los valores concernientes a la diversidad  $\alpha$  de cada uno de ellos mediante el uso de los diferentes índices ecológicos tal y como se presenta a continuación:

**Tabla 18.** Índices estadísticos de diversidad obtenidos para los puntos muestreados en Área Natural Protegida La Magdalena

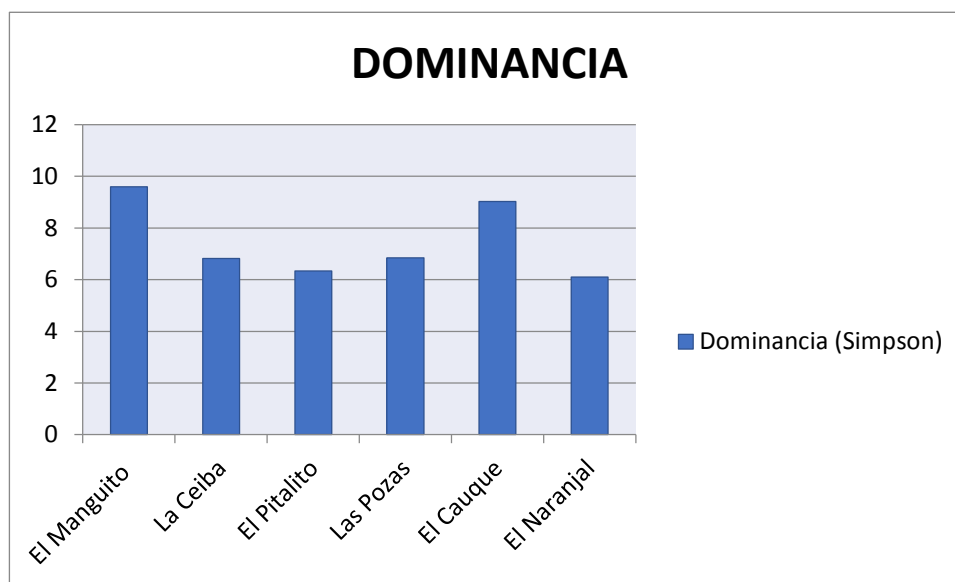
Indicador	El Manguito	La Ceiba	El Pitalito	Las Pozas	El Cauque	El Naranjal
Abundancia	32	27	27	28	31	29
Diversidad de Shannon	2.625	2.291	2.368	2.3	2.573	2.309
Diversidad de Simpson	9.597	6.823	6.336	6.84	9.026	6.099
Riqueza de Margalef	4.642	3.86	3.717	3.922	4.193	3.972



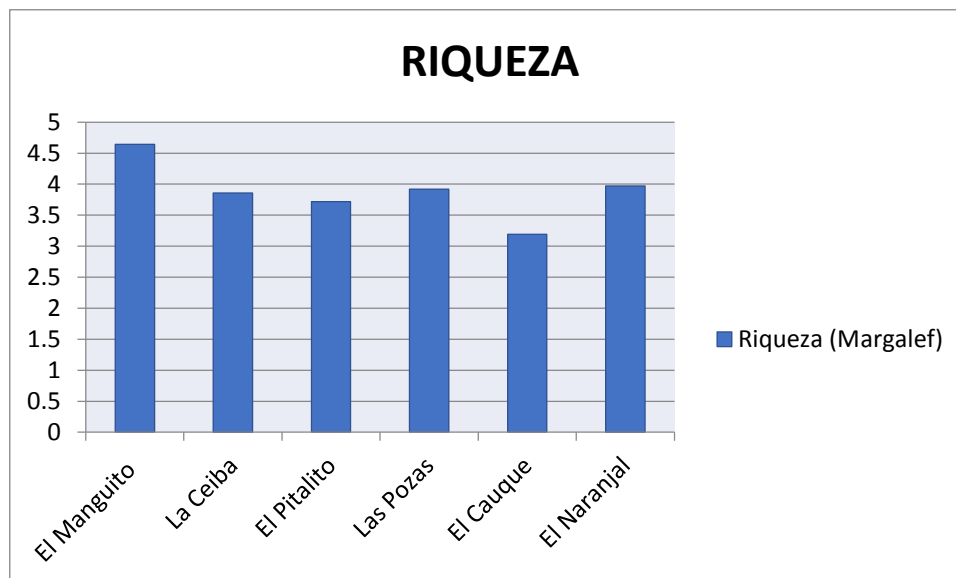
**Gráfica 2:** Curva de acumulación de especies para el ANP La Magdalena



**Grafica 3:** Resultado de diversidad para cada uno de los puntos muestreados según el índice de Shannon-Wiener



**Grafica 4:** Resultado de diversidad (dominancia) para cada uno de los puntos muestreados según el índice de Simpson

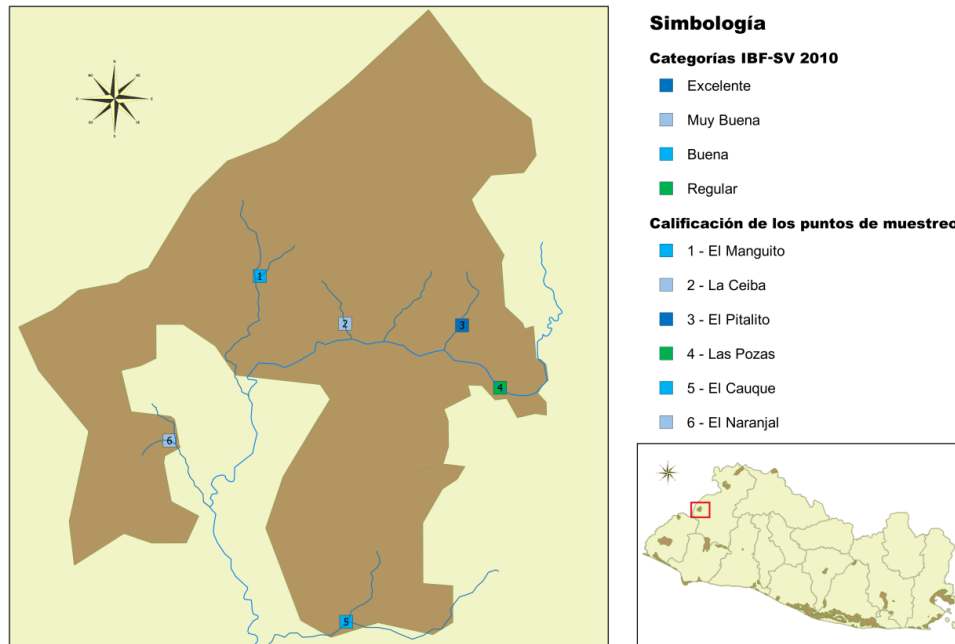


**Grafica 5:** Resultado de riqueza en base a abundancia relativa de familias para cada uno de los puntos muestreados según el índice de Margalef

**Tabla 19.** Resultados obtenidos en base a los valores IBF-SV 2010 para cada uno de los puntos y su categorización

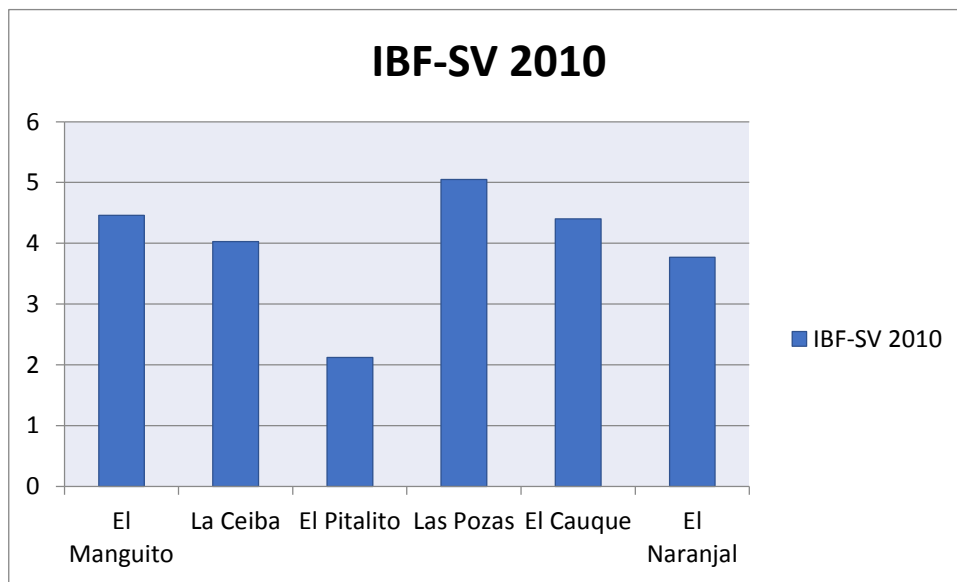
RESULTADOS POR PUNTO	VALOR IBF-SV 2010	CATEGORIA	CALIDAD DEL AGUA	INTERPRETACION DEL GRADO DE CONTAMINACION ORGANICA
El Manguito = <b>4.46</b>	4.26 – 5.00	3	Buena	Alguna contaminación orgánica probable
La Ceiba = <b>4.03</b>	3.76 – 4.25	2	Muy buena	Contaminación orgánica leve posible
El Pitalito = <b>2.12</b>	0.00 – 3.75	1	Excelente	Contaminación orgánica improbable
Las Pozas = <b>5.05</b>	5.01 – 5.75	4	Regular	Contaminación orgánica bastante sustancial, es probable
El Cauque = <b>4.40</b>	4.26 – 5.00	3	Buena	Alguna contaminación orgánica probable
El Naranjal = <b>3.77</b>	3.76 – 4.25	2	Muy buena	Contaminación orgánica leve posible

**Calificación de los puntos de muestreo según índice IBF-SV 2010**



**Figura 3:** Mapa de calificación de los puntos de muestreo según el índice IBF-SV 2010

**Fuente:** Elaborado por el grupo de investigación

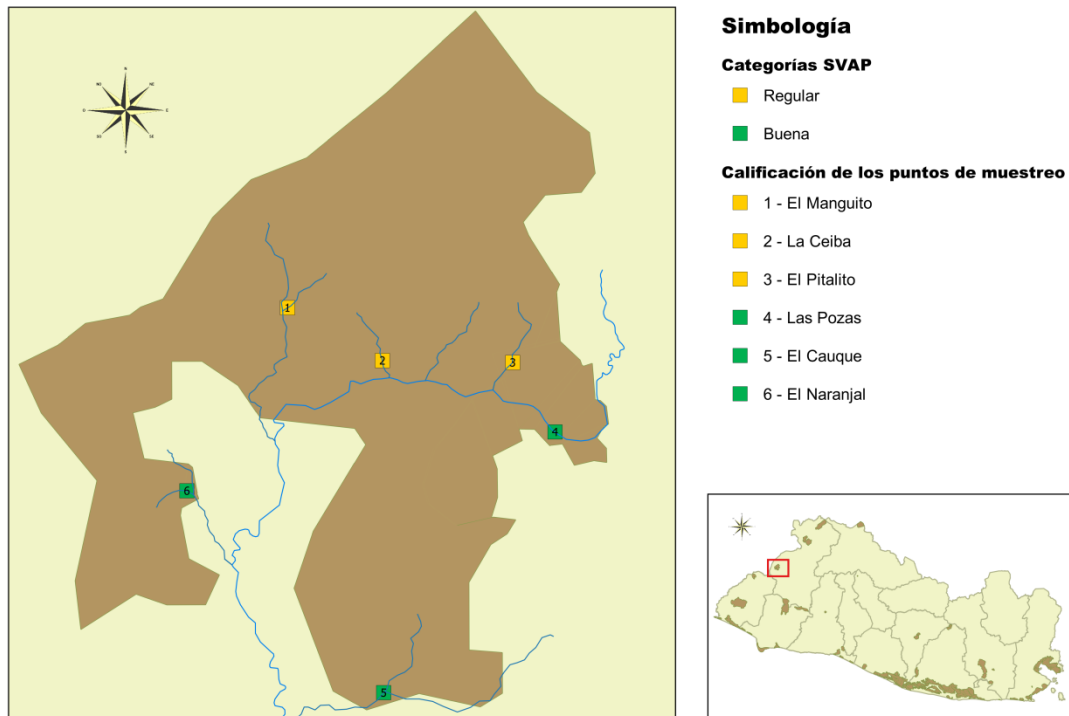


**Grafica 6:** Valores mostrados para cada punto de muestreo con el índice IBF-SV 2010

**Tabla 20.** Valores mostrados para cada punto muestreado según el protocolo SVAP

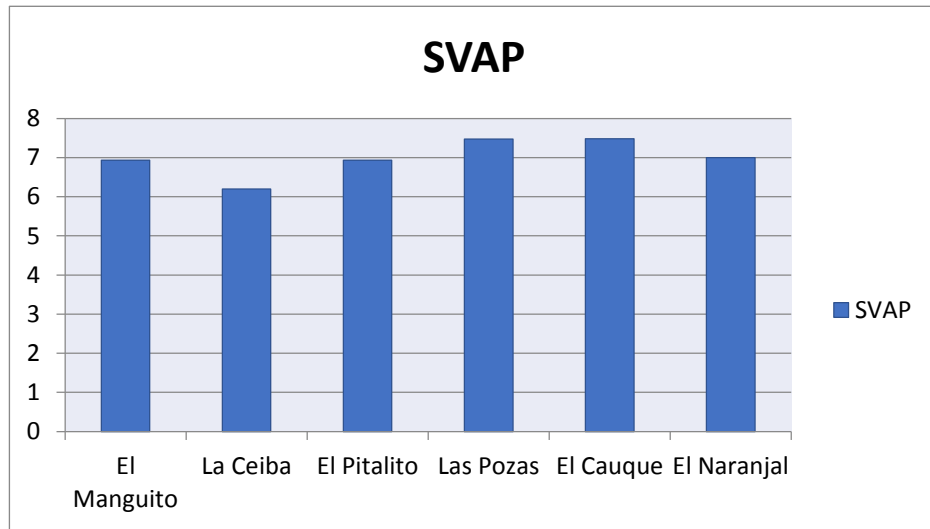
RESULTADOS OBTENIDOS	CALIDAD DEL AMBIENTE SEGÚN SVAP	CLASIFICACION Y COLOR ASIGNADO
El Manguito = 6.93	Regular	5 -6
La Ceiba = 6.20	Regular	5 -6
El Pitalito = 6.93	Regular	5 -6
Las Pozas = 7.47	Buena	7 -8
El Cauque = 7.87	Buena	7 -8
El Naranjal = 7.00	Buena	7 -8

**Calificación de los puntos de muestreo según índice SVAP**



**Figura 4:** Mapa de calificación de los puntos de muestreo según el índice SVAP  
**Fuente:** Elaborado por el grupo de investigación





**Grafica 7:** Valores mostrados para cada punto de muestreo con el método SVAP

**Tabla 21.** Valores mostrados para cada parámetro fisicoquímico tomado en los diferentes puntos muestreados.

PARAMETROS	MUESTREO 1						MUESTREO 2						MUESTREO 3					
	Man	Cei	Pit	Poz	Cau	Nar	Man	Cei	Pit	Poz	Cau	Nar	Man	Cei	Pit	Poz	Cau	Nar
Temperatura ambiente (°C)	28	28	27	29	28	29	28	27	24	30	25	28	24.5	24	25	25	28	27
Temperatura interna (°C)	23	23	22.5	24	23	23.5	23	23.5	23	23	24	25	21	23	23	24	24	24
pH	7.5	7	7.8	8	8	7.5	8	7.5	7.5	7.5	7.5	8	7	7	7	7	7	7
Profundidad del cauce (cm)	8	11	6	50	11	35	10	8	12	60	15	40	25	20	30	115	35	15
Ancho del cauce (m)	2.33	1.5	3	3	4.3	5	1.5	2	3	2.3	4	1.7	2	3	4.5	3	2	2

**SIMBOLOGIA: Man = Manguito**

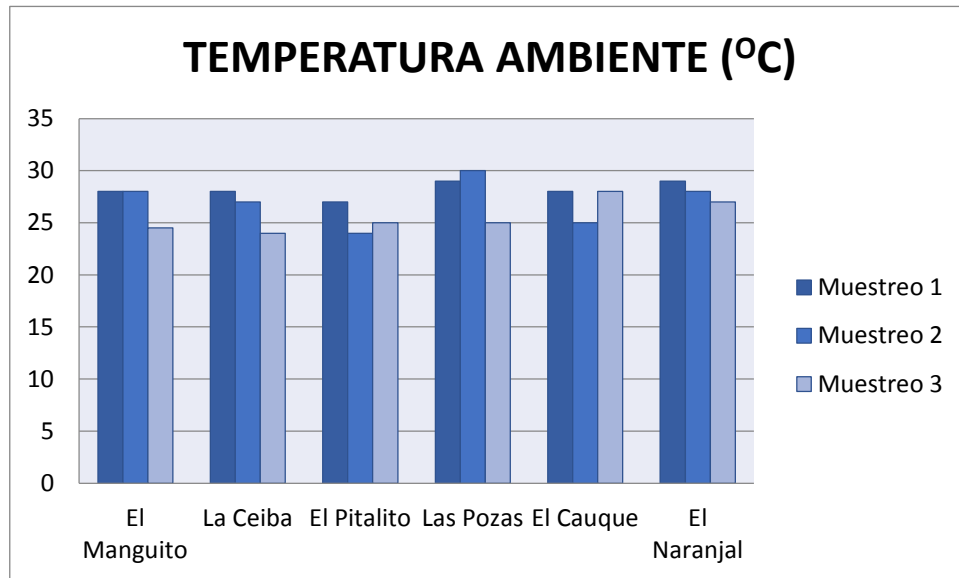
**Poz = Pozas**

**Cei = Ceiba**

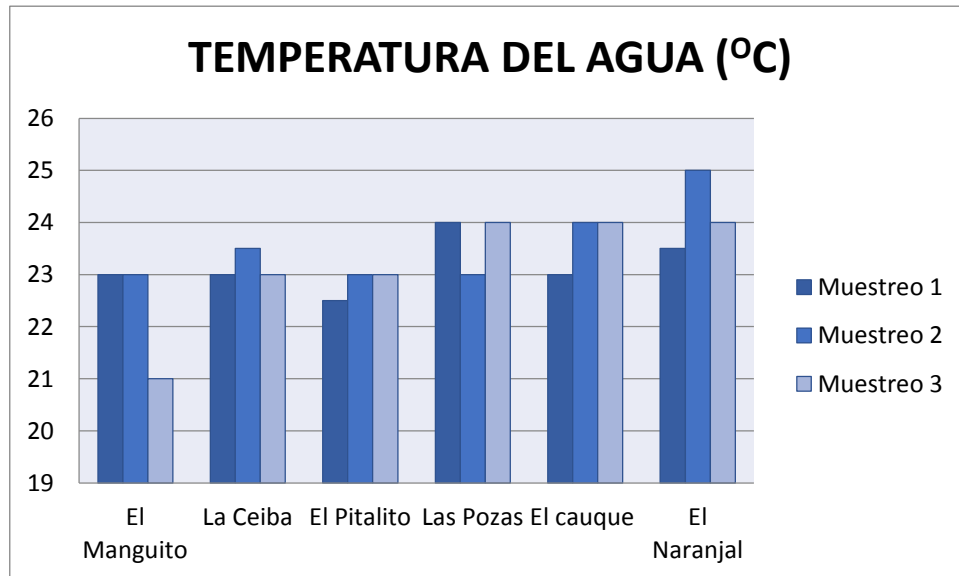
**Cau = Cauque**

**Pit = Pitalito**

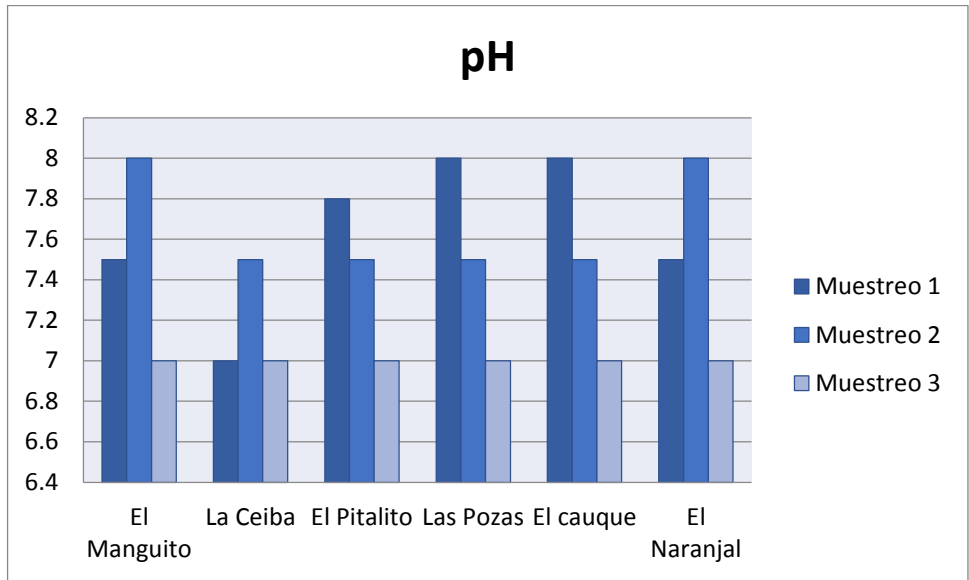
**Nar = Naranjal**



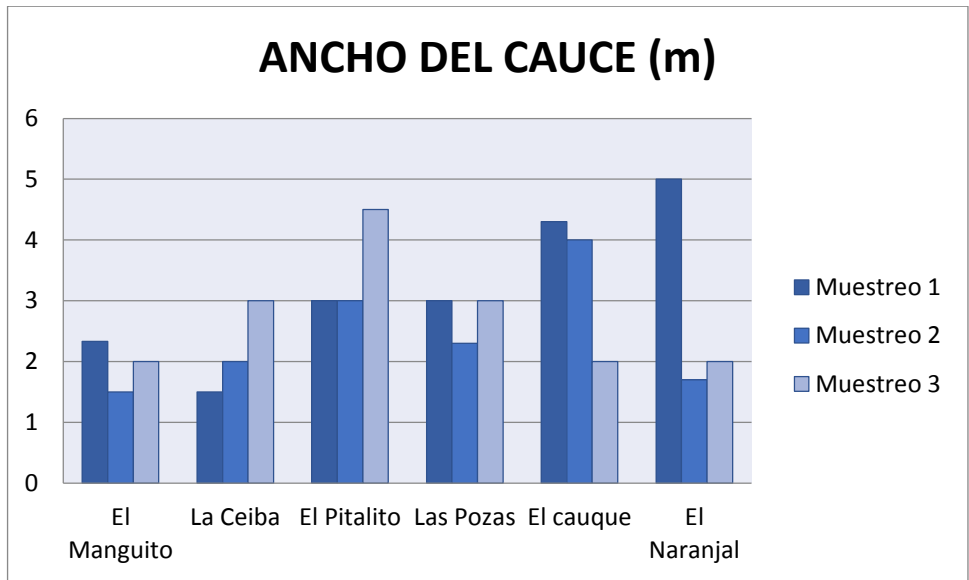
**Grafica 8:** Valores comparativos de temperatura ambiente para cada punto de muestreo



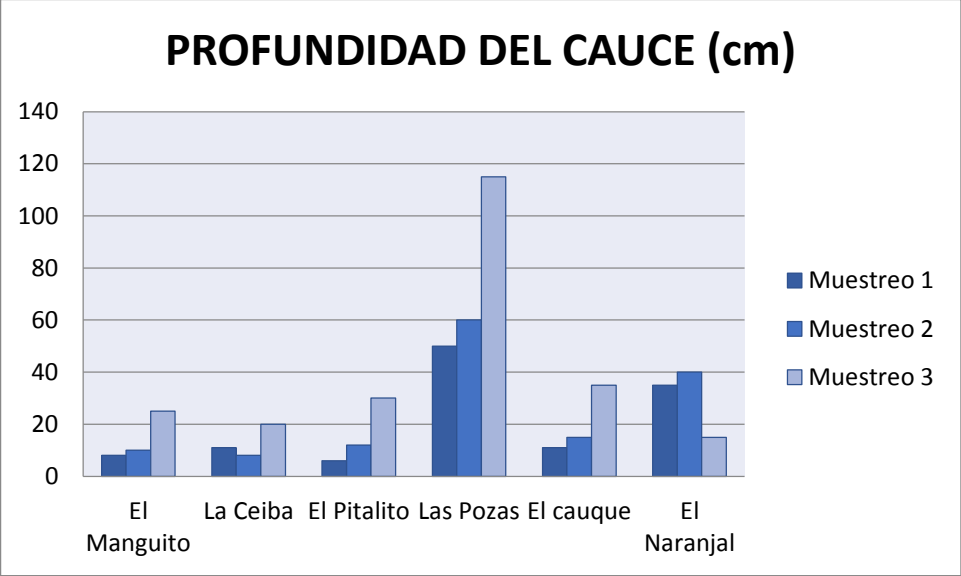
**Grafica 9:** Valores comparativos de temperatura del agua para cada punto de muestreo



**Grafica 10:** Valores comparativos de pH para cada punto de muestreo



**Grafica 11:** Valores comparativos del ancho del cauce para cada punto de muestreo



**Grafica 12:** Valores comparativos de la profundidad del cauce para cada punto de muestreo

## 5. DISCUSION

Según los datos presentados en las tablas (5 a 17) y grafica (1) en la sección de resultados el orden con mayor número de familias es el orden **Díptera**, seguido del orden **Coleóptera**, **Trichoptera**, **Hemíptera**, **Odonata**, **Ephemeróptera**, los órdenes encontrados en menor cantidad fueron **Plecóptera**, **Blattodea** y **Megaloptera** puesto que las distintas familias encontradas e identificadas para cada uno están distribuidas y adaptadas a una gran diversidad de micro hábitat dentro del cuerpo de agua y en las riberas de los ríos, siendo muchas de ellas comunes y fáciles de coleccionar.

De acuerdo a los datos reflejados en las tablas de resultados durante los muestreos se encontraron un total de 45 familias pertenecientes a 9 ordenes con mayor número de familia fue el orden Díptera con un total de 12, Coleóptera 10, Trichoptera con 7, seguido de Hemíptera con 6, Odonata con 4, Ephemeróptera con 3; siendo los menos abundantes con solo una familia los órdenes: Plecóptera, Megaloptera y Blattodea.

De las **45** familias reportadas, existen **18** que son comunes entre los **6** puntos de muestreo, es decir están presentes en todos los sitios de colecta utilizados para este estudio. Es de recalcar que estas familias están más adaptada a diversos grados de perturbación natural o antrópica y debido a esto es que son más prevalentes en los ecosistemas y comunidades acuáticas del lugar (Lemkhul, 1979).

De igual forma se coleccionaron en un solo punto de muestreo las siguientes familias: En el Manguito las familias: *Dryopidae* (O. Coleóptera) con 1 individuo, *Hydrophilidae* (O. Coleóptera) con 1 individuo, *Sciomycidae* (O. Díptera) con 1 individuo, *Belostomatidae* (O. Hemíptera) con 7 individuos. La Ceiba las familias: *Ptiliidae* (O. Coleóptera) con 1 individuo, *Muscidae* (O. Díptera) con 1 individuo. El Pitalito, las familias: *Hydrometridae* (O. Hemíptera) con 1 individuo, *Pentatomidae* (O. Hemíptera) con 2 individuos. Las Pozas, las familias:

*Dytiscidae* (O. Coleóptera) con 2 individuos, *Scirtidae* (O. Coleóptera) con 4 individuos. El Naranjal, la familia: *Mesoveliidae* (O. Hemíptera) con 1 individuo.

En la investigación se encontraron las siguientes cinco familias *Sciomyzidae* (Orden Díptera), *Ptiliidae* (Orden Coleóptera), *Pentatomidae* (Orden Hemiptera), *Hydrobiosidae* (Orden Trichoptera), *Caenidae* (Ephemeroptera) estos son nuevos reportes para el ANP La Magdalena.

En los puntos de muestreo se observa una abundancia de algunas familias del orden Coleóptera que comúnmente se encuentran en la hojarasca (*Elmidae* y *Ptilodactilidae*), Trichoptera (*Calamoceratidae* e *Hydropsichidae*), Díptera (*Tanyderidae* y *Chironomidae*), Hemíptera (*Veliidae*), Odonata (*Calopterygidae*), Ephemeroptera (*Leptohyphidae*) ya que, estos organismos colonizan exitosamente la mayoría de los hábitats acuáticos, tienen una amplia diversidad de adaptaciones para la vida en el agua y poseen un amplio rango de hábitos alimenticios (Filtradores, depredadores, herbívoros, etc.) (Sermeño, 2010)

Según los resultados obtenidos (tabla 19 y grafica 6) a través del cálculo IBF-SV 2010, para el punto de muestreo El Pitalito está clasificado dentro de la categoría Excelente, el punto de muestreo La Ceiba y El Naranjal están clasificados dentro de la categoría Muy Bueno, para los puntos de muestreo El Manguito y El Cauque están clasificados dentro de la categoría Bueno y para el punto de las Pozas está clasificado dentro de la categoría de regular.

Para El Pitalito (Excelente) se demuestra que el impacto generado por causas de carácter antropogénico es nulo. Mientras que en Las Pozas (Regular) la presión antropogénica es mayor, ya que se ven influenciadas por comunidades aledañas al río por lo que puede ser posible fuentes de contaminación.

De acuerdo a los resultados obtenidos a partir del Índice SVAP en la Tabla 20 y Grafica 7, los puntos con mayor calificación son El Cauque, El Naranjal y Las Pozas considerados como Buenos, tomando en cuenta parámetros como el

cauce de los ríos que en estos es mayor, así como la velocidad de la corriente del agua y la abundante vegetación en las orillas, siendo los puntos de El Manguito, La Ceiba y El Pitalito Regulares, en cuanto a la calidad del ambiente, esto evidencia la interacción entre el ecosistema acuático y terrestre, la protección del recurso agua y suelo tiene que ser de manera integral.

Como se observa en la tabla 21, los valores referentes a potencial hidrogeno (pH), temperatura ambiente e interna, así como la profundidad y amplitud del cauce presenta variaciones muy leves de acuerdo a los datos obtenidos a partir de los tres muestreos realizados, obteniéndose un promedio de temperatura ambiente de aproximadamente **28°C** para el punto cuatro (Las Pozas) y punto seis (El Naranjal) como el valor más alto y **25.3°C** para el punto tres (El Pitalito) como el más bajo (ver gráfico 8), esto concuerda con Merrit *et.al.*,(2008), los cuales afirman que la temperatura óptima para la entomofauna acuática varia de **20 °C a 28 °C**.

Mientras tanto la temperatura interna más alta es para el punto seis (El Naranjal) con un aproximado de **24.1°C**, y la más baja para el punto uno (El Manguito) con **22.3°C** (ver grafica 9), todo esto como resultado de la influencia directa del tipo de cobertura vegetal, tanto en cantidad como en calidad, contribuyendo a la disposición de alimento para los insectos acuáticos y otros organismos que ahí ocurren. Según Merrit *et. al.*, (2008). Los valores obtenidos para este parámetro influyen en la riqueza de familias colectadas en cada estación de muestreo

De igual forma según grafica 10, al evaluar el potencial hidrogeno (pH), como factor decisivo en la presencia de insectos acuáticos en conjunto con la temperatura los valores más altos se presentaron en los puntos uno, cuatro, cinco y seis con **7.5**, Por otro lado los valores más bajos fueron para el punto dos con **7.16** y los puntos tres con **7.43**, mas sin embargo todos caen en los parámetros catalogados como normales de un cuerpo de agua estable



ubicándose entre **5.6** y **7.5** según (Anderson & Cummins, 1979 cit por Merrit, 2008).

En cuanto a las características propias del cauce en cada punto de muestreo la profundidad más alta en la columna de agua la presento el punto cuatro (Las Pozas) con un promedio de **1.15** m, mientras la más baja es para el punto tres (El Pitalito) con **6** cm.

Respecto a la amplitud del cauce en cada punto; el punto tres (El Pitalito) es el más ancho con aproximadamente **4.5** m, y los más estrechos son los puntos uno (El Manguito) y dos (La Ceiba) con **1.5** m, lo cual en conjunto con el grado de pendiente y la topografía del lugar contribuye a determinar la velocidad con la que se mueve el agua en estos puntos y por tanto los tipos de corriente y micro hábitat que existen.

Los factores climáticos como la lluvia y la temperatura son muy importantes para definir la distribución de los insectos acuáticos ya que durante las primeras lluvias de la época (seca-lluviosa) se presentó una menor cantidad de individuos en los muestreos, esto debido a la variación de la temperatura ambiental y del agua (tabla 21) que es un factor que regula los procesos vitales como la reproducción, crecimiento y el status fisiológico de los insectos acuáticos.

A medida que las lluvias aumenta el número de insectos colectados disminuye presentándose así en el último muestreo la cantidad de 1,634, esto se debe a que algunos organismos son arrastrados por las fuertes corrientes, ya que no presentan estructuras de fijación, el segundo muestreo se encontraron 2,206, por lo que no se presentaron lluvias, para el primer muestreo 2,128, se registró lluvias dos días antes de realizar el muestreo.

Los cambios en la temperatura afectan varias propiedades del agua incluyendo: la densidad, la viscosidad, la capacidad del agua para retener gases en solución, la tensión superficial, el pH y la solubilidad de moléculas orgánicas e inorgánicas que se generan en el ambiente acuático o que acceden

a estas desde la litosfera. Los cambios que se generan en todos estos factores como resultado de cambios en temperatura generan a su vez cambios en el metabolismo, nutrición, razón de crecimiento y en el tamaño y forma de los organismos que habitan en ambientes acuáticos (Wolf E., *et. al.*, 1988)

La precipitación es un factor determinante en las poblaciones de los insectos acuáticos. En época de altas lluvias el cuerpo de agua recibe mayor cantidad de sedimentos, lo que contribuye a la disminución del oxígeno disuelto en el agua y por ende tiene como consecuencia la disminución de la calidad del agua como la diversidad de especies de insectos acuáticos (García Alzate, 2010)

En la tabla 18, la mayor riqueza de familias se reporta para el punto uno (El Manguito) con un total de **32**, seguida por el punto cinco (El Cauque) con **31** y el punto seis (El Naranjal) con **29**. Mientras tanto en el punto cuatro (Las Pozas) se reportan **28** familias y en el punto dos (La Ceiba) y tres (El Pitalito) presentan **27** familias cada uno.

Estos resultados son debidos a la disponibilidad, abundancia y tipos de micro hábitats al interior del río en cada muestreo. Estos datos reflejan que la diversidad de sitios de refugio, los tipos de corriente, la topografía del lugar, el tipo de vegetación, calidad y cantidad de alimento para la entomofauna, así como la influencia de la temperatura sobre cada uno de ellos, presentes en los puntos elegidos para la colecta de especímenes, influye enormemente en los resultados tal y como lo manifiesta (Merrit *et al*, 2008).

En la Tabla 18, Grafica 3 la mayor diversidad de familias la presentan el punto uno ( El Manguito ) con 2.625 seguido del punto cuatro ( El Cauque) con 2.573, siendo el menos diverso el punto dos (La Ceiba) con 2.291 esto se debe a que el punto dos se encuentra en la zona de influencia antropogénica, dado que existe un camino que es utilizado por las personas que viven en la zona, en este punto también se pudo observar la presencia de desechos sólidos y estiércol delimitando la presencia de algunos grupos de insectos acuáticos.

La influencia más grande y que determina la presencia de las familias encontradas recae en factores tales como los gradientes de temperatura, las latitudes y altitudes en las cuales se ubicaron los puntos de muestreo, determinando los micro hábitat presentes en cada estación, tal y como se refleja en las gráficas y tablas presentadas en la sección de resultados.

En cuanto a la dominancia de familias en la Tabla 18, Grafica 4 el que presenta mayor dominancia es el punto uno (El Manguito) con 9.597 debido a que las altas poblaciones de individuos pertenecientes a las familias: Calamoceratidae e Hydropsychidae se distribuyen en bajos rangos de contaminación y sus requerimientos alimenticios no se ven afectados, seguido del punto cinco (El Cauque) con 9.026, siendo el menos dominante el punto seis (El Naranjal) con 6.099.

Para este caso los valores reflejan la equidad con la que se presentan los individuos dentro de la comunidad y su grado de complejidad de acuerdo a la abundancia de algunas familias puesto que mientras más alto sea el valor significa que existen familias más abundantes repercutiendo en el equilibrio del ambiente biótico según (López, 1989).

En lo referente a riqueza y abundancia de las familias en cada sitio de muestreo según Margalef el valor más alto es para el punto uno (El Manguito) con **4.642**, seguido por el punto cinco (El Cauque) con **4.193**, el punto seis (El Naranjal) con **3.972**, y el punto cuatro (Las Pozas) con **3.922**. Para el caso de los puntos dos (La Ceiba) con 3.38 y el punto tres (El Pitalito) con 3.717 siendo estos los más bajos pero siempre en un margen aceptable en cuanto a diversidad se refiere.

La utilidad, relevancia de este estudio y los resultados obtenidos contribuyen a la necesidad de monitorear la calidad del recurso hídrico y el ambiente en general del entorno a los principales ríos del área natural protegida.

## 6. CONCLUSIONES

- ✓ Según los índices de diversidad y riqueza utilizados, el punto uno (El Manguito), es el que muestra los valores más altos, esto se debe a que presenta una topografía diferente, con factores como temperatura, altitud y tipos de micro hábitats que favorecen algunos grupos de insectos acuáticos.
- ✓ Basándose en el índice IBF-SV 2010, el punto tres (El Pitalito), se clasifica en la categoría 1 o de calidad de agua Excelente, con contaminación orgánica improbable y el punto cuatro (Las Pozas), se clasifica en categoría 4 de la calidad de agua Regular, con contaminación orgánica bastante sustancial.
- ✓ La calidad ambiental según los resultados del protocolo SVAP en los seis ríos muestreados se encuentran en el rango de Buena a Regular.
- ✓ En la investigación se encontraron un total de nueve órdenes y cuarenta y cinco familias registradas como indicadores de calidad ambiental del agua, reportando cinco nuevas familias para el ANP La Magdalena.
- ✓ Los insectos acuáticos son biológicamente relevantes en el balance y equilibrio de las comunidades, dado su importancia ecológica como alimento para vertebrados, peces, aves y anfibios, así como en la transferencia de energía.

## 7. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar estudios de parámetros fisicoquímicos o microbiológicos referentes al recurso hídrico de manera que se complementen con el método de indicadores biológicos.
- ✓ Implementar la educación ambiental a personas aledañas al área dando a conocer sobre la importancia de la conservación del recurso hídrico motivándoles a buscar otras alternativas a las actividades domésticas que no impacten en el recurso hídrico y biológico.
- ✓ Realizar monitoreos en las diferentes épocas del año en los mismos puntos de muestreos donde se puedan comparar los cambios en el tiempo.
- ✓ Los resultados de la investigación sirven como evidencia de la importancia de la conservación del área protegida, ya que esta contribuirá a la repoblación natural de la fauna acuática del Río La Magdalena que fue dañada por el derrame de melaza.
- ✓ Es necesario la divulgación de la importancia de los insectos acuáticos como bioindicadores de calidad del agua, ya que la población en general desconoce del tema.

## 8. LITERATURA CITADA

- Bartram, J; Ballance, R. 1996. Water quality monitoring. A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes. UNEP/WHO. GB. 383 p.
- CATIE (2011) Estudio de calidad de agua del Área Protegida Trinacional Montecristo (Aptm), Comisión Trinacional del Plan Trifinio (CTPT), BID, Municipio de Metapán, departamento de Santa Ana, El Salvador. 178 págs.
- De la Lanza Espino G., Hernández Pulido S. & Carbajal Pérez J.L. 2000. Organismos Indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores). Mexico D.F: Mexico por Plaza y Valdez S.A de C.V. 40 pags.
- FIAES/ASAPROSAR (2007) Zonificación interna del área natural protegida La Magdalena. 121 Pags. irr.
- García Alzate C., C. Román Valencia, M. I. Gonzalez & A.M. Barrero, 2010. Composición y variación temporal de la comunidad de insectos acuáticos (insecta) en la quebrada sardineros, afluente río verde, alto cauca, Colombia.
- Guerrero F. Manjarrés A. & Núñez N. (2003) Los macro invertebrados bentónicos de pozo azul (cuenca del río Gaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua, documento diagnóstico, programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Magdalena, Colombia. 78 págs. ir.

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 Plecóptera 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). SINAI Editores e Impresores, S.A. de C.V., San Salvador, El Salvador. 14 pág.

Gutiérrez Fonseca, P.E. 2010. Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Coleóptera en El Salvador. En: Springer, M. J.M Sermeño Chicas (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). SINAI Editores e Impresores, S.A. de C.V., San Salvador, El Salvador. 64 pág.

Hilsenhoff, WL. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. Department of Entomology, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin USA. J.N. Am. Benthol. Soc. 7(1): p 65-68.

Kraker, C & S. Pérez. 2009. Los Murcielagos del Valle de la Antigua Guatemala: Diversidad, Importancia y Conservacion. Museo de Historia Natural. Universidad de San Carlos de Guatemala. 40 pp

Ladrera, Fernandez, R. (2012) Páginas de Información Ambiental No 39, Los Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores del Estado Ecológico de los Ríos.

- Ladrera, R., Rieradevall, M. & Prat, N. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. *Ikastorratza. e-Revista de Didáctica* 11, febrero 2016 2:45 pm
- Lehmkhul W. (1979) *How to know the aquatic insects*. 3ª ed. Ed. Wm. C. BrownCompany Publishers, Iowa, U.S.A. 166 pags.
- López Sorto, R.E., Sermeño Chicas, J.M & D. Pérez. 2010. Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros de los órdenes Megaloptera y Neuróptera 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). SINAI Editores e Impresores, S.A. de C.V., San Salvador, El Salvador. 17 pág.
- López J. (1989) *Manual de ecología* 2ª ed, Ed, Trillas, Mexico, Mexico D.F., 266 pags.
- Merrit H. Cummins. K. & Berg. M. (2008). *An introduction to the aquatic insects of North America* 4a ed, Ed. Kendall/Hunt Publishing Company, United States of America, 1,558 pags.
- Menjivar Rosa, R.A. 2010. Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Díptera 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). SINAI Editores e Impresores, S.A. de C.V., San Salvador, El Salvador. 50 pág.



- Moreno, E. 2001. Métodos para medir la Biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, 1:1-84 pp
- Richards o. & Davies R. (1983) Tratado de entomología, volumen 1, ediciones Omega, Barcelona, España, págs. 372-379.
- Roberto Hernández Sampieri. (2014). Metodología de la Investigación, Sexta Edición. México D.F: MC GRAW-HILL, 600 págs.
- Salazar Colocho, A.E, 2009. Determinación de insectos acuáticos bioindicadores de calidad ambiental en los ríos del Área Natural Protegida La Magdalena, Municipio de Santa Ana, El Salvador 2009 (tesis), Santa Ana, Universidad de El Salvador, 26 pág. Irr.
- Sermeño Chicas, J.M., Pérez D. & P. E. Gutiérrez Fonseca. 2010. Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Odonata 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). SINAI Editores e Impresores, S.A. de C.V., San Salvador, El Salvador. 38 pág.
- Sermeño Chicas, J.M., Pérez D., Muños Aguilón, S.M., Serrano Cervantes, L., Rivas Flores, A.W. & A.J. Monterrosa. 2010. Metodología estandarizada de muestreo multi-habitat de macroinvertebrados acuáticos mediante el uso de la Red "D" en los ríos de El Salvador. Proyecto Universidad de El Salvador (UES)- Organización de los Estados Americanos (OEA). SINAI Editores e Impresores, S.A. de C.V., San Salvador, El Salvador. 26 pág.

Sermeño Chicas, J. M. *et. al.* 2010. Determinación de la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando invertebrados acuáticos: índice biológico a nivel de familias de invertebrados acuáticos en El Salvador (IBF-SV-2010). *En:* 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. 43 pág.

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

Springer, M. Serrano Cervantes, L. & A. Zepeda Aguilar. 2010. Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Trichoptera en El Salvador. *En:* Sermeño Chicas, J.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). SINAI Editores e Impresores, S.A. de C.V., San Salvador, El Salvador. 47 pág.

Vázquez, G., Castro, G., González, I., Pérez, R & T, Castro. 2006. Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua, Depto. El Hombre y su Ambiente, UAM-X [gavaz@correo.xoc.uam.mx](mailto:gavaz@correo.xoc.uam.mx)

Wolf E.M., M. Uwe & P.G. Roldan, 1988. Estudio del desarrollo de los insectos acuáticos, su emergencia y ecología en tres ecosistemas diferentes en el departamento de Antioquia.

<https://issuu.com/anaicr/docs/guiadeevaluacionesecologicasrapidasenrios/65>  
febrero 2016 4:50 pm

[http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S012330682009000200007&lng=es&nrm=](http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012330682009000200007&lng=es&nrm=) consultado 28/07/16 hora: 1:18 pm

# **ANEXOS**

**Anexo 1. Boleta de campo a utilizar en la colecta de datos ambientales en los puntos de muestreo.**

**Boleta de campo N°** \_\_\_\_\_ **Datos de evaluación visual SVAP.**

**Punto de muestreo N°** \_\_\_\_\_ **Sitio específico de muestreo:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_ **Hora:** \_\_\_\_\_  
**Investigador:** \_\_\_\_\_

**Personal de apoyo:** \_\_\_\_\_

**Generalidades del sitio.**

<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>	<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>ROCOSIDAD</b>	<b>SUELO DESNUDO</b>	<b>PRESENCIA DE CLAROS</b>
<b>Latitud (N):</b>	<b>Arcilloso</b>	<b>Mas del 50%</b>	<b>80-70</b>	<b>Alta</b>
<b>Longitud (O):</b>	<b>Arenoso</b>	<b>50%-30%</b>	<b>60-50</b>	
<b>Altitud msnm</b>	<b>Limoso</b>	<b>30%-10%</b>	<b>40-30</b>	<b>Media</b>
	<b>Limo-arcilloso</b>	<b>10%-2%</b>	<b>20-10</b>	
	<b>Limo-arenoso</b>	<b>Menos del 2%</b>	<b>10-2</b>	<b>Baja</b>

**Parámetros físico-químicos del cuerpo de agua:**

<b>COLOR DEL AGUA</b>	<b>TEMPERATURA</b>	<b>TURBIDEZ</b>	<b>PH</b>
	<b>T° ambiente</b>	<b>Alta</b>	
	<b>°C</b>		
	<b>T° al interior del agua</b>	<b>Media</b>	
	<b>°C</b>	<b>baja</b>	

**Características del cauce:**

APARIENCIA DEL AGUA	SEDIMENTOS	POZAS	PROFUNDIDAD DEL CAUCE	RAPIDOS	REMANSOS	SITIOS DE REFUGIO	ESTABILIDAD DE LA ORILLA
Normal	Pocos	Nulas	20-30cm	Poco abundante	Nulos	Abundantes	Estable
Ligeramente turbia	Medianamente abundantes	Pocas	30-40cm	Medio abundante	Poco abundantes	Pocos	Levemente estable
Medianamente turbia	abundantes	Varias	40-50cm	Altamente abundante	Medianamente abundante	Muy pocos	Inestable
Altamente turbia	Altamente abundante	Muchas	Mas de 50cm		Altamente abundante	Casi nulos	Altamente inestable

AMENAZAS			PRESION DE PESCA	REPRESAS	DESVIACION DEL CAUCE
TIPO DE CONTAMINACION		CONTAMINANTES	Frecuentes	Presente	Presente
Solido	Liquido	Identificable a simple vista	Poco frecuente	Ausente	ausente
Alta presencia	Alta presencia	Ligeramente visible	Nula		
Presencia moderada	Presencia moderada	No visible			
Baja presencia	Baja presencia				
	No visible				

**Datos de vegetación presente en el sitio.**

VEGETACION EN ZONA RIBEREÑA									
Estacionalidad	Deciduas			Semi decidua			Siempre verde		
Tipo y densidad	Arboles			Arbustos			Hierbas		
	60-50	50-40	40-30	30-20	20-10	5-2	2-1	2-1	Menos de 1
Alta									
Media									

<b>Abierta</b>									
<b>Muy abierta</b>									
<b>Rala</b>									
<b>Presencia de epifitas</b>	<b>Alta</b>			<b>Media</b>			<b>Baja</b>		
<b>Presencia de musgos</b>	<b>Alta</b>			<b>Media</b>			<b>Baja</b>		
<b>Presencia de bejucos</b>	<b>Alta</b>			<b>Media</b>			<b>Baja</b>		
<b>Vegetación al interior del cauce</b>				<b>Presente</b>			<b>Ausente</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Hierbas</b>			<b>Musgos</b>			<b>Algas filamentosas</b>		
<b>Flotante</b>									
<b>Emergentes</b>									
<b>Sumergidas</b>									

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Anexo 2. Boleta de laboratorio utilizada en la identificación de órdenes y familias de insectos acuáticos colectados en cada punto de muestreo.**

Boleta de laboratorio N° \_\_\_\_\_ Datos de especímenes.  
 Punto de muestreo N° \_\_\_\_\_ Sitio específico de muestreo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_  
 Investigador: \_\_\_\_\_

**Personal de apoyo:**

**DATOS DE COLECTA.**

ordenes	Coleóptera	Díptera	Hemíptera	Trichoptera	Odonata	Ephemeroptera	Plecóptera	Megaloptera	Lepidóptera	Ortóptera	O. Blattodea	O. Collembola
familias												
Familias												
Sub muestra												
Sub muestra 2												
Sub muestra 3												
Colador												
Numero de Individuo												
Calificación												

**Observaciones:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



**Anexo 3. Fotografías de los materiales utilizados para la fase de campo y laboratorio**



**Foto 1:** Colador y Red D



**Foto 2:** Probeta de 100 ml, pinzas y frascos plásticos



**Foto 3:** Estereomicroscopio y cajas de petri



**Foto 4:** Guías ilustradas para la identificación.



**Foto 5:** Termómetro, papel pH, alcohol 90

**Anexo 4. Fotografías de los seis puntos de muestreo realizados en la Investigación**



**Foto 6:** Primer punto de muestreo, ruta 7 Río El Manguito, interior del área protegida.



**Foto 7:** Segundo punto de muestreo, ruta 7, Río La Ceiba, interior del área



**Foto 8:** Tercer punto de muestreo, ruta 7, Río El Pitalito, interior del área protegida.



**Foto 9:** Cuarto punto de muestreo, ruta 7, Río Las Pozas, interior del área protegida.



**Foto 10:** Quinto punto de muestreo, ruta 2, Río El Cauque, interior del área protegida.



**Foto 11:** Sexto punto de muestreo, ruta 3, Río El Naranjal, interior del área protegida.

## Anexo 5. Fotografías de trabajo de campo y laboratorio.



**Foto 12:** Colecta de las muestras en Río El Manguito usando el colador



**Foto 13:** Colecta de las muestras en Río El Manguito usando la Red D



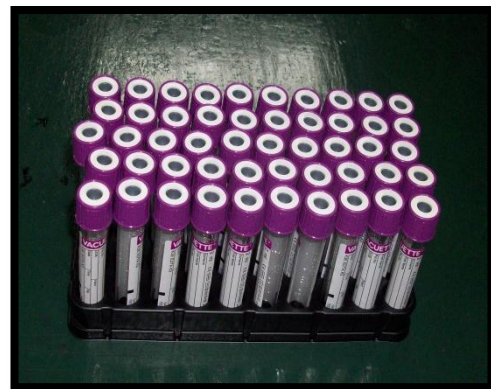
**Foto 14:** Colocación de la muestra en bolsa ziploc



**Foto 15:** Limpieza de las muestras colectadas.



**Foto 16:** Revisión de las muestras e identificación de insectos en órdenes y familias.



**Foto 17:** Viales utilizados para preservar los insectos acuáticos.

**Anexo 6. Algunas familias del orden Díptera encontradas en el ANP La Magdalena.**



**Foto 18:** Larva de la familia *Chironomidae*



**Foto 19:** Adulto de la familia *Culicidae*



**Foto 20:** Larva de la familia *Simuliidae*



**Foto 21:** Larva de la familia *Muscidae*



**Foto 22:** Larva de la familia *Stratiomyidae*



**Foto 23:** Larva de la familia *Tipulidae*

**Anexo 6. Algunas familias del orden Hemiptera encontradas en el ANP La Magdalena.**



**Foto 24:** Adulto de la familia *Veliidae*



**Foto 25:** Adulto de la familia *Pentatomidae*



**Foto 26:** Adulto de la familia *Belostomatidae*



**Foto 27:** Adulto de la familia *Mesoveliidae*



**Foto 28:** Adulto de la familia *Hydrometridae*

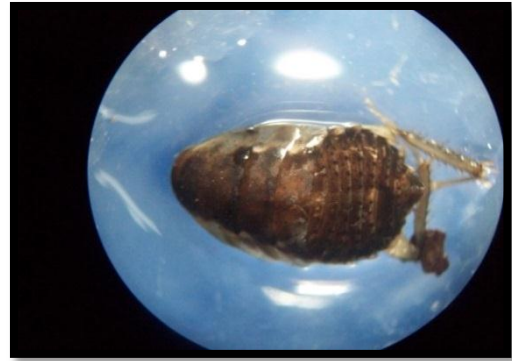


**Foto 29:** Adulto de la familia *Naucoryidae*

**Anexo 7. Algunas familias del orden Coleóptera encontradas en el ANP La Magdalena**



**Foto 30:** Larva de la familia *Hydrophilidae*



**Foto 31:** Adulto de la familia *Ptiliidae*



**Foto 32:** Larva de la familia *Elmidae*



**Foto 33:** Adulto de la familia *Dytiscidae*

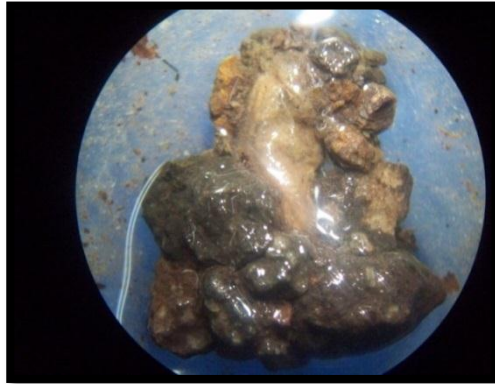


**Foto 34:** Larva de la familia *Lampyridae*



**Foto 35:** Larva de la familia *Ptilodactylidae*

**Anexo 8. Familias del orden Trichoptera encontradas en el ANP La Magdalena**



**Foto 36:** Larva de la familia *Glossosomatidae*



**Foto 37:** Larva de la familia *Leptoceridae*



**Foto 38:** Larva de la familia *Calamoceratidae*



**Foto 39:** Larva de la familia *Polycentropodidae*



**Foto 40:** Larva de la familia *Hydrobiosidae*



**Foto 41:** Larva de la familia *Hydropsychidae*

**Anexo 9. Familias de los órdenes Megaloptera, Plecóptera, Ephemeroptera y Blattodea encontradas en el ANP La Magdalena.**



**Foto 42:** Larva de la familia *Corydalidae*, orden Megaloptera.



**Foto 43:** Ninfa de la familia *Perlidae*, orden Plecóptera.



**Foto 44:** Ninfa de la familia *Leptohyphidae*, orden Ephemeroptera.



**Foto 45:** Ninfas de la familia *Caenidae*, orden Ephemeroptera.



**Foto 46:** Ninfa de la familia *Baetidae*, orden Ephemeroptera



**Foto 47:** Adulto de la familia *Blaberidae*, orden Blattodea



**Anexo 10. Familias del orden Odonata encontradas en el ANP La Magdalena.**



**Foto 48:** Náyade de la familia *Libellulidae*



**Foto 49:** Náyade de la familia *Gomphidae*



**Foto 50:** Náyade de la familia *Calopterygidae*



**Foto 51:** Náyade de la familia *Coenagrionidae*

## Anexo 11: Características de la Clase Insecta

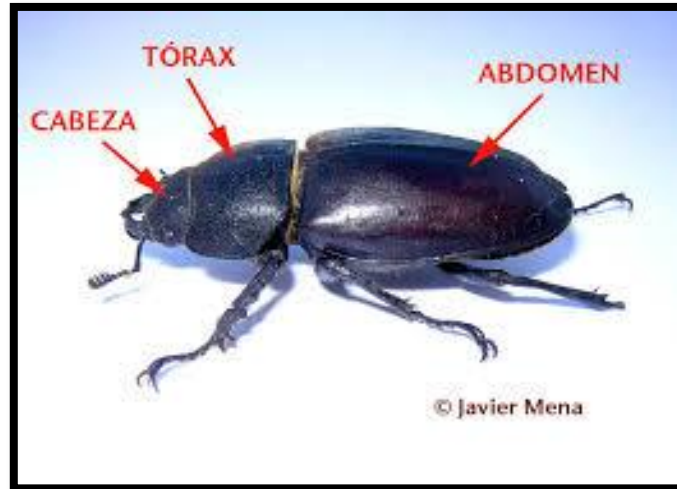


Foto 52: Regiones corporales que caracterizan a la clase insecta.

## Anexo 12: Personal de apoyo en la investigación.



Foto 53: Tesistas y Guarda Recursos del ANP La Magdalena