

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**



**TITULO:**

**DETERMINACION DE MOLUSCOS INDICADORES DE LA CALIDAD  
AMBIENTAL EN LOS RIOS DEL AREA NATURAL PROTEGIDA LA  
MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, SANTA ANA, EL  
SALVADOR 2009.**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE:  
LICENCIADAS EN BIOLOGÍA.**

**PRESENTADO POR:**

**GARCIA PINEDA, CINTHIA PAOLA  
GODINEZ GUARDADO, PATRICIA MARIBEL**

**DOCENTE DIRECTOR**

**LICDO. DAVID ROSALES AREVALO**

**AGOSTO, 2010**

**SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMERICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**



**TITULO:**

**DETERMINACION DE MOLUSCOS INDICADORES DE LA CALIDAD  
AMBIENTAL EN LOS RIOS DEL AREA NATURAL PROTEGIDA LA  
MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, SANTA ANA, EL  
SALVADOR 2009.**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE:  
LICENCIADAS EN BIOLOGÍA.**

**DOCENTE DIRECTOR:  
LICDO. DAVID ROSALES AREVALO**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO:  
MSC. RICARDO FIGUEROA CERNA.**

**PRESENTADO POR  
GARCIA PINEDA, CINTHIA PAOLA  
GODINEZ GUARDADO, PATRICIA MARIBEL**

**AGOSTO, 2010.**

**SANTA ANA**

**EL SALVADOR**

**CENTRO AMÉRICA.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**



**TITULO:**

**DETERMINACION DE MOLUSCOS INDICADORES DE LA CALIDAD  
AMBIENTAL EN LOS RIOS DEL AREA NATURAL PROTEGIDA LA  
MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, SANTA ANA, EL  
SALVADOR 2009.**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE:  
LICENCIADAS EN BIOLOGÍA.**

**DOCENTE DIRECTOR:**

**LICDO. DAVID ROSALES AREVALO**

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

**COORDINADOR DE PROCESO DE GRADO:**

**MSC. RICARDO FIGUEROA CERNA**

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

**AGOSTO, 2010.**

**SANTA ANA**

**EL SALVADOR**

**CENTRO AMÉRICA.**

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

ING. Y MSC. RUFINO QUEZADA SANCHEZ

**VICE-RECTOR ACADEMICO:**

ARQ. Y MASTER MIGUEL ANGEL PEREZ RAMOS

**VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO**

LICDO. Y MSC. OSCAR NOE NAVARRETE

**SECRETARIO GENERAL**

LICDO. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

**FISCAL GENERAL**

DR. RENE MADECADEL PERLA JIMENEZ

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**

**DECANO**

LICDO. JORGE MAURICIO RIVERA

**VICE- DECANO**

LICDO. Y MASTER ELADIO EFRAIN ZACARIAS ORTEZ

**SECRETARIO DE FACULTAD**

LICDO. VICTOR HUGO MERINO QUEZADA

**JEFE DE DEPTO. DE BIOLOGIA**

LICDO. Y MASTER RICARDO FIGUEROA CERNA

## DEDICATORIA

Primeramente quiero dedicar este triunfo al único que siempre estuvo a mi lado guiándome y dándome las fuerzas para continuar y no dejar de ver hacia la meta a **Dios** quien nunca se apartó de mi lado y me permitió culminar con esta carrera. Al único que se merece toda la gloria y la honra y al cual nunca tendré como pagarle este triunfo en mi vida.

A mis padres **Edgardo Mauricio García** y **Berta Luz Pineda** que fueron un pilar muy importante en este camino.

A mi hermana **Astrid Vanessa García** que siempre estuvo a mi lado apoyándome.

A **Héctor Enrique Escobar** que estuvo en la mayor parte de este proceso ayudándome en los momentos más difíciles.

A dos personas que ya no están a mi lado pero que Dios me los presto por algunos años los cuales disfrute su compañía y afecto. Especialmente para ti **José Ernesto Medina**.

Y a todos los amigos y familiares que confiaron en mí y de los cuales siempre estuvieron sus oraciones para fortalecer mi vida.

**BENDICE, ALMA MIA A JEHOVA Y NO OLVIDES NINGUNO DE SUS BENEFICIOS. SALMO 103:2**

**PAOLA GARCIA**

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por permitirme venir a este mundo y ayudarme a cumplir uno de mis sueños, por su apoyo y amor incondicional.

Así mismo a mis padres los cuales Dios mismo los coloco a mi lado para que me ayudaran y me cuidaran pero lo dedico especialmente a mi *madre **Berta Luz Pineda*** que siempre estuvo allí apoyándome en todo. A mi hermana ***Astrid Vanessa García*** que me apoyo mucho y me brindo su mano en muchas ocasiones. A mi novio y amigo ***Héctor Enrique Escobar*** que de igual manera Dios lo envió a mi lado con un propósito muy grande y que fue como un ángel que él puso en el momento más preciso de mi vida.

Quiero agradecerle al ***Lic. David Rosales Arévalo*** nuestro asesor por su ayuda y dedicación en la asesoría de esta tesis. Ya que además de ser nuestro asesor ha sido un gran apoyo en mi vida. Al Ing. ***Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas*** *quien nos apoyo con el material necesario para el estudio.* A Todos los licenciados del departamento de biología por su ayuda en el proceso de formación.

A unas grandes personas y amigos el señor ***José Manuel Sayes*** quien nos acompaño durante los recorridos, colectas de muestras y toma de datos durante la fase de campo, así como a su linda familia. Al personal guarda recursos del área natural protegida La Magdalena por ser parte fundamental sin quienes no hubiera podido realizarse la colecta de muestras y el desarrollo de la fase de campo. A mis amigos y compañeros en las buenas y en las malas que fueron un gran apoyo en cada etapa de esta carrera ***Patricia Godínez y Adalberto Salazar.***

**PAOLA GARCIA.**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios ya que es un regalo que él me ha dado; poniendo todos los medios para que yo culminara mi carrera, asiendo realidad uno de mis mas grandes sueños. Para el todo el honor y toda gloria.

También agradezco a toda mi familia especialmente a mi madre **Rosa Marina Guardado**, mi padre **Noé Arturo Godínez** a mi hermano **Noé Alexander Guardado** y a su querida esposa **Jesica Raquel Vásquez**, a mis tíos: **Juan Antonio Godínez**, **Rosa Maribel Godínez** y **Vilma Godínez** por todo el apoyo incondicional que me dieron.

A mis amigos: **Adalberto Salazar Colocho**, **Natalia Beatriz** y a mi compañera y amiga **Cinthia Paola García**. A si mismo agradecerle a mi asesor de tesis David Rosales y a todos los docentes del departamento de biología por la formación académica que me dieron así también agradecer al **Ing. Miguel Sermeño** de la escuela de agronomía de la universidad central por ayuda que nos proporciono en la fase de campo en asta investigación, también agradezco a la licenciada **Ana María Hernández** malacóloga del Museo de Historia Natural del Parque Saburo Hirao ya que nos colaboro en la identificación de especies; a los guardas del ANP la Magdalena **Armida Barrera**, **Fulvia Nolasco**, **Sandra Nolasco**, **Neftalí Barrera**, **Mauricio Portillo**, **Gustavo Nolasco** y **Oscar Marroquín** quienes nos ayudaron en la fase de campo.

A unas grandes personas y amigos el señor **José Manuel Sayes** quien nos acompaño durante los recorridos, colectas de muestras y toma de datos durante la fase de campo, así como a su linda familia, su esposa **Ana Vallejo** y sus hijitas **Helen** y **Gabriela Sayes Vallejo** por su confianza, amistad y atenciones eternamente agradecido.

**PATRICIA GODINEZ**

## INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Listado de cuadros.....	i
Listado de figuras.....	ii
Listado de fotografías.....	iii
RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Generalidades de la clase molusca.....	3
2.2 Ecología de los Moluscos.....	3
2.3 Distribución geográfica.....	4
2.4 Taxonomía.....	4
2.4.1 Clasificación general.....	4
2.5 Calidad del agua y usos.....	5
2.6 Contaminación del agua.....	5-6
2.7 Monitoreo Biológico de la calidad del agua.....	6-7
2.8 Biomonitoreo.....	7
2.9 características de los bioindicadores.....	7-8
3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	9
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	9
3.2 Identificación del objeto de estudio.....	9
3.3 Antecedentes del área.....	10
3.3.1 Ubicación del área de estudio.....	10
3.3.2 Clima del área.....	10
3.3.3 Geomorfología.....	11
3.3.4 Topografía.....	11
3.3.5 Suelo.....	11-12
3.3.6 Hidrología.....	12-13

## INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
3.4 Descripción de los sitios de muestreo.....	13-22
3.5 Metodología en la recopilación de datos.....	22
3.5.1 Recopilación documental.....	22
3.5.2 características biofísicas y parámetros fisicoquímicos.....	22-26
3.5.3 toma de parámetros fisicoquímicos.....	27
3.5.4 Monitoreo biológico.....	28
3.5.5 Metodología para la colecta de moluscos.....	28-31
3.6. Descripción de las técnicas de muestreo.....	31
3.6.1 Técnica Red D.....	31-33
3.6.2 Técnica con Colador.....	33
3.6.3 Técnica manual.....	33-34
3.7 Manejo y preservación de las muestras.....	34
3.8 Limpieza de la muestra.....	34
3.9 Separación de las especies.....	35
3.10. Clasificación de las especies.....	35
3.11 Análisis de los datos.....	35-38
4. RESULTADOS .....	39-71
5. DISCUSION.....	72-83
6. CONCLUSIONES.....	84
7. RECOMENDACIONES.....	85
8.LITERATURA CITADA.....	86-88
9. ANEXOS.....	88-89

## LISTADO DE CUADROS

No.	Título	Pág.
1.	Criterios evaluados por el índice SVAP y su interpretación al momento de la adjudicación de la calidad del ambiente .....	24
2.	Coordenadas de GPS en cada sitio muestreado.....	29
3.	Representación de los sitios por colores según el mapa del área La Magdalena.....	30
4.	Listado de familias de moluscos encontradas en los seis puntos...	40
5.	Presencia de moluscos en diferentes hábitats.....	41
6.	Presenta el número de individuos por familias recolectados en los sitios La Criba, El Manguito, El Jute (chorro) con cada técnica de muestreo...	42
7.	Presenta el número de individuos por familias recolectados en los sitio El Naranjal, El Jute, El Jute (Cauque) con cada técnica de muestreo...	44
8.	Total de especies encontradas en cada familia y técnicas utilizadas en el muestreo dentro del punto 1(rio La Criba) .....	45
9.	Total de especies encontradas en cada familia y técnicas utilizadas en el muestreo dentro del punto 2( rio El Manguito) .....	47
10.	Total de especies encontradas en cada familia y técnicas utilizadas en el muestreo dentro del punto 3( Chorro) .....	49
11.	Total de especies encontradas en cada familia y técnicas utilizadas en el muestreo dentro del punto 4( Rio El Naranjal) .....	51
12.	Total de especies encontradas en cada familia y técnicas utilizadas en el muestreo dentro del punto 5(Rio El Jute).....	53

## LISTADO DE CUADROS

No.	Titulo	Pág.
13.	Total de especies encontradas en cada familia y técnicas utilizadas en el muestreo dentro del punto 6(Cauque).....	57
14.	Datos de los puntajes obtenidos en el índice SVAP aplicada a insectos y moluscos, calificación con el índice BMWP aplicada solo a insectos...	57
15.	Puntaje de los datos obtenidos con el índice IBF-SV 2010 con insectos y las familias de moluscos encontradas en ese tipo de aguas.....	60
16.	valores promedios mostrados para cada parámetro físico- químico tomado en cada punto de muestreo.....	61
17.	Resultados de los índices de diversidad $\alpha$ para cada uno de los puntos de muestreo.....	62
18.	Resultados de diversidad para cada uno de los puntos de muestreo según índice de Jaccar.....	64
19.	Resultados de diversidad para cada uno de los puntos de muestreo según índice de Sorenson.....	64
20.	Resultados de diversidad para cada uno de los puntos de muestreo según índice de Morisita.....	65

## LISTADO DE FOTOGRAFÍAS Y FIGURAS

No.	Titulo	Pág.
	Figura 1. cuenca del rio Paz en el occidente de Salvador.....	14
	Figura 2. Mapa de distribución de los puntos de muestreo.....	28
	Figura 3. Mapa de ubicación del rio El Jute y causes.....	29
	Figura 4. <b>A.</b> Presenta la forma correcta, <b>B.</b> Forma incorrecta de colectar	3
1.	Limpieza de la muestra y extracción de especies en el campo.....	95
2.	Forma correcta del muestreo de moluscos con colador y con red D...	95
3.	Técnica con red D.....	96
4.	Limpieza de la muestra .....	96
5.	Toma de temperatura del agua.....	96
6.	Toma del PH del rio.....	96
7.	Muestra preparada para observación de especies en el laboratorio	96
8.	Material de laboratorio para extracción de especies.....	97
9.	Muestras preparadas para la observación en el microscopio.....	97
10.	Observación de la muestra en el laboratorio.....	97
11.	Preparación de la muestra.....	98
12.	Clasificación de las especies.....	98
13.	Punto de muestreo la criba.....	98
14.	Punto de muestreo El Manguito.....	98
15.	Punto de muestreo el Chorro.....	98

16. Punto de muestreo el Jute.....	98
17. Punto de muestreo El Jute.....	99
18. Punto de muestreo El Cauque.....	99
19. Vista en estero microscopio de especie de la familia Thiaridae.....	99
20. Vista en estero microscopio de especie de la familia Pachychilidae...	99
21. Vista en estero microscopio de especie de la familia Sphaeridae.....	99
22. Vista en estero microscopio de especie de la familia Spaheridae.....	99
22. Vista en estero microscopio de especie de la familia Thiaridae.....	99
23. Vista en estero microscopio de especie de la familia Thiaridae.....	100
24. Vista en estero microscopio de especie de la familia Pachychilidae...	100
25. Vista en estero microscopio de especie de la familia Planorbidae.....	100
26. Vista en estero microscopio de especie de la familia Hidrobiidae.....	100
27. Vista en estero microscopio de especie de la familia Hidrobiidae.....	100
28. Vista de especie de la familia Pachychilidae.....	100
29. Vista en estero microscopio de especie de la familia Pachychilidae...	101
30. Entrevista a personas de las comunidades cercanas.....	101
31. Conchas de moluscos en las orillas del rio.....	101
32. Conchas de moluscos en la orilla del rio.....	101
33. Equipo utilizado en la fase de laboratorio.....	102
34. Revisión del colador.....	102
35. Medición del ancho del rio.....	102
36. separación de las especies en el sitio de muestreo.....	102

## LISTADO DE GRÁFICOS

No.	Contenido	Pág.
1.	Familias colectadas con cada una de las técnicas de muestreo.....	42
2.	Total especímenes por cada familia encontrados en cada uno de los sitios muestreados.....	44
3.	Presenta las familias mas abundante en todos los sitios de muestreos	45
4.	Presenta número de especímenes por familia colectadas con cada una de las técnicas en el punto 1.....	47
5.	Presenta el número de especímenes por familia colectadas con cada una de las técnicas en el punto 2.....	49
6.	Presenta el número de especímenes por familia colectadas con cada una de las técnicas en el punto 3.....	51
7.	Presenta el número de especímenes por familia colectadas con cada una de las técnicas en el punto 4.....	53
8.	Presenta el número de especímenes por familia colectadas con cada una de las técnicas en el punto 5.....	55
9.	Presenta el número de especímenes por familia colectadas con cada una de las técnicas en el punto 6.....	57
10.	Resultado de riqueza de familias colectadas en cada uno de los puntos de muestreo.....	61
11.	Resultado de uniformidad de familias colectadas en cada uno de los puntos de muestreo.....	62

12. Resultados de la abundancia relativa de familias para cada uno de los puntos de muestreo según índice de Margalef.....	62
13. Resultados de diversidad para cada uno de los puntos de muestreo según índice de Shannon-Weiner.....	63
14. Resultados de diversidad para cada uno de los puntos de muestreo según índice de Simpson.....	63

## RESUMEN

En la presente investigación se logro conocer la calidad ambiental del agua de los ríos principales del área La Magdalena mediante la determinación de moluscos dulciacuícolas utilizados como indicadores biológicos; durante la época seca y lluviosa del año 2009. Atraves del análisis de las características físicas del agua, análisis biológico y comparación de los datos con los índices ecológicos y los datos obtenidos en el estudio de insectos acuáticos.

Con los datos obtenidos se justificara la utilidad y relevancia de este estudio para beneficiar y contribuir a las actividades de manejo del ANP; ya que los punto 1, 2,3 se ubican en la zona de aprovechamiento de recursos naturales y conociendo que uno de los mayores intereses es el de conservar los recursos hídricos y naturales del área como una fuente de bienes y servicios ambientales de aprovechamiento directo y sostenible para las comunidades cercanas.

En este estudio se reportaron las siguientes familias de moluscos dulciacuícolas Pachycilidae, Hidrobidae, Thiaridae, Sphaeridae, Ancyliidae y Viviparidae indicadoras de aguas no contaminadas y las familias Physidae y Planorbidae son de aguas no contaminadas o moderadamente contaminadas.

Los moluscos dulciacuícolas son excelentes indicadores biológicos de la calidad del agua por sus hábitos sedentarios, longevidad, son resistentes a variaciones, son abundantes en los cuerpos de agua y se pueden obtener fácilmente; ya que las técnicas de colecta para moluscos son de fácil aplicación para cualquier investigador y los resultados son excelentes.

## 1. INTRODUCCION

El presente estudio con una duración de 12 meses tiene como objetivo conocer la calidad ambiental del agua de los ríos principales del ANP<sup>1</sup> La Magdalena con el uso de moluscos bioindicadores, durante las épocas seca y lluviosa del año 2009; por medio del estudio biológico y físico y la comparación con índices ecológicos de diversidad, uniformidad, riqueza y similitud. Las muestras serán tomadas en campo y llevadas al laboratorio bajo las condiciones adecuadas para su posterior identificación.

Estos datos nos permitirán satisfacer las demandas de uso del recurso y así mismo justificar la utilidad y relevancia de este estudio para beneficiar y contribuir en las actividades de manejo del área protegida, ya que los puntos 1, 2 y 3 se ubicaron precisamente en la Zona de aprovechamiento de recursos naturales según mapa de zonificación y conociendo que uno de los mayores intereses es el de conservar los recursos hídricos del área y todos los recursos naturales del área como una fuente de bienes y servicios ambientales de aprovechamiento directo y sostenible para las comunidades cercanas; de allí surge la necesidad de monitorear la calidad del recurso y el ambiente en general del entorno a los principales ríos del área natural protegida.

Existen moluscos sumamente especializadas, así como oportunistas, lo que se manifiesta en diferentes respuestas a las modificaciones del hábitat y la contaminación. Dadas las diversas respuestas tanto de individuos como de poblaciones, se emplearan las especies de moluscos como indicadores de contaminación y así encontrar el grado de contaminación en el que el rio se encuentra, por su capacidad de acumular contaminantes y desaparición.

---

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

## **2. REVISION DE LITERATURA.**

### **2.1 Generalidades de la clase molusca.**

Los moluscos tienen un cuerpo blando e insegmentado, formado típicamente por una cabeza anterior, un pie ventral y una masa visceral dorsal; el cuerpo rodeado por un manto fino y carnoso, generalmente protegido por una concha calcárea externa. Actualmente se han descrito cerca de 93,000 especies y se conocen 70,000 especies fósiles, sin embargo, muchas especies no han sido nombradas ni descritas, especialmente las que proceden de regiones mal estudiadas, estima que solamente se han descrito alrededor de la mitad de los moluscos actuales (Storer & Usinger, 1967).

Este filo tiene una larga historia geológica ya que las conchas minerales de estos animales tienen altas probabilidades de fosilización, lo que ha proporcionado un rico registro fósil que data del cámbrico. (Storer & Usinger, 1967; Ruppert & Barnes, 1996; Brusca & Brusca, 2005).

### **2.2 Ecología.**

Unos pocos bivalvos han evolucionado para hacerse comensales parásitos. Casi todos los bivalvos comensales están relacionados con formas epibentónicas de vida libre. Entre los moluscos se han desarrollado varias formas de relaciones simbióticas, que están muy relacionadas con la biología alimentaria del hospedador, como se da entre muchos moluscos y las bacterias del azufre (Brusca & Brusca, 2005).

El interés del hombre en los moluscos es enorme. Los moluscos son una importante fuente de alimentación para la especie humana. Además, numerosas enfermedades parasitarias tanto humanas como veterinarias son transmitidas por

los moluscos, que actúan como hospedador intermediario, sobre todo de platelmintos trematodos.

### **2.3 Distribución geográfica.**

Los moluscos colonizan prácticamente todos los ambientes, desde las grandes alturas a más de 3.000 m sobre el nivel del mar hasta profundidades oceánicas de más de 5.000 m de profundidad, en las aguas polares o tropicales y suelen ser elementos comunes de los litorales de todo el mundo. (Storey & Usinger, 1967).

### **2.4 Taxonomía.**

#### **2.4.1 Clasificación general.**

Los moluscos se subdividen en ocho clases; se indica entre paréntesis el número aproximado de especies actuales. (Ruppert & Barnes, 1996; Rosenberg & Resh, 1993).

- ✓ Caudofoveata (70 sp)
- ✓ Solenogastres (250 sp)
- ✓ Polyplacophora ( 600 sp)
- ✓ Monoplacophora (20 sp)
- ✓ Bivalva(13.000 sp)
- ✓ Scaphopoda (350 sp)
- ✓ Gastropoda( 75.000 sp)
- ✓ Cephalopoda(700 sp)

## **2.5 Calidad del agua y sus usos.**

La calidad de agua es definida como una lista de concentraciones, especificaciones y particiones físicas de sustancias orgánicas e inorgánicas, así como, la composición y estado de la biota acuática encontrada en el cuerpo de agua. Esta calidad muestra la variación temporal y espacial de los factores tanto internos como externos de los cuerpos de agua (Chapman, 1992).

La definición de calidad del agua se basa en el uso al que se destina, donde la suma de las características físicas, químicas y biológicas de las aguas superficiales (quebradas, ríos y lagos) y las subterráneas cumplan con los requerimientos establecidos para cada uso, como consumo humano, industrial, abrevaderos, agricultura, etc.(Batram & Ballance, 1992). Estas características deben ser monitoreadas para definir las condiciones del agua, proveer las bases para detectar las tendencias y proveer información para establecer las causas y efectos de las relaciones entre estas características (Chapman, 1992)

Al evaluar la calidad de agua es importante identificar las actividades que ejercen influencia directa o indirecta, identificar las características geográficas del área (uso de la tierra, clima, hidrología), usos del agua (canales, abastecimiento para comunidades, industrias, agricultura, recreación, etc.); además de las fuentes contaminantes incluyendo, domésticas, industriales y agricultura (Chapman, 1992). A esto se le suma considerar las facilidades para manejar la contaminación y tratamiento de las aguas.

## **2.6 Contaminación del agua.**

Se define como contaminación del agua a cualquier modificación, natural o artificial, que directa o indirectamente cambia la calidad original y perturbe o

destruye los recursos naturales (FAO<sup>2</sup>, 1993). Puede causar riesgos sanitarios, reducir el bienestar del hombre y las comunidades acuáticas y perjudicar el uso del agua actual o potencial para el que está destinada (Miador, 1993).

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas ya sea debido a residuos urbanos o industriales, puede ser ocasionada por agentes como bacterias, virus y otros microorganismos, materia orgánica, metales pesados, detergentes, insecticidas, fungicidas, plaguicidas (Rueda, 2000). La contaminación de los cursos de agua en las quebradas ocurre principalmente por la descarga de basuras, desechos domésticos, aguas residuales de la población e instalaciones pecuarias y por la erosión de suelos agrícolas, que incluyen el arrastre de residuos de plaguicidas. (Moliner y Camacho, 2002).

## **2.7 Monitoreo biológico de la calidad del agua.**

A diferencia del monitoreo químico de la calidad del agua, que evidencia una contaminación puntual en el empleo de organismos acuáticos como los moluscos los cuales pueden ofrecer mayor información respecto a las variaciones que sufre la calidad del agua en el tiempo y lugar, además de representar un método económico y de fácil aplicación para evaluaciones más frecuentes de los cuerpos de agua.

Laidlaw (2003) considera a los macro-invertebrados como indicadores debido a que su período de vida es lo suficientemente largo para mostrar como son afectados por la presencia de agentes contaminantes, además de que pueden orientar sobre las causas de contaminación de la zona de muestreo. Estos organismos que son de desplazamiento lento y fáciles de coleccionar; tienden a formar comunidades características que se asocian con condiciones físicas y químicas.

---

<sup>2</sup> **FAO:** Organización para la Agricultura y la Alimentación.

La información biológica no reemplaza los registros físico-químicos para definir la calidad del agua, especialmente asociada al crecimiento poblacional y su industrialización, que han llevado a una crisis en la calidad del recurso. Algunos autores consideran que el método biológico juega un papel importante en la interpretación y manejo del recurso hídrico por ciertas ventajas, dentro de las cuales está su nivel integrativo y su bajo costo (Espino et al. 2004).

## **2.8 Biomonitorio.**

El monitoreo biológico incluye la identificación y conteo de macro-invertebrados. El propósito del monitoreo biológico es valorar rápidamente tanto la calidad del agua como el hábitat. La abundancia de diversidad de los macro-invertebrados encontrados, es una indicación de la calidad general del arroyo. Los Macro-invertebrados, incluyen insectos acuáticos, cangrejos y caracoles que viven en varios hábitats del arroyo y que obtienen su oxígeno del agua. Estos insectos y moluscos son afectados por todo el estrés que ocurre en el arroyo, provocado tanto por el hombre como por causas naturales.

## **2.9 Características de los bioindicadores**

El concepto de bioindicadores aplicado a la evaluación de calidad de agua, es definido como: "especie" (o ensamble de especies) que posee requerimientos particulares con relación a uno o un conjunto de variables físicas o químicas, tal que los cambios de presencia/ausencia, número, morfología o de conducta de esa especie en particular, indique que las variables físicas o químicas consideradas, se encuentran cerca de sus límites de tolerancia" (Rosenberg & Resh 1993).

Laidlaw citado por Auquilla (2005) considera como los mejores indicadores los que ofrecen las siguientes ventajas:

-Se encuentran en prácticamente en todos los sistemas acuáticos, por lo que favorecen estudios comparativos.

-Presentan un largo periodo de permanencia en el agua, lo cual permite estudiar cambios temporales.

-Son sensibles a perturbaciones y estos los hace responder rápidamente.

-Pueden existir otros factores independientes a la calidad del agua que afectan la distribución y abundancia (perturbaciones por cambios de caudales manejados artificialmente, catástrofes naturales por inundación, etc.).

-Las variaciones estacionales pueden complicar las interpretaciones o comparaciones.

### 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION.

#### 3.1 Tipo y diseño de la investigación.

Es una investigación cuantitativa por que se obtendrá información de aspectos que se pueden medir o contar, arrojando datos numéricos para ser sistematizados. Y así realizar la investigación bibliográfica y el muestreo adecuado, para que su desarrollo y hallazgos sean confiables y verídicos al ser comprobados por medio de la recolección de datos y del cumplimiento de los objetivos.

Descriptiva por que solo se dice como se presenta dicho estudio, especificando las propiedades importantes de algunos grupos, brindando la posibilidad de hacer predicciones de lo que puede ocurrir a largo plazo.

El método utilizado será no experimental por que en ningún momento se manipularon variables que influyeran en el fenómeno. Tomando en cuenta que ya se han delimitado a quienes se va a estudiar los moluscos encontrados en los ríos del ANP La Magdalena; qué pueden ser utilizadas como indicadores biológicos de contaminación y la comparación de las poblaciones, tipo de especies encontradas en los lugares o ríos que presentan un grado de perturbación alto y en los lugares donde la perturbación antropicas es baja.

#### 3.2 Universo, población y muestra.

**Universo:** Moluscos presentes en los ríos del departamento de Santa Ana.

**Población:** Moluscos presentes en los ríos del ANP La Magdalena del municipio de Chalchuapa.

**Muestra:** Moluscos presentes en los puntos de muestreo del ANP La Magdalena.

### **3.3. Antecedentes del área de estudio.**

#### **3.3.1 Ubicación del área.**

El ANP La Magdalena se encuentra ubicada en el Municipio de Chalchuapa, del Departamento de Santa Ana, específicamente entre los cantones de El Tanque, La Criba y El Coco, tiene una extensión de 776 Ha (según acta de transferencia del ISTA<sup>3</sup> al Estado, año 2000) y es parte del Área de Conservación Volcán El Chingo, en las coordenadas 14° 01' 47" LN y 89° 42' 02" LO (FIAES/ASAPROSAR, 2007)<sup>4</sup>.

En esta zona se pueden encontrar vestigios de los ecosistemas formados principalmente por vegetación Cerrada Tropical Ombrófila semidecdua de tierras bajas, vegetación Abierta Predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustiva) y zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos.(Software Arc view 3.2).

#### **3.3.2. Clima.**

De acuerdo a las definiciones climáticas según Köppen y las observaciones de Sapper y Lauer, el ANP La Magdalena se clasifica dentro de la zona de Bosque Húmedo Subtropical además dicho dato se contrastando con lo establecido en el mapa propuesto por Holdridge que también lo denomina como Bosque húmedo subtropical. El clima predominante es cálido, con temperatura promedio anual de 24.2°C. Y una precipitación pluvial anual entre 1,750 y 1,950 mm (FIAES/ASAPROSAR<sup>5</sup>, 2007).

---

<sup>3</sup> ISTA: Instituto Salvadoreño de Transformación Agraria.

<sup>4</sup>FIAES: Fondo de la Iniciativa para las Americas.ASAPROSAR.

<sup>5</sup> ASAPROSAR: Asociación Salvadoreña Pro Salud Rural.

### 3.3.3. Geomorfología.

El ANP La Magdalena esta conformado por cuatro formaciones de origen volcánico clasificadas en:

**Formación Morazán:** La cual es una formación efusiva básica intermedia hasta intermedias ácidas, principalmente son piroclásticos y epiclásticos volcánicos.

**Formación Bálsamo:** Es una formación de epiclásticas volcánicas y piroclásticas, formadas de corrientes de lava intermedia.

**Formación San Salvador:** Son efusivas basálticas, aluviones, localmente con interacciones de piroclásticas.

**Formación Cuscatlán:** Es una formación de tipo efusiva andesitita y basáltica.

### 3.3.4. Topografía.

Presenta una topografía accidentada en la mayor parte, con diversos puntos elevados, donde se pueden observar tres lugares con mayor altitud, de 880 msnm, 920 msnm y el de mayor de 1400 msnm; siendo los 700 m la menor altitud. Presenta mayor grado de pendiente en la parte norte, al sur se observa un menor grado de pendiente, sector donde se han localizan las parcelas productivas de la cooperativa La Magdalena. (<http://www.marn.gob.sv/?fath=19&categoria=320>, 12 mayo 2009, 10:35 a.m.

### 3.3.5. Suelo.

Se pueden encontrar dos tipos de suelos de acuerdo a su origen:

**Latosoles arcillo - rojizos:** característicos por ser suelos arcillosos de color rojizo en forma de lomas y montañas, con estructura en forma de bloques con un color generalmente rojo aunque algunas veces se encuentran amarillentos o cafesosos, debido principalmente a la presencia de minerales de hierro de distintos tipos y

diversos grados de oxidación, con textura superficial franco arcillosa y subsuelo arcilloso.

La profundidad promedio de un metro se pueden observar a floraciones de roca debido a procesos de erosión.

**Andisoles:** suelos originados de cenizas volcánicas, de distintas épocas y en distintas partes del país, tienen por lo general un horizonte superficial entre 20 y 40 centímetros de espesor, de color oscuro, textura franca y estructura granular. De acuerdo al tipo de suelo y el grado de pendiente, se puede ubicar en la clase VII, con baja pedregosidad.

En cuanto a la geología del ANP, esta compuesta de epiclastitas volcánica, piroclásticas y corrientes de lava intercalada, efusivas básicas-intermedias y efusivas andesitas-basálticas. (SIT<sup>6</sup>, MARN<sup>7</sup>, 2007).

### 3.3.6. Hidrología.

La Hidrología de la zona está conformada por diversa 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 se tienen El Naranjal y El Jute, los cuales pertenecen a la subcuenca del río Pampe.

Por tener una conformación de roca volcánica posee una excelente infiltración lo que la hace una microcuenca de importancia local, contribuyendo a que los mantos acuíferos tanto superficiales como subterráneos, sean abundantes y aprovechables. (<http://www.marn.gob.sv/?fath=19&categoria=320>, 24 Julio 2009, 9:00 a.m.

En el interior del ANP se forma una escorrentía conocida por la localidad como El Jute además en el área se identifican 24 vertientes de donde se abastecen las

---

<sup>6</sup> SIT: Sistema de Información Territorial.

<sup>7</sup> MARN: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

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.



**Fuente:** <http://www.marn.gob.sv>

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

### 3.4 Descripción de los puntos de muestreo.

Los puntos de muestreo fueron seleccionados mediante un recorrido por la zona de estudio, verificando que estos en su trayecto, pasaran o 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.

Y cada uno de los datos biofísicos y fisicoquímicos fueron tomados en cada punto de muestreo donde a continuación se presentan los resultados obtenidos:

## **Punto de muestreo 1**

**Nombre del Rio:** LA CRIBA (ver fotografía 13)

**Fecha de muestreo:** 27 de Noviembre de 2010.

**Coordenadas GPS (WS 84):** S14°05'28.8"N y W089°41'10.9"O

### **Características generales**

- Tipo de curso del río: Inicial
- Altura: 762msnm
- Ancho aproximado: 5 m
- Profundidad: Menor a un metro
- Velocidad general de corriente: RAPIDO
- Tipo de vegetación en la orilla: Arbustos
- Actividades alrededor del sitio: Lavar, cultivos.

### **Tipos de sustratos**

Piedras, arena, rocas muy grandes, rocas limpias, hojarasca, trocos y ramas sumergidas.

### **Características físico-químicas**

- Color del agua: Incolora
- Olor del agua: Inodora
- Temperatura: 20°C
- Ph: 7

- Condiciones ambientales: Soleado

-Exposición: 100% sombra

Vegetación de la orilla: Prácticamente es bosque ripario con abundantes arbustos y hierbas.

-Vegetación dentro del agua: Hierbas emergentes y musgos adheridos a las rocas.

### **Punto de muestreo 2**

**Nombre del Río:** El manguito (ver fotografía 14)

**Fecha de muestreo:** 27 de Noviembre de 2009

**Coordenadas GPS (WS 84):** S14°05`42.4"N y W089°41`38.4"O

### **Características generales**

-Tipo de curso del río: Inicial

-Altura: 757 msnm

-Ancho aproximado: 3 m

-Profundidad: 20 cm

-Velocidad general de corriente: Rápido

-Tipo de vegetación en la orilla: Bosque ripario con árboles que oscilan entre los 20 ya 25m de altura y abundantes arbustos.

-Vegetación dentro del agua: Hierbas emergentes y musgos adheridos algunas rocas.

-Actividades alrededor del sitio: Ninguna

### **Tipos de sustratos**

Piedras, arena, rocas muy grandes, rocas limpias, hojarasca, trocos y ramas sumergidas.

-Otra fauna: renacuajos, peces.

### **Características físico-químicas**

-Color del agua: Incolora

-Olor del agua: Inodora

-Temperatura: 22°C

- Ph: 7

- Condiciones ambientales: Soleado

-Exposición: 100% sombra

-Presencia de organismos muertos dentro del agua

**Punto de muestreo 3** (ver fotografía 15).

**Nombre del Rio:** EL CHORRO (RIO EL JUTE)

**Fecha de muestreo:** 27 de Noviembre de 2009

**Coordenadas GPS (WS 84):** S14°05`14.9"N y W089°41`39.4"O

### **Características generales**

-Tipo de curso del río: Medio

-Altura: 744 msnm

-Ancho aproximado: 3 m

-Profundidad: 25 cm

-Velocidad general de corriente: Moderado

-Tipo de vegetación en la orilla: En este punto se intercalan especies deciduas con especies siempre verdes características del bosque ripario.

-Vegetación dentro del agua: Hierbas emergentes y musgos adheridos algunas rocas.

-Actividades alrededor del sitio: los caseríos están más cercanos.

### **Tipos de sustratos**

Piedras, arena, rocas muy grandes, rocas limpias, hojarascas, trocos y ramas sumergidas,

-Otra fauna: Renacuajos, peces

### **Características físico-químicas**

-Color del agua: Incolora

-Olor del agua: Inodora

-Temperatura: 23°C

-Ph: 8

-Condiciones ambientales: Soleado

-Exposición: Grandes claros

-Presencia de organismos muertos dentro del agua.

#### **Punto de muestreo 4**

**Nombre del Rio:** RIO EL NARANJAL (ver fotografía 16)

**Fecha de muestreo:** 02 de diciembre 2009

**Coordenadas GPS (WS 84):** S14°05'01.8"N y W089°41'54

#### **Características generales**

-Tipo de curso del río: Inicial

-Altura: 675 msnm

-Ancho aproximado: 3 m

-Profundidad: 20 cm

-Velocidad general de corriente: Rápidos

-Tipo de vegetación en la orilla: Bosque ripario formando galerías a la altura de los árboles.

-Vegetación dentro del agua: Hierbas emergentes y musgos adheridos algunas rocas.

-Actividades alrededor del sitio: Los caseríos están más cercanos se observan cultivos.

#### **Tipos de sustratos**

Piedras, arena, rocas muy grandes, rocas limpias, hojarasca, trocos y ramas sumergidas,

-Otra fauna: Renacuajos, peces

### **Características físico-químicas**

-Color del agua: Incolora

-Olor del agua: Inodora

-Temperatura: 24°C

-Ph: 6

-Condiciones ambientales: Soleado

-Exposición: Sombra con ventanas

-Presencia de organismos muertos dentro del agua: Ninguno

**Punto de muestreo 5** (ver fotografía 17).

**Nombre del Rio: EL JUTE (enganche el naranjal)**

**Fecha de muestreo:** 02 de diciembre 2009

**Coordenadas GPS (WS 84):** S14°05'51.6"N y W089°41'49.1"O

### **Características generales**

-Tipo de curso del río: Bajo

-Altura: 672 msnm

-Ancho aproximado: 3 m

-Profundidad: 22 cm

-Velocidad general de corriente: Moderado

-Tipo de vegetación en la orilla: Bosque con arbusto y hierbas

-Vegetación dentro del agua: Plantas emergentes y musgos.

-Actividades alrededor del sitio: Ninguna.

### **Tipos de sustratos**

Piedras, arena, rocas muy grandes, rocas limpias, hojarascas, trocos, raíces sumergidas y ramas sumergidas,

Otra fauna: Renacuajos, peces

### **Características físico-químicos**

-Color del agua: Incolora

-Olor del agua: Inodora

-Temperatura: 24°C

-Ph: 7

-Condiciones ambientales: Soleado

-Exposición: Sombra con ventanas

-Presencia de organismos muertos dentro del agua: Ninguno

**Punto de muestreo 6** (ver fotografía 18)

**Nombre del Río: EL CAUQUE (enganche el Cauque)**

**Fecha de muestreo:** 02 de diciembre 2009

**Coordenadas GPS (WS 84):** S14°05`14.8"N y W089°41`39.3"O

### **Características generales**

-Tipo de curso del río: Bajo

-Altura: 676 msnm

-Ancho aproximado: 5 m

-Profundidad: 23 cm

-Velocidad general de corriente: Moderados

-Tipo de vegetación en la orilla: Bosque intercalado con especies de de bosque semidecidual y sin cambios.

-Vegetación dentro del agua: No existen las pocas plantas están adheridas a los márgenes.

Actividades alrededor del sitio: Cultivos

### **Tipos de sustratos**

Piedras, arena, rocas muy grandes, rocas limpias, hojarasca, trocos y ramas sumergidas.

Otra fauna: Renacuajos, peces.

### **Características físico-químicos**

-Color del agua: Incolora

-Olor del agua: Inodora

-Temperatura: 23°C

-Ph: 8

-Condiciones ambientales: Nublados

-Exposición: Grandes claros

### **3.5 Metodología en la recolección de datos.**

#### **3.5.1 Recolección de datos de campo.**

Se recopilará información digital de la cuenca correspondiente al río en estudio para efectos de completar información de campo. Se hará uso del programa Google earth, como herramienta estratégica para la creación de un mapa de los sitios evaluados, así como de los grados de presión a contaminación a los que están expuestos.

#### **3.5.2 características biofísicas y parámetros fisicoquímicos.**

La toma de características biofísicas básicamente consistió en una descripción del punto de muestreo en ese espacio y tiempo determinado identificando parámetros como:

**Apariencia del agua.** Para esto se realizó una 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.** Para este caso también de manera visual se determinó la presencia de sedimentos o partículas precipitadas en el fondo, así como en las márgenes del cauce del río o quebrada, de acuerdo al arrastre del río y grado de erosión, época climática y grado de deforestación del sitio, de igual forma se introdujo una regla graduada de 30 cm. en estos para determinar la densidad de la capa.

**Zona ribereña (ancho y calidad de la misma).** Para esto 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, esta 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 identifico 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.

**Sitios de refugio y ocurrencia de macro invertebrados.** Para ello se observo si en el trayecto escogido como sitio de muestreo existían los diferentes micro-hábitats a tomar en cuenta para la captura de moluscos.

**Barreras al movimiento.** Se observo 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 identifico por simple observación la presencia de peces moluscos y crustáceos dentro del rio, así como las practicas de extracción de los mismo (barbasqueo o envenenamiento) a fin de facilitar su captura.

**Presencia de desechos sólidos orgánicos e inorgánicos.** Se observo 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 observo si existían evidencias de presencia de heces fecales humanas o de animales domésticos como ganado, estado de degradación y su abundancia en el lugar.

**Aumento de nutrientes de origen orgánico.** Para este se verifico si en las rocas del interior y las márgenes del cauce hay polución de algas filamentosas y musgos

que formen placas verdosas y lizas al tacto, así como plantas acuáticas superiores. Toda la información obtenida se escribirá en la boleta de campo destinada para ello.

Para evaluar las características antes mencionadas se utiliza el protocolo SVAP evalúa el hábitat físico de un río mediante la asignación de puntajes entre 1 y 10 a quince diferentes métricos (ver cuadro 3). 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 (6, 9 a10) para ríos o quebradas que tienen condiciones sanas, y bajos puntajes (de 2, 2 a 1) para ríos o quebradas en mal estado. (Mufla, 2005).

**CUADRO 1.** Criterios evaluados por el índice SVAP y su interpretación al momento de la adjudicación de la calidad del ambiente.

Parámetros evaluados.	Calidad del ambiente según SVAP.	Calificación y color.
1.) Apariencia del agua, 2) Sedimentos, 3.) Zona ribereña (ancho y calidad), 4.) Sombra, 5.) Pozas,	<b>Excelente</b>	<b>9-10</b>
6.) Condición del cauce, 7.)Alteración hidrológica (desbordes), 8.) Refugio (hábitat) para peces, 9.)Refugio (hábitat) para macro	<b>Buena</b>	<b>7-8</b>
invertebrados, 10.) Estabilidad de las orillas, 11.)Barrera al movimiento de las especies,	<b>Regular</b>	<b>5-6</b>
12.) Presión de pesca, 13.) Presencia de desechos sólidos, 14.) Presencia de estiércol y 15.)Aumento de nutrientes de origen orgánico	<b>Pobre</b>	<b>3-4</b>
	<b>Muy pobre</b>	<b>1-2</b>

- **En el río o quebrada.**

Se debe empezar con una caminata por el río (ver fotografía 18) y observar las condiciones que presenta durante todo el trayecto, tomando en cuenta el color del agua, las plantas alrededor del río (zona ribereña), lo que hay dentro del agua ya que el cuerpo del agua refleja lo que hay a su alrededor, note la evidencia de los usos por los seres humanos. Hay algunas cosas que no se pueden observar a simple vista y es cuando se debe preguntar a personas que habitan o conocen los alrededores del río (ver fotografía 31).

- **Con los resultados**

Cada métrico es evaluado y analizado por el observador hasta quedar claro el estado en que se encuentra dicho sitio, después se suman los puntajes asignados para cada uno, sacando un puntaje promedio para cada categoría y se calcula el puntaje final entre 1 y 10, después se va a los cuadros de categorías para seleccionar la clase correspondiente.

- **Calidad de un río o quebrada.**

Después se elabora un informe o reporte para dar a conocer esta información, con el objetivo que todos los actores locales involucrados, entiendan mejor cómo están afectando la calidad del agua y que otros seres vivos dependen de ella. Esto se debe hacer de forma progresiva para comparar resultados de un mismo sitio en diferentes periodos de tiempo, sirviendo para aprender a comunicarnos con los macro invertebrados y captar lo que nos quiere decir el cauce o la ribera de un río. (Martínez & Cano, 2008).

Al momento del muestreo se realizaran pruebas de parámetros físico-químicos: Temperatura (°C), Ph. Estos datos serán recolectados en hoja de campo por cada punto de muestreo. Esto se hará durante los quince minutos antes del muestreo (ver fotografía 5 y 6).

Se contará con un termómetro para medir la temperatura del agua y aire circundante (Hernández 2003).

Se colectan todos los datos físicos del sitio en la ficha de campo (ver anexo 1).

### **3.5.3 Toma de parámetros físico químicos.**

La toma concerniente a estos datos se realizo en la siguiente secuencia:

#### **Temperatura.**

Esta actividad se realizo con la ayuda de un termómetro de mercurio graduado tomando dos datos, uno externo (Temperatura ambiente), sujetando el termómetro sin que el calor de la mano interfiriera, se exponiéndolo por un tiempo aproximado de 5 minutos a las condiciones ambientales y se anoto el dato, así como la hora en que se realizo la medición para determinar la temperatura ambiente en ese momento.

Otro interno el cual consistió en introducir el termómetro 20 cm. por debajo de la superficie del agua, por un periodo de tiempo de aproximadamente 6 minutos para medir la temperatura dentro del cuerpo de agua, este dato al igual que el anterior se anoto en la respectiva boleta de campo. Este mismo proceso se realizo de forma repetitiva en cada punto de muestreo a fin de obtener y observar las variaciones de este parámetro respecto al cambio de época y así relacionar su influencia sobre los organismos.

**Turbidez.** La toma de este dato se obvio debido a la naturaleza, las características y a las condiciones del cuerpo de agua durante la investigación.

#### **Potencial hidrogeno (Ph).**

Como un parámetro importante y adicional este se tomo una sola vez en cada punto de muestreo, durante las tres tomas de datos y colecta de especímenes, a fin de establecer relaciones. Se realizo con ayuda de papel pH, sumergiendo una

porción de este en el cuerpo de agua, por no mas de 1 minuto, para luego ser comparado con la tabla de las imágenes impresas en la caja de empaque del mismo, para luego ser anotado en la boleta de campo.

#### **3.5.4 Monitoreo biológico.**

El monitoreo biológico incluye la identificación y conteo de Macro invertebrados. El propósito del monitoreo biológico es valorar rápidamente tanto la calidad del agua como el hábitat. La abundancia de diversidad de los macro invertebrados encontrados, es una indicación de la calidad general del arroyo. Los Macro invertebrados, incluyen insectos acuáticos, cangrejos y caracoles que viven en varios hábitats del arroyo y que obtienen su oxígeno del agua. Estos insectos y moluscos son afectados por todo el estrés que ocurre en el arroyo, provocado tanto por el hombre como por causas naturales.

En este estudio se utilizaran los moluscos como indicadores de la calidad del agua. Los moluscos son considerados indicadores de calidad debido a que algunos organismos pueden sobrevivir en un rango variante de condiciones ambientales y son más “tolerantes” a la contaminación; otros son más sensibles al cambio y son “intolerantes” a la contaminación (Murphy y Giller, 2000). Es así como cambios en la composición y estructura de comunidades acuáticas pueden indicar evidencias de algún tipo de contaminación (Alba, 1996).

#### **3.5.5 Metodología para la colecta de la muestra.**

##### **Determinación de los puntos de muestreo.**

- Cada punto de muestreo se selecciona mediante un recorrido por la zona de estudio, verificando que estos en su trayecto, pasaran o 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.
- El número de puntos varía según el tamaño del lugar, disposición y tiempo del investigador.

- En cada punto se seleccionan tres sub- sitios con una distancia de 20 metros entre cada uno.
- En cada punto que se selecciona se deben de tomar las coordenadas con el GPS y se deben anotar los datos que se piden en la guía de evaluación rápida (ver anexo 1).

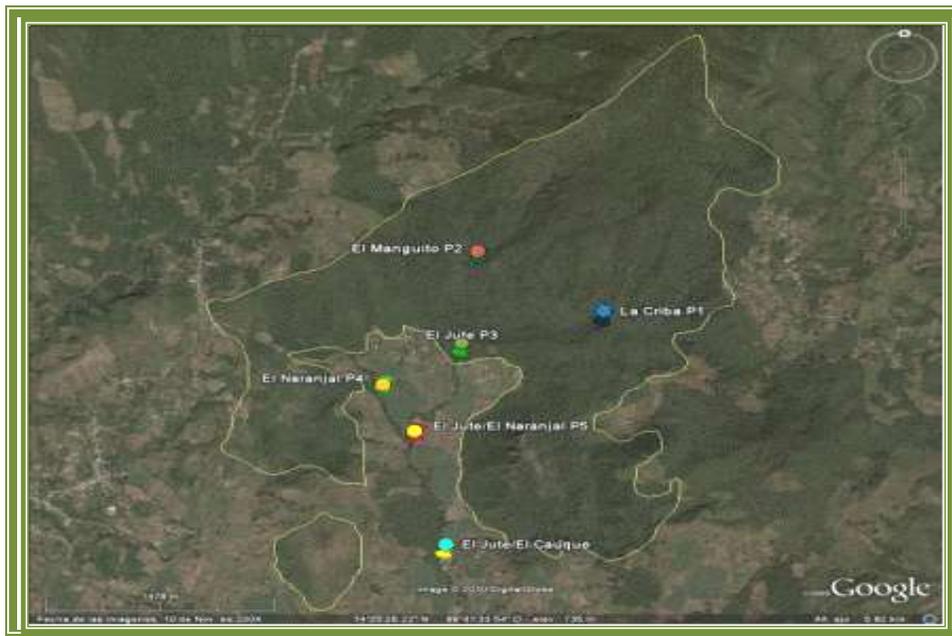
**CUADRO 2.**Coordenadas de GPS en cada sitio muestreado.

PUNTO DE MUESTREO	Nº DE PUNTO MUESTREO	CODIGO	ALTURA Msnm	COORDENADAS DE GPS	
				Latitud ( S)	Longitud ( W)
La Criba	1	Cri1	762	14° 05`28.8"N	089°41` 10.9"0
EL I manguito	2	Man2	757	14° 05` 42.4"N	089° 41` 38.4" 0
El Chorro	3	Cho3	744	14° 05` 14.9"N	089° 41`39.4" 0
El Naranjal	4	Na4	675	14° 05` 01.8" N	089° 41` 54.5" 0
El Jute	5	Ju5	672	14° 04` 51.6" N	089°41`49.12" 0
El Cauque	6	Cau6	670	14° 04` 14.8"N	089° 41` 39.3" 0

- El número de puntos a muestrear puede variar según el tamaño del área, se tomaron seis puntos de muestreos en los ríos principales El Jute y El Naranjal.

**CUADRO 3.** Representación de los puntos de muestreos por colores según el mapa de distribución de los ríos.

NOMBRE DEL PUNTO	Nº DEL PUNTO DE MUESTREO	COLOR
La Criba	Punto 1	Blue
El Manguito	Punto 2	Red
El Jute(el chorro)	Punto 3	Green
El Naranjal	Punto 4	Yellow
El Jute( Naranjal)	Punto 5	Orange
El Jute(Cauque)	Punto 6	Cyan



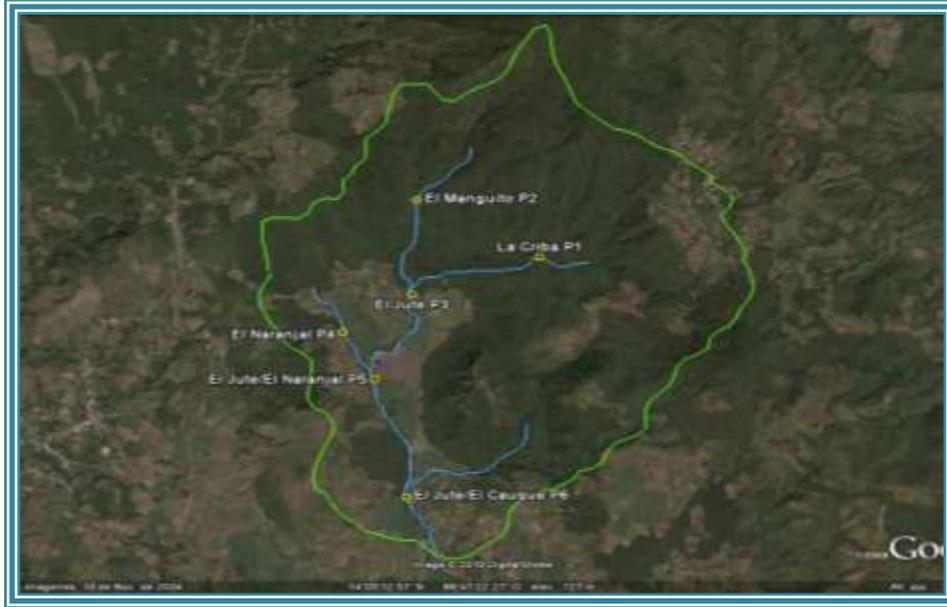
**Fuente:** Salazar 2010.

**FIGURA 2.** Mapa de distribución de los puntos de muestreo.

❖ **Fase de campo.**

La fase de campo consistió en 2 visitas de dos días cada una al área natural protegida comenzando actividades a partir de las 8:00 a.m. y concluyendo a las 04:00 p.m. para un total de 16 horas de muestreo. La intensidad de este fue de tres puntos de toma de datos por día, siendo estos repetitivos en dos diferentes

épocas: lluviosa y seca, a lo largo de la investigación, tomando los respectivos datos físicos químicos, en cada uno de los puntos



Fuente: Salazar 2010.

**FIGURA 3.** Mapa de ubicación de la cuenca del Río el jute y sus cauces secundarios.

### 3.6 Descripción de las técnicas de muestreo.

Para la colecta de los moluscos se necesitan de técnicas adecuadas para obtener datos confiables, es decir que se deben encontrar las especies que viven en el cuerpo de agua. En esta investigación se utilizaron las siguientes técnicas que se describen a continuación.

**3.6.1 Técnica de red d:** Para esta técnica se seleccionan tres sub-sitios en cada punto de muestreo, dejando una distancia aproximada de 20 metros entre cada uno (Ver fotografía 2).

- A) Orillas sin corriente, con corriente, raíces, vegetación u objetos sumergidos.
- B) Sustrato de remansos, rápidos y pozas.
- C) Paquetes de hojas en remansos y rápidos.

-El muestreo en cada sub-sitio durara 15 minutos de los cuales se interrumpen cada 5 minutos. Esto se hace para que dé tiempo al colector de colocar la muestra en la bolsa ziploc preparada antes con alcohol 90% y para que no se pierda tiempo cuando se transporta al otro sub-sitio (Ver fotografía 3).

- El muestreo se realiza con el desplazamiento por el micro-hábitat identificado en cada sub-sitio, removiendo el fondo del río, levantando rocas, sustratos encontrados en rio (troncos, ramas, hojarascas), raíces que se encuentran en la orilla del cauce, plantas sumergidas y flotantes; teniendo el cuidado de no realizar bruscamente la colecta para no dañar los especímenes(Ver fotografía 14).

-La red se coloca de manera que llegue hasta el fondo del rio y que quede fija e inclinada para que el agua corra atraves de la red y las hojas y sustratos que den dentro de la red juntamente con los moluscos.

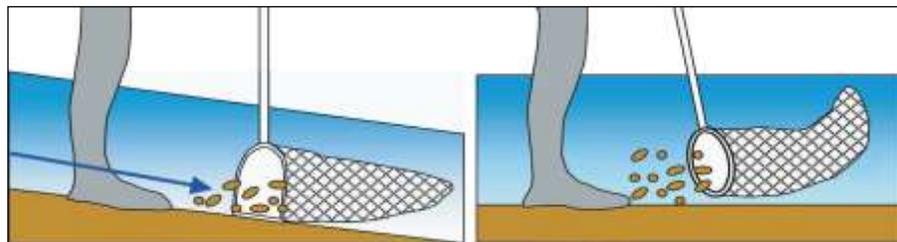
-Cuando se observa que el material dentro de la red es demasiado se debe de lavar dentro de la red las hojarascas o basura para que la muestra que se obtiene sea lo mas limpia posible.

-Se preparan bolsas ziploc con una solución de alcohol al 90%.

-Se deposita la muestra dentro de dos bolsas ziploc esto se hace para evitar que al romperse la primera el alcohol de la muestra se derrame.

-Se rotulan las bolsas con una ficha con los datos generales del sitio y de la muestra: nombre del rio, fecha del muestreo, colector, número de muestreo, numero del sub-sitio y técnica utilizada. Se coloca en la primera bolsa para que no se deteriore la ficha.

-Se transportan las muestras dentro de una hielera.



**A**

**B**

Figura 3. **A.** Presenta la forma correcta, **B.** Forma incorrecta de coleccionar.

### **3.6.2 Técnica del colador** (Ver fotografía 2).

-El muestreo se realiza con el desplazamiento por el micro-hábitat identificado en el sitio, removiendo el fondo del río, levantando rocas, sustratos encontrados en río (troncos, ramas, hojarascas), raíces que se encuentran en la orilla del cauce, plantas sumergidas y flotantes.

-El muestreo se realiza dentro de un perímetro de aproximadamente 60 metros durante un tiempo de 30 minutos.

-Este muestreo se debe hacer de manera minuciosa y coleccionando en los lugares donde se observan los diferentes micro-hábitat de los moluscos, durante los mismos 30 minutos.

-El colador se debe manipular de manera que se coleccionen los moluscos evitando la colecta de basura y hojarascas y teniendo cuidado que no queden especies dentro del colador.

-La muestra coleccionada se deposita dentro de una bandeja plástica para separar los especímenes de la basura y hojarasca (Ver fotografía 1 y 4).

-Las especies encontradas se colocan dentro de un vial, preparado con alcohol 90% para que se preserven el tiempo necesario para identificarlos dentro del laboratorio.

-Se marcará el recipiente con una ficha que tiene el nombre del punto de muestreo, la técnica (manual, red, colador), el punto de muestreo. Se llevará al laboratorio para su posterior identificación.

-Las muestras se manejan dentro de una hielera para evitar que la muestra se dañe lo menos posible.

### **3.6.3 Técnica manual** (Ver fotografía 29).

-El muestreo se realiza con el desplazamiento por el micro-hábitat identificados en el sitio, removiendo basura, hojarascas, levantando rocas en las riveras del río y revisando cerca de las raíces de los árboles, durante un tiempo de 30 minutos.

- Cada muestreo se realizará en un perímetro de 60 metro aproximadamente durante un tiempo estimado por el investigador.
- Luego cada una de las muestras se depositan dentro de viales y se rotulan con fichas.
- Se preservaran los moluscos en una solución alcohol 90° mientras se les identifica por medio del uso de claves taxonómicas. El trabajo de clasificación se realiza a nivel de clase y familia.
- Esta técnica es efectiva por que el colector tiene la libertad de moverse por el sitio y revisar cada uno de los micro-habitad donde se encuentran las especies y así realizar una búsqueda minuciosa.

#### ❖ **Fase de laboratorio.**

### **3.7 Manejo y preservación de las muestras.**

- Las muestras se transportaron desde el sitio de muestreo hasta el laboratorio dentro de hieleras.
- El tiempo desde la recolección de la muestra hasta el inicio del análisis no deberá exceder de 4 días (durante este período las muestras deberán permanecer en refrigeración).

### **3.8 Limpieza de las muestras.**

- Se selecciona cada sub-muestra de la red D para separar los especímenes del sustrato o basura.
- Se coloca la muestra dentro de una bandeja donde se limpia de hojarascas, basura, arena, raíces.
- Cuando se obtiene una muestra limpia y pequeña se inicia la extracción de las especies.
- Se coloca un poco de la muestra en cajas de petri de 10 cm (fotografía 9) de forma que al diluirla en un poco de agua se observe lo menos turbio posible, para facilitar la observación el en estere microscopio (Ver fotografía 7 y 11).

- Se observa de manera que toda la muestra sea revisada y que cada espécimen sea retirado. Primeramente la orilla de la caja de petri y luego el centro de modo de formar una cruz imaginaria dentro de la caja.
- Con una pinza entomológica, agujas de disección o pinceles se van depositando los moluscos dentro de viales para su posterior identificación (Ver fotografía 10).
- Se rotula el vial con los datos generales del punto de muestreo y de la muestra.
- Al encontrar cada especie se recomienda tomar las fotografías necesarias para su posterior identificación, para evitar que la especie pueda cambiar al ser preservada algunas de sus características (color, textura).

### **3.9 Separación de las especies**

- Primeramente se separan por clases y luego se van separando las especies que se observen con características similares (color, textura, tamaño, forma) es decir que sean de la misma familia y se colocan dentro de viales donde se rotulan y se preservan en alcohol 90%.

### **3.10 Clasificación de las especies**

- Se selecciona la muestra a clasificar según el orden de los puntos.
- Se vacían las especies dentro de una caja de petri para observarlas en el esteromicroscopio.
- Al ser separados se procede a la identificación de las especies; para esto se necesitara de claves taxonómicas, hasta llegar a familias.
- Cada uno de los datos obtenidos de la clasificación se deben de vaciar dentro de una tabla o ficha. (Ver anexo 2).

### **3.11 Análisis de datos**

Los índices estadísticos que se utilizaron para esta investigación son:

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

igual forma se elaboraron cuadros 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 e índices ecológicos de diversidad, uniformidad y riqueza Shannon-Weiner, Margalef y Simpson, al igual que índices de similitud de Jacard, Sorensen y Morisita 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 **Divers.EXE** y **Simil.EXE** para luego ser analizados y poder contrastar información con los índices de calidad ambiental (SVAP) y calidad del agua a fin de entender con mayor claridad las condiciones ambientales presentes en los ecosistemas del área protegida.

Todos los datos obtenidos serán representados en cuadros y gráficos realizados en el programa Excel con sus respectivas leyendas y luego serán explicados cada dato en la discusión.

### **Índices de diversidad, riqueza y uniformidad.**

Los índices utilizados para esta sección fueron los siguientes:

- **Uniformidad.**

$$E = H' / H'_{\max}$$

Donde **E** = uniformidad o equitatividad

**H'** = Diversidad Shannon-Weiner

**H' max** = diversidad bajo condiciones de máxima equitatividad.

- **Diversidad Shannon-Weiner.**

$$H' = \sum p_i (\log_2 p_i)$$

Donde  $H'$  = Diversidad

$P_i$  = proporción del número de individuos de la familia  $i$  con respecto al

Total de familias ( $p_i/N_t$ )

$N_t$  = número total de familias

- **Diversidad Simpson.**

$$D = \sum n_i (n_i - 1) / (N(N - 1))$$

Donde  $D$  = Diversidad

$n_i$  = número de individuos de la familia

$N$  = número total de individuos de todas las familias

- **Margalef.**

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

Donde  $R$  = Índice de Margalef

$S$  = número de especies.

$N$  = número total de especies.

**Similitud entre comunidades.**

Los índices utilizados fueron los siguientes:

- **Jaccard.**

$$C_j = j / (a + b - j)$$

Donde  $C_j$  = similitud de Jaccard

$j$  = número de familias presentes en ambos puntos de muestreo

**a** = número de familias en el punto de muestreo 1

**b** = número de familias en el punto de muestreo

- **Sorenson (Cuantitativo).**

$$C_n = 2jN (a_N + b_N)$$

Donde **C<sub>n</sub>** = similitud de Sorenson cuantitativo.

**j<sub>N</sub>** = la menor de las sumatorias de las abundancias relativas para cada familia encontrada en cada sitio de m

**a<sub>N</sub>** = número total de individuos del punto de muestreo 1.

**b<sub>N</sub>** = número total de individuos del punto de muestreo 1

- **Morisita.**

$$I_m = \frac{2 \sum X_i y_i}{(N_1 + N_2) (N_1 * N_2)}$$

Donde **I<sub>m</sub>** = índice de Morisita

**X<sub>i</sub>** = número de individuos de la especie i en la muestra 1

**Y<sub>i</sub>** = número de individuos de la especie i en la muestra 2

**N<sub>1</sub>**=número total de de todos los individuos de todas las especies de la muestra 1.

**N<sub>2</sub>**=número total de de todos los individuos de todas las especies de la muestra 2

$$\lambda_1 = \frac{\sum (X_i(X_i-1))}{N_1(N_1-1)}$$

$$\lambda_2 = \frac{\sum (Y_i(Y_i-1))}{N_2(N_2-1)}$$

#### 4. RESULTADOS

En los resultados obtenidos en la determinación de moluscos se reportan ocho familias distribuidas en los seis puntos de muestreo.

**Cuadro 4.** Listado de familias encontradas en los seis puntos de muestreo.

<b>PUNTOS DE MUESTREOS</b>	<b>Nº DE PUNTO</b>	<b>FAMILIAS ENCONTRADAS</b>
<b>LA CRIBA</b>	1	Hidrobiidae, Planorbidae, Pachychilidae, Spaheridae, Physidae, Viviparidae.
<b>EL MANGUITO</b>	2	Hidrobiidae, Planorbidae, Pachychilidae, Spaheridae, Physidae, Thiaridae.
<b>EL JUTE-CHORRO</b>	3	Hidrobiidae, Pachychilidae, Sphaeridae.
<b>EL NARANJAL</b>	4	Hidrobiidae, Pachychilidae, Spaheridae, Physidae, Thiaridae.
<b>JUTE-NARANJAL</b>	5	Hidrobiidae, Ancyilidae, Pachychilidae, Spaheridae, Physidae, Thiaridae.
<b>JUTE-CAUQUE</b>	6	Hidrobiidae, Ancyilidae, Pachychilidae, Spaheridae, Physidae, Thiaridae.

Cada una de estas familias se encuentran en su propio hábitat, es de suma importancia conocerlos primeramente por que tiene una relación entre familias y porque nos da una primicia para escoger el tipo de técnica para su colecta.

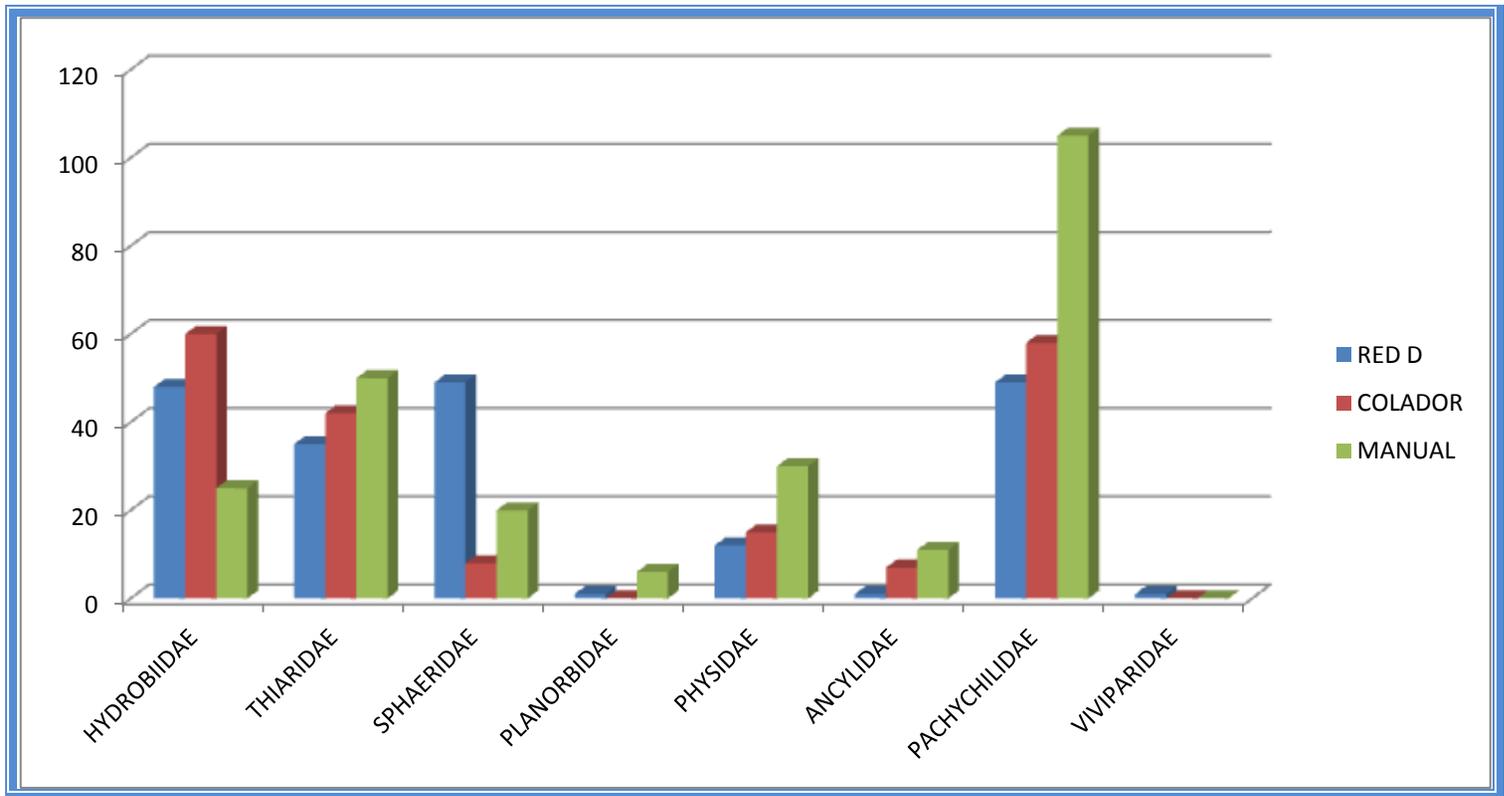
A continuación se presentan los datos obtenidos según el tipo de hábitat de cada especie.

**Cuadro 5.** Presencia de moluscos en diferentes hábitats.

<b>FAMILIAS</b>	<b>ROCAS</b>	<b>ARENA</b>	<b>PLANTAS ACUATICAS</b>	<b>HOJARASCAS</b>
<b>HIDROBIIDAE</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>PHISIDAE</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>THIARIDAE</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>PLANORBIDAE</b>		<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>ESPHAERIDAE</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>x</b>	
<b>ANCYLIDAE</b>	<b>X</b>			
<b>VIVIPARIDAE</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		
<b>PACHYCHILIDAE</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

**Cuadro 6.** Presenta el número de individuos por familias recolectados con las tres diferentes técnicas en los puntos de muestreo 1,2 y 3.

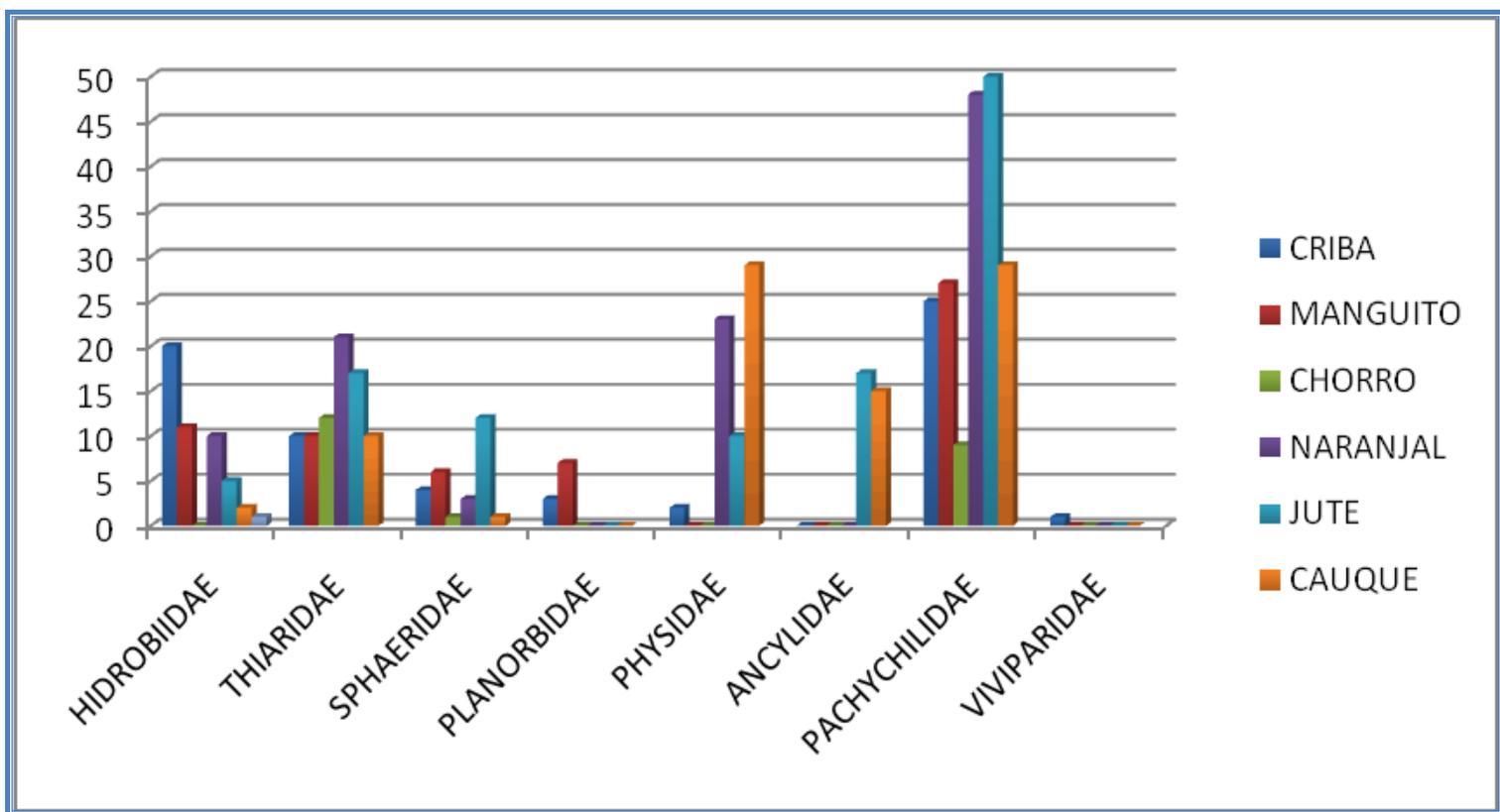
FAMILIAS	Rio La Criba				Rio EL Manguito				Rio El Jute-Chorro			
	Red D	Colador	Manual	TOTAL	Red D	Colador	Manual	TOTAL	Red D	Colador	Manual	TOTAL
<b>Hidrobiidae</b>	5	8	7	<b>20</b>	3	3	5	<b>11</b>	0	0	0	<b>0</b>
<b>Thiaridae</b>	0	0	10	<b>10</b>	8	2	0	<b>10</b>	3	2	7	<b>12</b>
<b>Sphaeridae</b>	4	0	0	<b>4</b>	5	1	0	<b>6</b>	1	0	0	<b>1</b>
<b>Planorbidae</b>	1	0	2	<b>3</b>	2	0	5	<b>7</b>	0	0	0	<b>0</b>
<b>Physidae</b>	2	0	0	<b>2</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>
<b>Ancylidae</b>	1	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>
<b>Viviparidae</b>	1	0	0	<b>1</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>
<b>Pachychilidae</b>	6	5	14	<b>25</b>	6	6	15	<b>27</b>	5	3	1	<b>9</b>



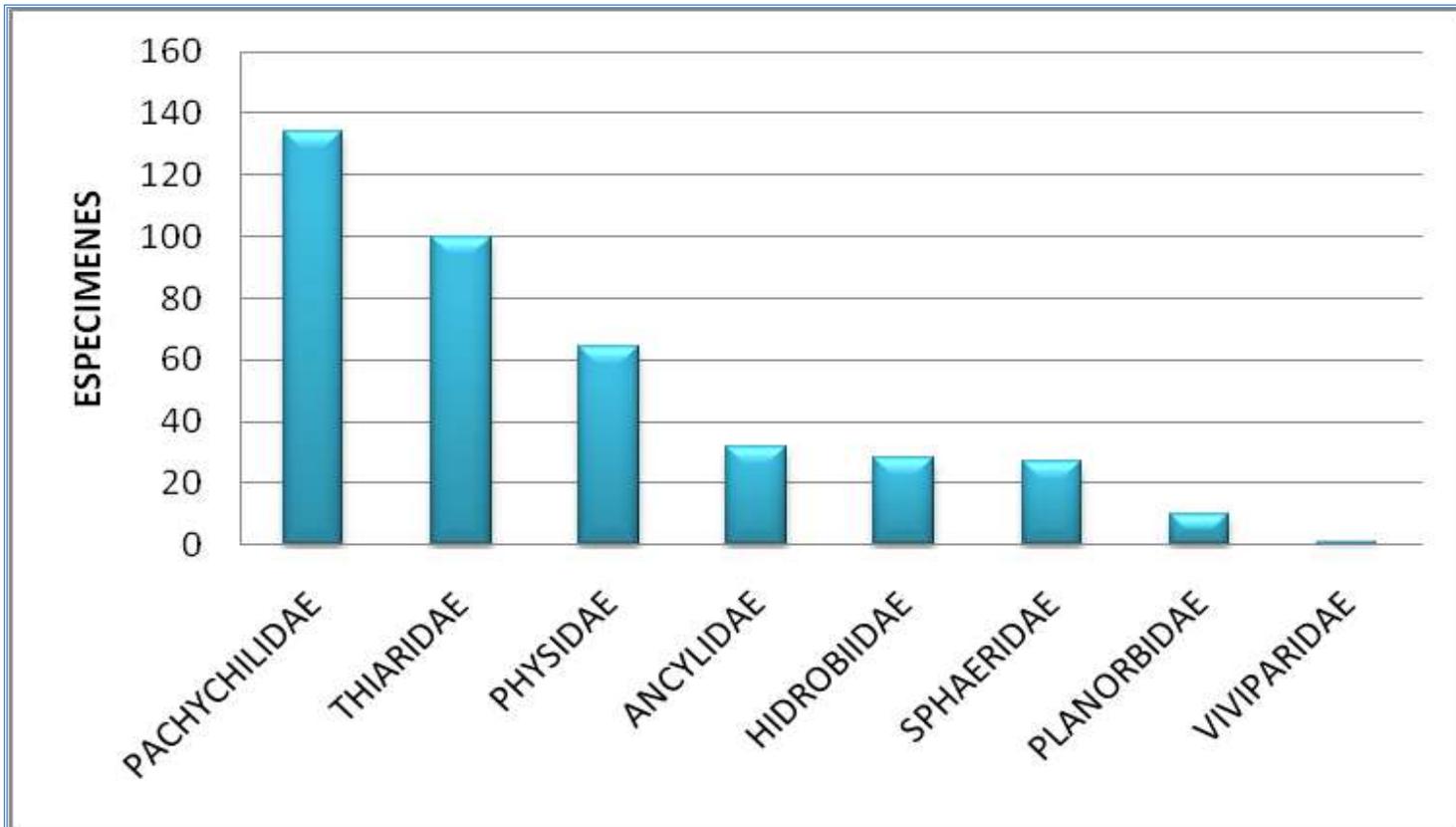
**Grafico 1.** Presenta las familias colectadas con cada una de las técnicas de muestreo.

**Cuadro 7.** Presenta el número de individuos por familias recolectados con las tres diferentes técnicas en los puntos de muestreo 4,5 y 6.

FAMILIAS	Rio El Naranjal				Rio El Jute-Naranjal				Rio El Jute- Cauque			
	Red D	Colador	Manual	TOTAL	Red D	Colador	Manual	TOTAL	Red D	Colador	Manua I	TOTAL
Hydrobiidae	4	5	1	10	5	0	0	5	2	0	0	2
Thiaridae	6	8	7	21	4	5	8	17	3	2	7	10
Sphaeridae	0	3	0	3	8	0	4	12	4	0	5	9
Planorbidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physidae	0	18	5	23	0	4	6	10	1	4	24	29
Ancylidae	0	0	7	7	2	0	15	17	4	1	11	15
Viviparidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pachychilidae	17	11	20	48	16	12	22	50	6	11	12	29



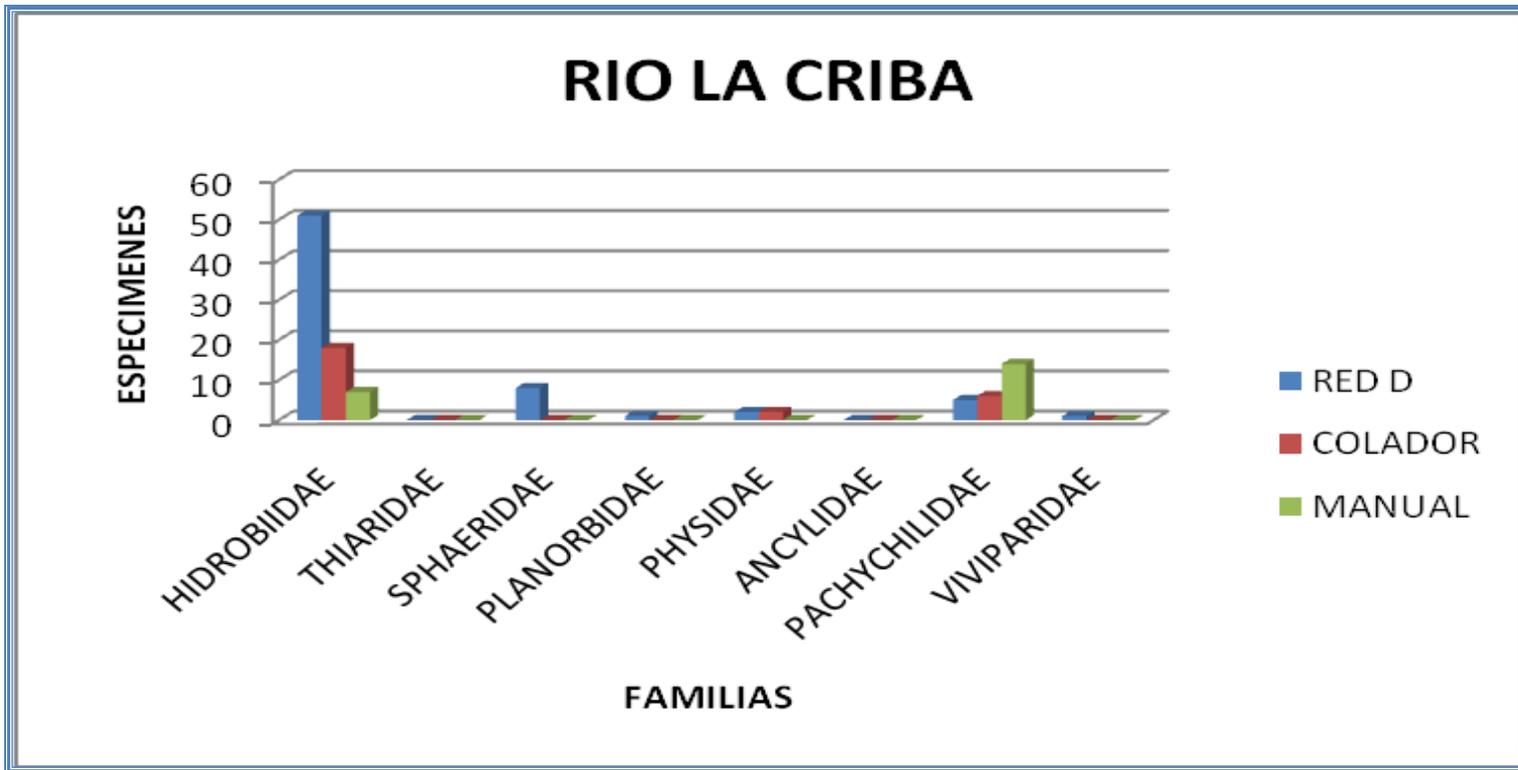
**GRAFICO 2.** Muestra el total especímenes por cada familia encontrados en cada uno de los sitios muestreados.



**GRAFICO 3.** Presenta las familias mas abundante en todos los sitios de muestreos.

**Cuadro 8.**Total de individuos de cada familia colectados con cada técnica y su presencia en la época lluviosa y seca el punto de muestreo 1.

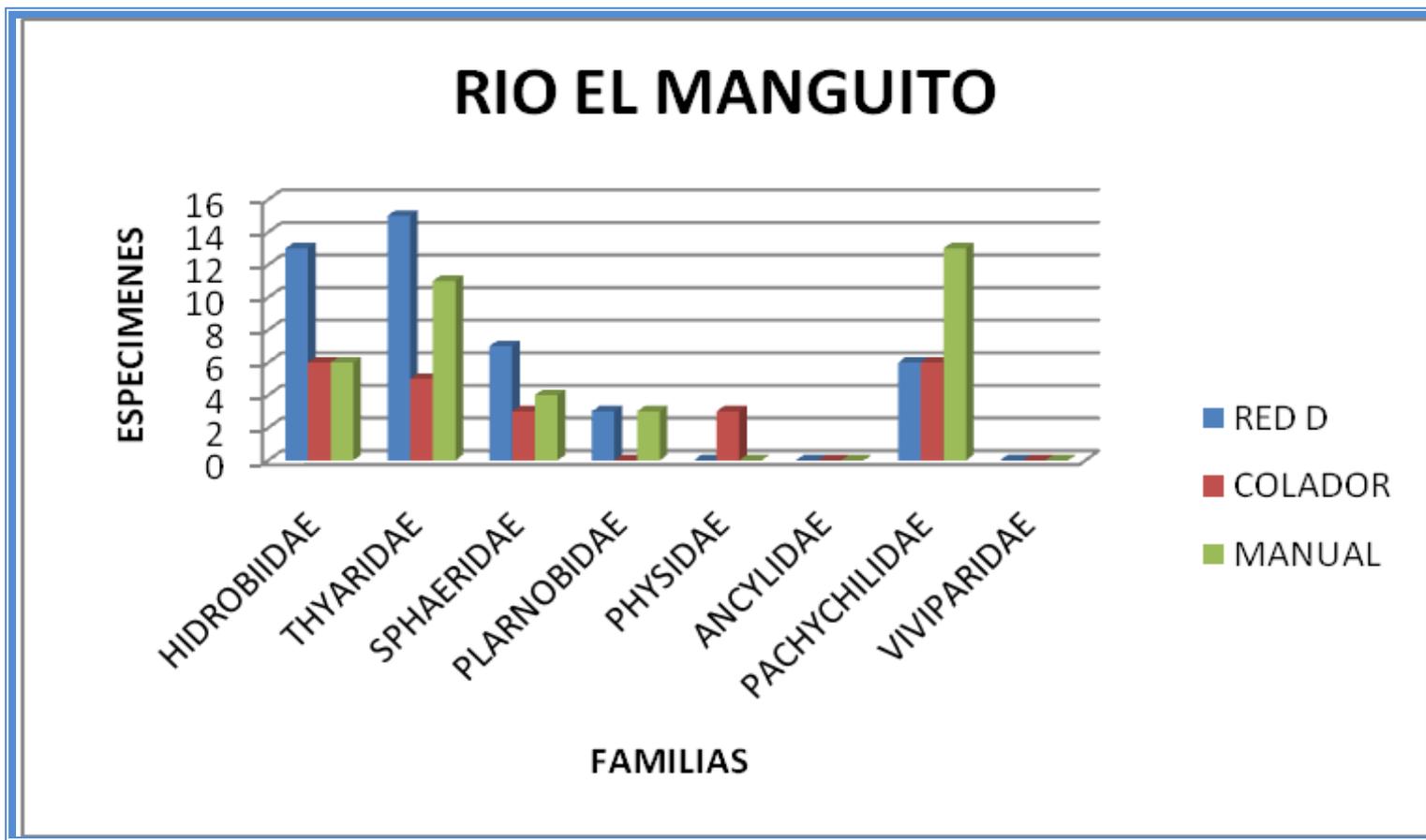
	RIO LA CRIBA						
TECNICA	RED D		COLADOR		MANUAL		TOTAL
FAMILIA / Nº MUESTREO	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 1	MUESTREO 2	
<b>Hidrobiidae</b>	4	2	12	6	1	6	<b>31</b>
<b>Thiaridae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Sphaeriidae</b>	8	0	0	0	0	0	<b>8</b>
<b>Planorbidae</b>	0	0	0	0	0	1	<b>1</b>
<b>Physidae</b>	1	1	0	3	0	0	<b>5</b>
<b>Ancylidae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Viviparidae</b>	1	0	0	0	0	0	<b>1</b>
<b>Pachychilidae</b>	3	2	2	4	6	8	<b>25</b>



**GRAFICO 4.** Presenta el número de especímenes por familia colectadas con cada una de las técnicas.

**Cuadro 9.** Total de individuos de cada familia colectados con cada técnica y su presencia en la época lluviosa y seca el punto de muestreo 2.

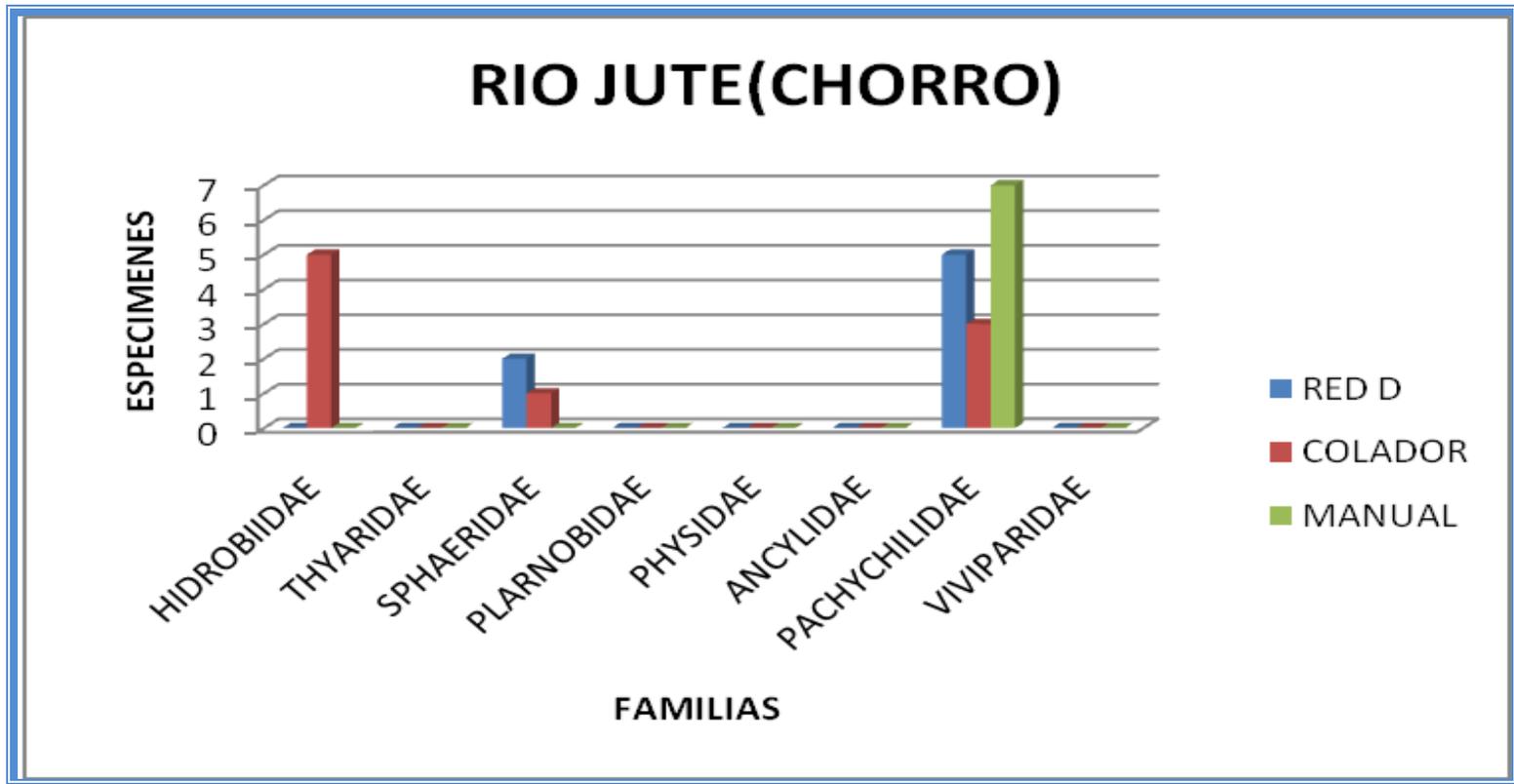
	RIO EL MANGUITO						
TECNICA	RED D		COLADOR		MANUAL		TOTAL
FAMILIA / N° MUESTREO	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 1	MUESTREO 2	
<b>Hidrobiidae</b>	5	1	3	3	0	6	<b>18</b>
<b>Thiaridae</b>	8	7	2	3	6	5	<b>31</b>
<b>Sphaeriidae</b>	2	5	3	0	3	1	<b>14</b>
<b>Planorbidae</b>	1	2	0	0	3	0	<b>6</b>
<b>Physidae</b>	0	0	0	3	0	0	<b>3</b>
<b>Ancylidae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Viviparidae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Pachychilidae</b>	3	3	4	2	7	6	<b>25</b>



**GRAFICO 5.** Presenta el número de especímenes por familia colectadas con cada una de las técnicas.

**Cuadro 10.** Total de individuos de cada familia colectados con cada técnica y su presencia en la época lluviosa y seca el punto de muestreo 3.

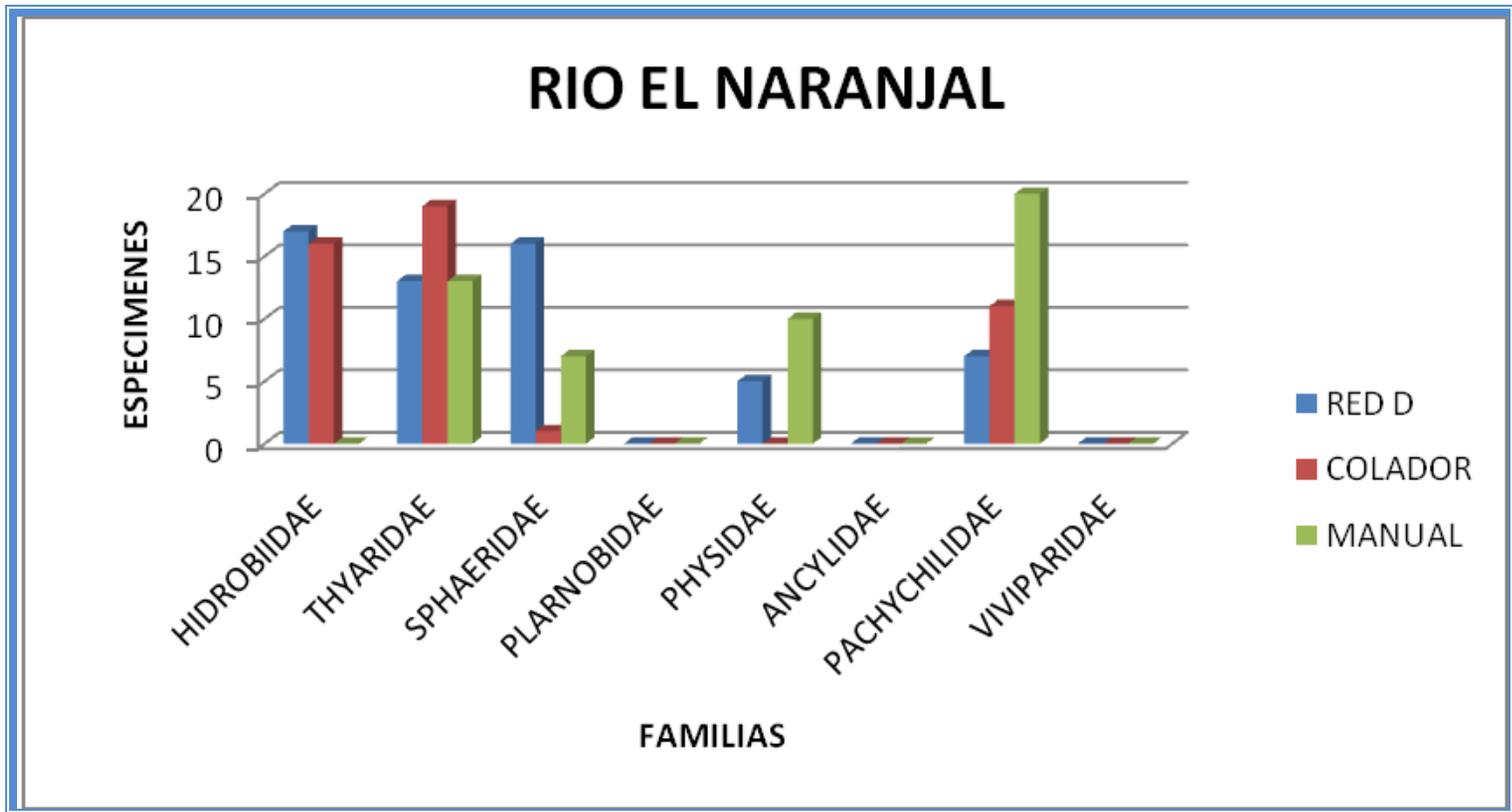
	RIO EL JUTE( CHORRO)						
TECNICA	RED D		COLADOR		MANUAL		TOTAL
FAMILIA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 1	MUESTREO 2	
<b>Hidrobiidae</b>	0	0	5	0	0	0	<b>5</b>
<b>Thiaridae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Sphaeridae</b>	2	0	1	0	0	0	<b>3</b>
<b>Planorbidae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Physidae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Ancylidae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Viviparidae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Pachychilidae</b>	5	0	3	0	6	4	<b>17</b>



**GRAFICO 5.** Presenta el número de especímenes por familia colectadas con cada una de las técnicas.

**Cuadro 11.** Total de individuos de cada familia colectados con cada técnica durante la época lluviosa y seca en el punto 4.

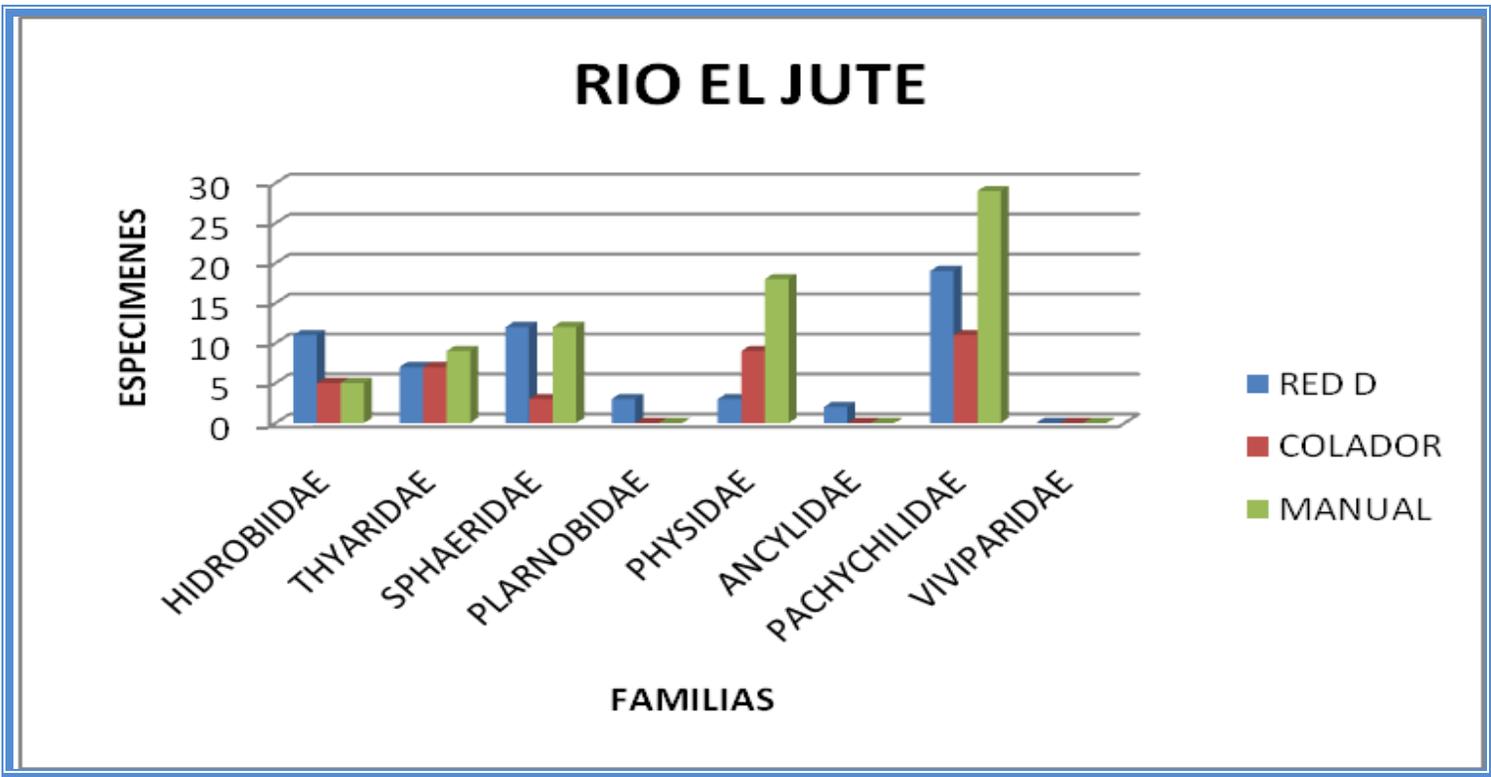
	RIO EL NARANJAL						
TECNICA	RED D		COLADOR		MANUAL		TOTAL
Nº DE MUESTREO	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 1	MUESTREO 2	
<b>Hidrobiidae</b>	12	4	11	5	0	0	<b>32</b>
<b>Thiaridae</b>	11	10	9	10	6	7	<b>53</b>
<b>Sphaeriidae</b>	11	5	0	1	4	3	<b>24</b>
<b>Planorbidae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Physidae</b>	2	3	0	0	3	7	<b>15</b>
<b>Ancylidae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Viviparidae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Pachychilidae</b>	8	9	6	5	9	11	<b>48</b>



**GRAFICO 7.** Presenta el número de especímenes por familia colectadas con cada una de las técnicas

**Cuadro 12.** Total de individuos de cada familia colectados con cada técnica durante la época lluviosa y seca en el punto 5.

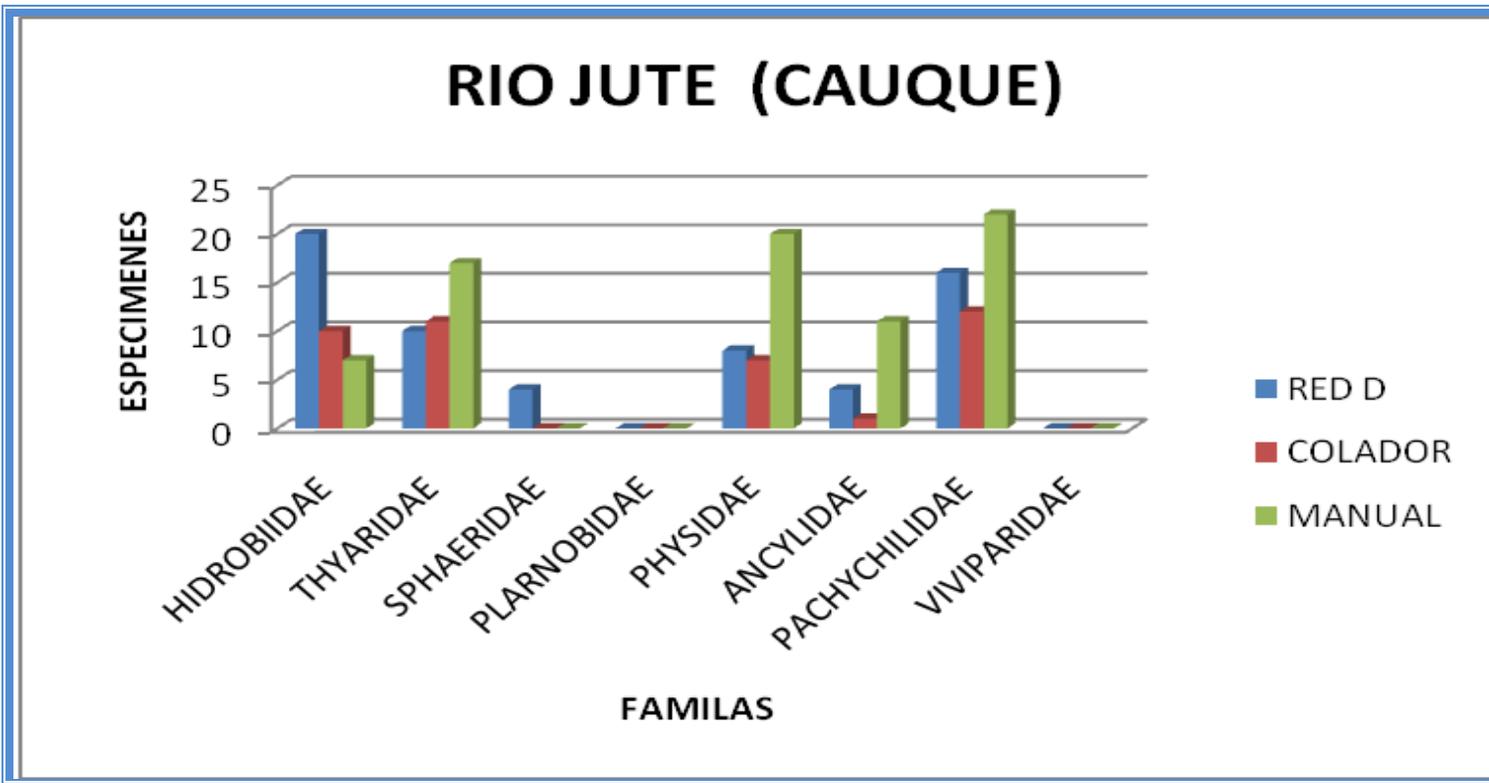
	RIO EL JUTE(NARANJAL)						
TECNICAS	RED D		COLADOR		MANUAL		TOTAL
FAMILIAS / N° DE MUESTREO	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 1	MUESTREO 2	
<b>Hydrobiidae</b>	3	4	2	3	0	5	<b>17</b>
<b>Thyaridae</b>	4	3	4	3	3	6	<b>23</b>
<b>Sphaeriidae</b>	8	4	0	3	5	7	<b>27</b>
<b>Planorbidae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Physidae</b>	3	0	3	6	6	12	<b>30</b>
<b>Ancylidae</b>	2	0	0	0	5	10	<b>17</b>
<b>Viviparidae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Pachychilidae</b>	9	8	5	6	12	17	<b>57</b>



**GRAFICO 8.** Presenta el número de especímenes por familia colectadas con cada una de las técnicas.

**Cuadro 13.** Total de individuos de cada familia colectados con cada técnica durante la época lluviosa y seca en el punto 6.

	RIO EL JUTE(CAUQUE)						
TECNICAS	RED D		COLADOR		MANUAL		TOTAL
FAMILIAS / N° DE MUESTREO	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 1	MUESTREO 2	
<b>Hydrobiidae</b>	8	4	2	8	2	5	<b>29</b>
<b>Thyriidae</b>	6	4	6	5	8	9	<b>38</b>
<b>Sphaeriidae</b>	0	4	0	0	0	0	<b>4</b>
<b>Planorbidae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Physidae</b>	3	5	3	4	8	12	<b>35</b>
<b>Ancylidae</b>	2	2	1	0	3	8	<b>16</b>
<b>Viviparidae</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Pachychilidae</b>	3	3	4	7	5	7	<b>29</b>



**GRAFICO 9.** Presenta el número de especímenes por familia colectadas con cada una de las técnicas.

**Cuadro 14.** Presenta los datos de los puntajes obtenidos en el índice SVAP aplicada a insectos y moluscos, calificación con el índice BMWP y aplicada solo a insectos.

PUNTOS DE MUESTREO	PUNTAJE SVAP INSECTOS	PUNTAJE SVAP MOLUSCOS	CALIFICACION SVAP		CALIFICACION BMWP	PUNTAJE IBF-SV 2010
			INSECTOS	MOLUSCOS	INSECTOS	INSECTOS
LA CRIBA	8.2	8.0	BUENA	BUENA	EXCELENTE	6.92
EL MANGUITO	8.5	9.0	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE	5.47
EL CHORRO	7.1	7.0	BUENA	BUENA	EXCELENTE	6.75
EL NARANJAL	8.0	8.5	BUENA	BUENA	EXCELENTE	5.81
EL JUTE	7.7	7.7	BUENA	BUENA	EXCELENTE	5.89
EL CAUQUE	7.5	7.2	BUENA	BUENA	EXCELENTE	5.47

**Cuadro 15.** Puntaje de los datos obtenidos con el índice IBF-SV 2010 con insectos y las familias de moluscos encontradas en ese tipo de aguas.

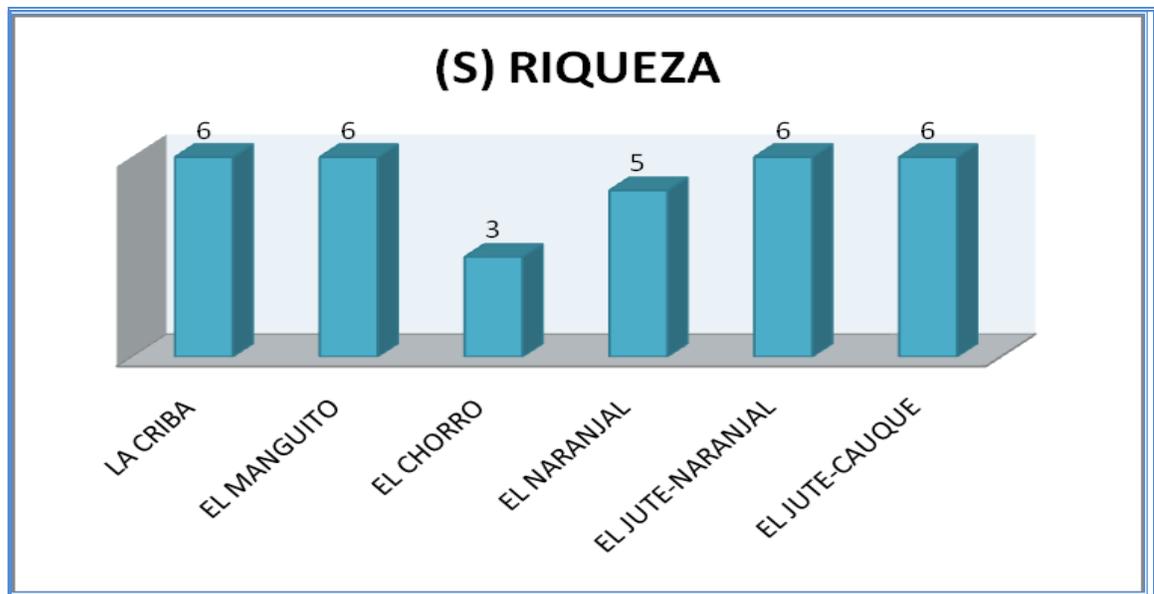
<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	<b>Nº PUNTO</b>	<b>VALORES IBF-SV 2010 INSECTOS</b>	<b>CALIDAD DEL AGUA</b>	<b>MOLUSCOS ENCONTRADOS EN ESTA CALIDAD DE AGUAS.</b>
<b>LA CRIBA</b>	1	6.92	REGULAR POBRE	Hidrobiidae, Planorbidae, Pachychilidae, Spaheridae, Physidae, Viviparidae.
<b>EL MANGUITO</b>	2	5.47	REGULAR	Hidrobiidae, Planorbidae, Pachychilidae, Spaheridae, Physidae, Thiaridae.
<b>EL JUTE-CHORRO</b>	3	6.75	REGULAR POBRE	Hidrobidae, Pachychilidae, Spaheridae.
<b>EL NARANJAL</b>	4	5.81	REGULAR	Hidrobiidae, Pachychilidae, Spaheridae, Physidae, Thiaridae.
<b>JUTE-NARANJAL</b>	5	5.89	REGULAR	Hidrobiidae, Ancyilidae, Pachychilidae, Spaheridae, Physidae, Thiaridae.
<b>JUTE-CAUQUE</b>	6	5.47	REGULAR	Hidrobiidae, Ancyilidae, Pachychilidae, Spaheridae, Physidae, Thiaridae.

**Cuadro 16.** Valores promedio mostrados para cada parámetro fisicoquímico tomado en cada punto de muestreo.

Parámetro	MUESTREO 1						MUESTREO 2					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Temperatura ambiente (°C)	28	22	27	28	27	30	25	24	26	28	29	27
Temperatura interna (°C)	20	20	23	24	24	22	24	22	23	24	24	23
pH	7	6	6	6	6	6	7	7	8	6	7	8
Profundidad del cauce (cm)	30	25	35	25	25	25	25	25	35	20	23	24
Ancho del cauce (m)	5	3	3	4	5	5	4	3	3	3	4	5

**Cuadro 17.** Resultados de los índices de diversidad para cada uno de los puntos de muestreo.

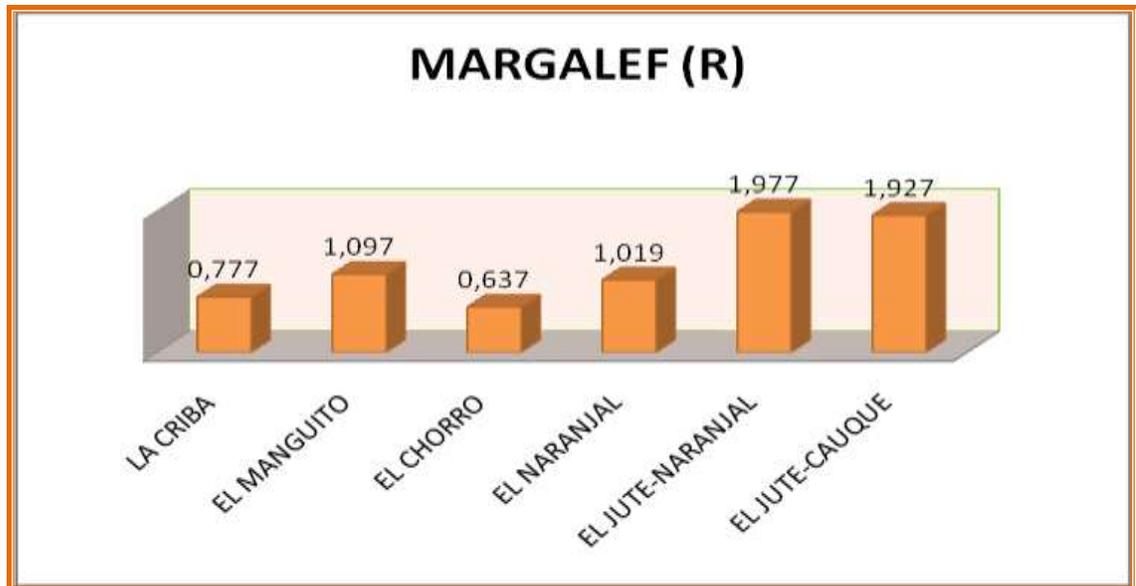
Puntos de muestreo	Riqueza (S)	Uniformidad (E)	Abundancia relativa Margalef (R)	Diversidad Simpson (D)	Diversidad Shannon-Weiner (H)
LA CRIBA	6	0.806	0.777	0.225	1.569
EL MANGUITO	6	0.884	1.097	0.252	1.585
EL CHORRO	3	0.797	0.637	0.233	0.876
EL NARANJAL	5	0.994	1.019	0.230	1.519
EL JUTE-NARANJAL	6	0.972	1.977	0.460	1.691
EL JUTE-CAUQUE	6	0.923	1.927	0.197	1.653



**GRAFICO 10.** Resultado de riqueza de familias colectadas en cada uno de los Puntos de muestreo.



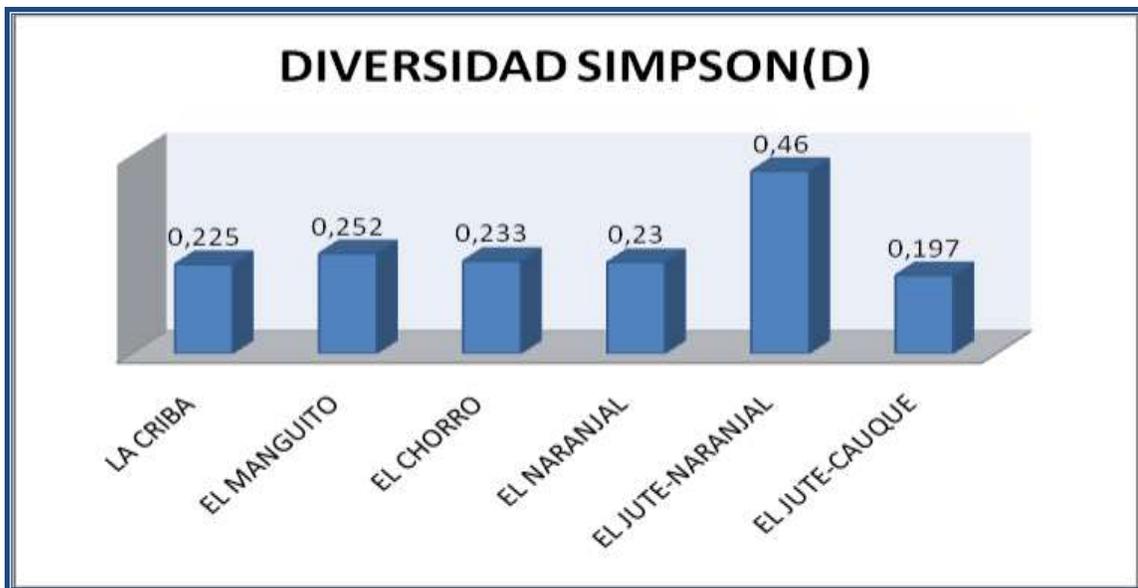
**GRAFICO 11.** Resultado de la uniformidad en la distribución de familias para cada uno de los puntos de muestreo.



**GRAFICO 12.** Resultados de la abundancia relativa de familias para cada uno de los puntos de muestreo según índice de Margalef.



**GRAFICO 13.** Resultados de diversidad para cada uno de los puntos de muestreo según índice de Shannon-Weiner.



**GRAFICO 14.** Resultados de diversidad para cada uno de los puntos de muestreo según índice de Simpson.

**Cuadro 18.** Valores de similitud según el índice de Jaccard.

Punto de muestreo.	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1					
P2	0.667	1				
P3	0.545	0.522	1			
P4	0.545	0.857	0.833	1		
P5	0.545	0.560	0.833	1.000	1	
P6	0.769	0.993	0.833	1.000	1.000	1

**Cuadro 19.** Valores de similitud según índice de sorensen.

Punto de muestreo.	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1					
P2	0.514	1				
P3	0.545	0.533	1			
P4	0.545	0.855	0.833	1		
P5	0.545	0.443	0.833	1.000	1	
P6	0.769	0.933	0.833	1.000	1.00	1

**Cuadro 20.** Valores de similitud según índice de Morisita.

<b>Punto de muestreo.</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
<b>P1</b>	1					
<b>P2</b>	0.514	1				
<b>P3</b>	0.566	0.534	1			
<b>P4</b>	0.545	0.855	0.877	1		
<b>P5</b>	0.567	0.444	0.833	1.000	1	
<b>P6</b>	0.769	0.933	0.833	1.000	1.00	1

## Clasificación de las especies encontradas.

### FAMILIA HIDROBIIDAE

Se encontró en los seis sitios de muestreo y en las dos épocas del año ya que es una especie que se encuentra durante todo el año.

**COLECTA:** En arroyos permanentes pocos profundos, con algo de vegetación y en manantiales grandes o pequeños.

**DISTRIBUCION:** Río La Criba, Manguito, El Chorro, Naranjal, Jute y Cauque.

**HABITAT:** Rocas sumergidas, sobre rocas, corrientes lentas. Indicador de aguas no contaminadas.

**TECNICA DE MUESTREO:** Colador y Manual.



### FAMILIA SPHAERIDAE

Los representantes de esta familia se encontraron en todos los sitios de muestreo, pero en algunos puntos disminuyó el número de individuos en la época lluviosa. Esto se da porque esta familia es más prospera durante época lluviosa al igual que las plantas acuáticas ya que es de ellas que se alimentan principalmente.

**COLECTA:** Buscando sobre rocas, fondo arenoso plantas acuáticas.

**DISTRIBUCION:** Río La Criba, Manguito, El Chorro, Naranjal, Jute y Cauque.



**HABITAT:** Aguas dulces y lentas.

Es indicador de aguas no contaminadas.

**TECNICA DE MUESTREO:** Red D, Colador.

### **FAMILIA THIARIDAE**

Esta familia se encontró en todos los ríos muestreados aunque en algunos se observaron una mayor cantidad de especies que en otros sitios, y en algunos sitios no se encontraban en los dos muestreos realizados.

**COLECTA:** En el fondo arenoso, bajo las rocas y en plantas acuáticas.

**DISTRIBUCION:** Río La Criba, Manguito, El Chorro, Naranjal, Jute y Cauque.

**HABITAT:** Agua dulce en la corriente principal del río. Indicador de aguas no contaminadas.

**TECNICA DE MUESTREO:** Red D, colador, manual. Esta familia se encontró en todos los puntos muestreados aunque en algunos se observaron una mayor cantidad de especies que en otros sitios, y en algunos sitios no se encontraban en los dos muestreos realizados.



### **FAMILIA PLANORBIIDAE**

Esta familia solo se encontró en el río La Criba y El manguito en los ríos restantes no se encontró ninguna especie.

**COLECTA:** Buscando en raíces de plantas acuáticas, sobre rocas en aguas someras y cerca de la orilla.

**DISTRIBUCION:** Río la criba y el Manguito.



**HABITAT:** Aguas cristalinas. Indicadores de aguas no (o moderadamente) contaminadas.

**TECNICA DE MUESTREO:** Red D y manual.

### **FAMILIA ANCYLIDAE**

Esta familia es muy particular por que hasta la técnica de muestreo que se debe de utilizar debe de ser la adecuada por que los individuos son muy pequeños y de color un poco transparente y solo se encuentran adheridos en las rocas.

**COLECTA:** Buscando sobre y bajo

Las rocas o debajo de las plantas

Acuáticas y troncos del agua.

**DISTRIBUCION:** Ríos El Jute y Cauque

**HABITAT:** En aguas no contaminadas.

**TECNICA:** Colador y manual.



### **FAMILIA PHYSIDAE**

Esta familia se encontró en cuatro de los sitios de muestreos.

**COLECTA:** Buscando en las orillas de los cuerpos o tamizando vegetación acuática.

**DISTRIBUCION:** Río La Criba, Naranjal, Jute y Cauque.

**HABITAT:** indicador de ambientes no o



moderadamente (contaminados). Sobre todo cuando solo se encuentran estos organismos indican aguas regularmente contaminados.

**TECNICA DE MUESTREO:** Colador, manual y red D.

### **FAMILIA PACHYCHILIDAE.**

Esta es una familia de las más representativas del Área La Magdalena por que se encuentran en mayor cantidad que las demás familias y en todos los ríos muestreados. Esta familia es la más representante del área por el número de individuos que posee.



**COLECTA:** Buscando en le fondo o sobre las rocas de agua corriente.

**DISTRIBUCION:** Río La Criba, Manguito, El Chorro, Naranjal, Jute y Cauque.

**HABITAT:** agua dulce corriente y fondo rocoso. Indicador de aguas no contaminadas.

**TECNICA DE MUESTREO:** Red D, colador y manual.

**COLECTA:** Buscando sobre el fondo o rocas sumergidas en arroyos con corrientes o ríos.

**DISTRIBUCION:** Río La Criba, Manguito, El Chorro, Naranjal, Jute y Cauque.

**HABITAT:** Aguas dulce con fondo pedregoso.

Indicador de ambiente no contaminado.

**TECNICA DE MUESTREO:** Colador, manual y colador



**COLECTA:** Buscando sobre el fondo rocoso en el cuerpo de agua.

**DISTRIBUCION:** Río La Criba, Manguito, El Chorro, Naranjal, Jute y Cauque.

**HABITAT:** Agua dulce.

Ambiente no contaminado.

**TECNICA DE MUESTREO:** Colador, manual y Red D.

### **FAMILIA VIVIPARIDAE**

De esta familia solo se encontró un espécimen y en un solo sitio de muestreo.

**COLECTA:** Buscando en el fondo arenoso y sobre rocas.

**DISTRIBUCION:** Rio La Criba (La Magdalena).

**HABITAD:** agua dulce corriente .Indicador de aguas no contaminadas

**TECNICA DE MUESTREO:** Red D



## 5. DISCUSIÓN

Según los datos presentados en los cuadros y graficas se determinaron **8** familias distribuidas y adaptadas a una gran diversidad de micro hábitat dentro del cuerpo de agua y en las riberas del río, siendo muchas de ellas comunes y fáciles de coleccionar (ver cuadro 4).

Entre las familias antes mencionadas se encuentran **Hidrobidae, Physidae, Thiaridae, Pachychilidae, Sphaeridae, Viviparidae, Planorbidae y Ancyliidae.**

En el cuadro **5** se presentan los hábitat o sustrato donde viven los moluscos. Encontrando que las familias más comunes en los seis sitios comparten casi los mismos hábitat. Para el caso de las familias **Hidrobiidae, Physidae, Thiaridae, Pachychilidae, Sphaeridae** se encuentran en los mismos hábitats (sobre rocas, fondos arenosos, hojarasca) a diferencia de la familia **Viviparidae** que solo se encuentra en fondos arenosos y la familia **Planorbidae** en la orilla del río, familia **Ancyliidae** que se encuentra solamente adherida sobre las roca. A partir de estos datos se puede tomar en cuenta que para cada familia hay una técnica de la cual los resultados serán más efectivos; tomando en cuenta el hábitat (ver grafico 1).

De las **8** familias reportadas, existen **4** que son comunes, es decir están presentes en todos los puntos de colecta utilizados para este estudio y fueron encontradas en los dos muestreos realizados: **Hidrobidae, Thiaridae, Pachychilidae, Sphaeridae** (ver grafico 2).

Entre las familias encontradas existen **6** que son bioindicadores de aguas no contaminadas como son los representantes de las familias **Hidrobidae, Thiaridae, Pachychilidae, Sphaeridae, Viviparidae y Ancyliidae.** A diferencia de las familias **Physidae y Planorbidae** que al ser abundantes en comparación de las otras familias indicadoras de buena calidad en el cuerpo de agua o al encontrarse solo estas familias se consideran bioindicadores de aguas contaminadas (Leiva Flores, 2004).

Las características físicas y químicas de cada punto de muestreo y los diferentes usos de los cuales está expuesto el cauce principal y afluentes secundarios es que en cada punto de colecta de especímenes se encontraron familias que no se encontraron en otros puntos y es que la topografía del área protegida en general, la vegetación prevalente en las riberas del río y el tipo de sustrato de este en el interior del cauce (ver gráfico 3).

En el cuadro 6 y 7 se presentan los especímenes para cada familia colectados en los seis sitios de muestreo con las tres técnicas de colecta. La técnica con la que se obtiene un 100% con respecto al número de individuos es la **técnica manual** principalmente en las familias **Thiaridae, Planorbidae, Physidae**. Ya que los representantes de estas familias son de tamaño mediano a grande y de fácil observación; los lugares donde se encuentran son mayormente sobre rocas, hojarascas, en el fondo arenoso.

En las familias **Sphaeridae, Hidrobiidae, Ancylidae y Viviparidae** también se puede hacer manual el muestreo pero debe ser más minucioso es decir se debe de observar detenidamente sobre las rocas, hojas secas, troncos; es de fácil utilización investigador ya que no necesita de ningún instrumento y el tiempo es establecido según el tamaño del sitio por el investigador (ver gráfico 1 y 2).

La segunda técnica en base a efectividad en el muestreo es con el **colador** obteniendo un 63%, es una técnica parecida a la manual por que necesita de una búsqueda intensa en el diferente micro hábitat y sustratos dentro del cuerpo de agua buscando sobre rocas, hojas secas, troncos, plantas acuáticas, levantando rocas y en el fondo arenoso (ver gráfico 3).

La efectividad de esta técnica se da por que el investigador puede moverse con libertad sobre todo el punto de muestreo y manipular el colador fácilmente y al mismo tiempo utiliza sus dos manos observando como la muestra queda dentro del colador y retirando al mismo tiempo basura, hojarascas y otros materiales dentro del colador. También las muestras obtenidas son revisadas sobre una

bandeja y los especímenes son extraídos para ser colocados dentro de los viales inmediatamente para su posterior identificación (ver grafico 4).

Con la **técnica de la red D** se obtuvo un 50% en cuanto al número de especímenes de cada familia colectadas en cada punto. Se encontraron representantes de las familias **Pachychilidae, Physidae, Thiaridae, Ancylidae, Hidrobiidae**. Obteniendo mayor resultado en las familias **Viviparidae y Sphaeridae**; por que los representantes de estas familias son de tamaño pequeño y de colores traslucidos difíciles de observar, se esconden en sustratos y se encuentran en fondos arenosos donde la red tiene la capacidad de llegar y de alojar muestras grandes que luego son observadas en el laboratorio. Es decir es efectiva únicamente para estas familias (ver grafico 5).

En el **cuadro 8** se presentan los datos obtenidos para el punto 1 **La Criba** que a pesar de la vegetación, altitud y temperatura la abundancia en algunas familias era menor la abundancia de individuos a comparación con otros sitios.

Para el caso del muestreo 1 durante la época lluviosa las familias con mayor numero de individuos son la Hidrobidae, Thiaridae y Pachychilidae ya que estas familias se reproducen mayormente en esta época y por que la temperatura fue de 20°C que está más cerca de la temperatura optima para estas especies a diferencia de la época seca que aumento a 24°C, la diferencia en cuanto a abundancia no fue significativa, pero por ejemplo en la Viviparidae solamente se encontró un espécimen y en el primer muestreo esto se dio principalmente por que los representantes de estas familias son de aguas rápidas y su hábitat es en el fondo arenoso y en el invierno es cuando más se reproducen pero son arrastradas por la corriente junto con el fondo arenoso (ver grafico 5).

En el **cuadro 9** presenta los datos del punto 2 **El Manguito** donde la corriente favorece a aquellas familias adaptadas a lugares donde predominan los rápidos, puesto que no les afecta la velocidad del agua, sino por lo contrario les favorece y proporciona alimento en grandes cantidades entre estas familias están la

Hidrobidae y Pachychilidae son muy abundantes en este lugar debido a su adaptabilidad al medio es decir que se pueden encontrar en todos los microhábitat (ver grafico 6).

En el **cuadro 10** presenta losa datos del **punto 3** El jute-Chorro siendo este el lugar en donde convergen ambos cauces de los puntos La Criba y El Manguito, las características del sitio influyen y determinan aun mas sobre las familias que se colectaron e identificaron. Este punto se encontraron solamente tres familias Hidrobidae, Sphaeridae y Pachychilidae ya que estas familias soportan más los cambios en el hábitat y tienen la capacidad de adaptarse a otros hábitats (ver grafica 7).

El **Cuadro 11** presenta los resultado del punto 4 en el sector **El Naranjal** donde esta bordeado por vegetación de bosque ripario y algunas especies de bosque semideciduo y rodeado por zonas de cultivo de granos básicos y caña de azúcar, son el hábitat de las familias **Hidrobidae, Physidae, Thiaridae, Pachychilidae, Sphaeridae**, que aprovechan la abundancia de sedimentos y restos de vegetación al interior del cauce para desarrollar su función en la naturaleza (ver grafico 7).

El **cuadro 12** presenta los resultados del punto 5 **El Jute-Naranjal** que tiene características semejantes al punto 4 anterior en cuanto a la vegetación e influencia a la cual se encuentra sometido, el punto cinco en el enganche entre los ríos El Jute y El Naranjal muestra variaciones en el tipo de sustrato, que va desde arcilloso hasta arenoso, promoviendo una gran cantidad de hábitat diferentes para las familias de moluscos acuáticos ya que estos se encuentran en todos los microhábitats.

El **cuadro 13** presenta los datos del punto seis **El Jute-Cauque** que a pesar de que este se considero el punto que más impacto entrópico, presenta una pequeña franja de vegetación de bosque ripario, vegetación semidecidua y cerca con el centro escolar, presentó una gran diversidad y abundancia en cuanto a las familias encontradas **Hidrobidae, Physidae, Thiaridae, Pachychilidae, Sphaeridae**,

**Ancylidae.** Y por lo tanto a partir de estos datos se puede considerar que el cuerpo de agua presenta una calidad ambiental adecuada para las poblaciones de moluscos (ver grafico 8).

En el **cuadro 14** se presenta la calificación de la calidad del agua en cada uno de los seis puntos donde se colectaron los especímenes y según las familias identificadas para la determinación de la calidad del recurso hídrico con el uso de insectos acuáticos mediante el índice **BMWP**, se realizo calculando el valor promedio a partir de los resultados de los tres muestreos, asignándose así valores de **193** para el sector El Jute (P3), **180** para el sector del enganche El Jute/El Naranjal (P5), **161** para el sector El Naranjal (P4), **160** para La Criba (P1), **156** El Manguito (P2) y **152** para el enganche El Jute/El Cauque (P6). Estos valores nos indican que los seis puntos son de excelente calidad, los datos obtenidos con este índice se contrastaron con el índice **BIF-SV 2010**, que también se realizo con insectos(Salazar Colocho 2010); ya que el **BMWP** no se considera confiable para los insectos de El Salvador por que existen factores que cambian drásticamente(temperatura, calidad de los ríos, vegetación);entonces las especies se han adaptado ala contaminación y algunas de ellas se encuentran en cuerpos de agua no contaminados y también son de aguas contaminadas, es decir aceptan una gran cantidad de contaminantes. En respuestas a estos cambios se decidió utilizar el índice IBF-SV 2010. Donde la calificación cambio para el sector La Criba de **6.92** con calificación de regular a pobre, **5.47** con calificación de regular, **6.75** con calificación de regular a pobre para el sector del enganche El Jute/Chorro (P3), **5.81** con calificación de regular para el sector El Naranjal (P4), **5.89** con calificación de regular para el enganche El Jute/naranjal (P5).El Jute/Cauque (P6) con **5.47** calificada como regular (Salazar Colocho 2010).

Cada calificación que se obtuvo con el índice IBF-SV 2010 para cada punto de muestreo con insectos acuáticos se tomo como referencia con respecto a las familias de moluscos encontradas en los mismos puntos; ya que al conocer la calidad ambiental de cada sitio se determinaron las familias de moluscos

indicadoras de la calidad ambiental del cuerpo de agua. Y estos índices no se aplicaron a moluscos por que las familias encontradas fueron solamente 8, es decir la diversidad era poca para compararla con estos índices (ver cuadro 16).

En cuanto a la calidad regular-pobre se encontraron los moluscos pertenecientes a las familias Hidrobiidae, Planorbidae, Pachychilidae, Sphaeridae, Physidae, Viviparidae, en los puntos de la criba y el jute-chorro. En cuanto a los puntos El Manguito, Jute-Cauque, Naranjal, Jute-Naranjal que resultaron de aguas de calidad regular están Hidrobiidae, Pachychilidae, Ancyliidae, Sphaeridae, Thiaridae, Physidae.

Las familias Hidrobiidae, Pachychilidae, Sphaeridae, Thiaridae, Ancyliidae y Viviparidae son de aguas no contaminadas, a diferencias de las familias Planorbidae y Physidae que pueden encontrarse en aguas no contaminadas a moderadamente contaminadas cuando una de estas familias es mas abundante que las familias consideradas de aguas no contaminadas ya que estas tienen la capacidad de soportar mas la contaminación por que cuando la contaminación es muy alta los organismos trasladan su hábitat normal en el fondo, entonces con un alto contenido de materia orgánica y bajo en oxígeno para ubicarse sobre la vegetación sumergida con mayor cantidad de oxígeno y perfiton (Rosas et al. 1975).

Se considera que de las ocho familias encontradas son capaces de modificar su hábitat y poder adaptarse a la contaminación por que algunas familias que se encontraron en los puntos 1 y 3, también fueron encontradas en los 4 puntos restantes donde la contaminación es mínima.

Tal y como se nota los valores asignados están directamente relacionados con la riqueza de familias presentes en cada estación de muestreo coincidiendo con lo planteado por Merritt 2008 en lo referente al enfoque a nivel de comunidades. Dando como resultado valores catalogados como aguas de excelente calidad. Sin embargo estos valores podrían subestimar la calidad real del agua; entendiéndose

esta como la estabilidad del ecosistema acuático en general; como parte de un sistema complejo a nivel local (ANP).

Llama mucho la atención el caso de que los puntos establecidos en el área de amortiguamiento a pesar de los impactos a los cuales están sometidos conserven el equilibrio de las poblaciones de moluscos dulciacuícolas al igual que los tres inmersos en el área núcleo, significando que el ambiente acuático en general es aun capaz de auto equilibrarse y soportar las alteraciones (principalmente momentáneas), ya sean de origen natural o antrópico. Esto explica lo discutido anteriormente en cuanto a las familias de moluscos que se encontraron en estos puntos y a la que calidad de agua pertenecen.

De igual forma es de recalcar que los parámetros fisicoquímicos abordados en esta investigación (ver cuadro 16) se ubican en rangos catalogados como normales y estables, y debido a que estos influyen de gran forma en el establecimiento, distribución, disponibilidad de hábitat y alimentación de los moluscos identificados para cada uno de los puntos; puede considerarse que la calidad del ambiente acuático es bastante aceptable desde el punto de vista ecológico. Sin embargo es necesario mantener un constante seguimiento de estas a fin de redireccionar o maximizar las estrategias de manejo del área natural protegida.

En contraste a los datos antes presentados, se obtuvieron los valores respectivos a los índices ecológicos comúnmente utilizados en los estudios de composición y estructura de ecosistemas, con el fin de validar y justificar la veracidad de la calificación asignada a cada punto de muestreo en cuanto al la calidad ambiental que estos presentan según las ponderaciones asignadas a los diferentes métricos usados en el **SVAP** y las de cada familia colectada e identificada para el uso del **BMWP** en el estudio de insectos y las familias de moluscos encontrada.

Con respecto al índice **SVAP** conociendo que evalúa el hábitat físico en cada sitio estas características cambian en cada uno de ellos. Para la colecta de moluscos

se obtuvo que el río la Criba y el Manguito tienen una calificación excelente con respecto al estado físico del sitio; Esto se debe a que de manera visual ambos puntos denotan un ambiente bastante estable y no significativamente perturbado puesto que la franja de vegetación ribereña excede los 8 metros que es considerado como la cobertura mínima para la estabilidad de un cauce y río en general. Aparte están inmersos prácticamente dentro del área protegida y se supone debe presentar un grado de conservación bastante alto.

Seguidos de los ríos el Jute (chorro), el Naranjal, el Jute y río el Jute (cauque) con una calificación buena; esta diferencia se da porque los puntos de muestreo ya están río abajo con respecto a los primeros sitios. En estos ríos ya se da una mayor perturbación antropológica ya que están cerca de viviendas y cultivos. Y el punto 5 y 6 por que está en una zona de amortiguamiento.

Para el **punto 3** es el que menor puntaje presenta, esto debido a que se ubico entre los caseríos Las Delicias y El Jute justo al borde donde termina la extensión del bosque semideciduo y comienzan las parcelas de cultivo sirviendo como vía de acceso entre ambas comunidades por lo cual presenta esa calificación.

Al analizar los datos obtenidos en cada punto de muestreo se obtuvo que en el caso de que los puntos 5 y 6 establecidos en el área de amortiguamiento a pesar de los impactos a los cuales están sometidos conservan el equilibrio de las poblaciones de moluscos acuáticos ya que fue donde se encontraron más especies al igual que los tres inmersos en el área núcleo, significando que el ambiente acuático en general es aun capaz de auto equilibrarse y soportar las alteraciones (principalmente momentáneas), ya sean de forma natural o por actividades antropicas (López, 1989).

En el cuadro **17** la mayor riqueza de familias se reportan para el río el Jute (Cauque), río el Jute y el Naranjal con cinco familias. Mientras que el río el Jute (el chorro) con tres familias, es el punto con menor riqueza (ver grafico 10). 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 cuanto a la uniformidad en la distribución de familias en la comunidad, el valor mas alto corresponde el rio el naranjal con un **0.994** seguido del río el Jute con un **0.972**, río el Jute (el cauque), rio el manguito, rio la criba y rio el Jute (el chorro) con un valor menor. Estas diferencias son notorias puesto que en cada sitio de muestreo existen familias que son altamente abundantes, están más ampliamente distribuidos en el interior del cauce e influenciados por los cambios en la fenología de la vegetación, variaciones en el volumen del agua así como el arrastre de esta, por lo tanto las muestras según número de individuos no serán tan uniformes como se desea (ver grafico 11).

La abundancia de las especies en cada sitio es variado iniciando con los ríos de mayor abundancia; rio el Jute con **1.977**, rio el Jute (el cauque) con **1.927**, seguido de los ríos el Naranjal con **1.019**, El Manguito con **1.097**, La Criba **0.77** y con menor abundancia rio el El Jute (Chorro) con **0.637**(ver grafico 12).

Se presenta la diversidad de forma de vida en cada punto de muestreo los valores obtenidos pare el rio el Jute con **0.460**, rio el manguito **0.252**, rio la Criba **0.225** y con menor diversidad rio el Jute (el chorro), el Naranjal y rio el Jute (el cauque).

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 base al índice de Shannon-weiner se obtuvo que la mayor diversidad la presenta Pm 5(rio el Jute) con **1.691**, seguido el Pm 6 (cauque) con **1.653**, Pm1

(rio la Criba) con **1.569**, Pm 2 (el Manguito) **1.585** y Pm 3 (chorro) **0.876**; coincidiendo en algunos puntos con el índice de Simpson (ver grafico 13).

El punto seis es el más equitativo y uniforme en cuanto a la riqueza de familias y abundancia de individuos, dos criterios fundamentales para determinar la diversidad de una comunidad biológica según (MARN 2004; 26)

Quizá 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 graficas y cuadros presentadas en la sección de resultados.

Para cada sitio existen factores en particular, que influyen en la distribución, abundancia y riqueza de familias de insectos acuáticos a partir de la capacidad de dispersión, tolerancia y reacción de los individuos al presentarse alguna situación o suceso que altere el equilibrio natural del ecosistema, a sea este momentáneo o permanente. Sin embargo no se debe olvidar que el sistema en sí, buscara auto equilibrarse por naturaleza y características muy particulares del cuerpo de agua.

En cuanto a la similitud según Jaccard se encuentran con un valor alto los puntos (P4-P5) y (P5-P6) con **1.00**, seguido de los (P2-P5) con **0.875**, luego (P2-P4) con **0.750** y los puntos con menor similitud son (P3-P5) con **0.714**(ver cuadro 18).

En cuanto a las similitud según Sorenson los datos coinciden con los de Jaccard obteniendo la mayor similitud los puntos (P4-P5) y (P5-P6) con **1.00**, seguido de los (P2-P5) con **0.933**, luego (P2-P4) con **0.857** y los puntos con menor similitud son (P3-P5) con **0.833**, (P1-P6) con **0.769**(ver cuadro 19).

Con el índice de Morisita se observo que existen ciertas variantes en cuanto a la similitud entre los puntos de muestreo, sin embargo también tiene algunos datos que coinciden con los otros índices también usados. Los datos obtenidos alcanzan valores más altos para (P4-P5) con **1.00** coincidiendo con el anterior, los puntos

(P2-P3) con **0.933** y para (P2-P6) **0.855**, por su parte los más bajos son (P1-P6) con **0.769**, los puntos (P1-P4) con **0.545** y (P1-P2) con **0.514** de similitud (ver cuadro 20).

Como se observa este índice siendo más complejo que el anterior determina que en base a la abundancia relativa de cada familia, así como la riqueza de estas presentes en cada punto de muestreo; las mayores diferencias entre las comunidades bióticas de moluscos dulciacuícolas se presentan entre el punto 5 y 6 (el jute y naranjal) y el punto tres (jute-cauque) ya que existen varias familias presentes en el punto cinco y seis que no aparecieron en el punto tres. Sin embargo hay familias en común la diferencia recae en la abundancia de individuos y la uniformidad con la que se distribuyen en la comunidad.

Con los datos obtenidos se puede justificar la utilidad y relevancia de este estudio para beneficiar y contribuir en las actividades de manejo del área protegida, ya que los puntos 1, 2 y 3 se ubicaron precisamente en la Zona de aprovechamiento de recursos naturales según mapa de zonificación realizada por FIAES/ASAPROSAR (2007); y conociendo que uno de los mayores intereses es el de conservar los recursos hídricos del área y todos los recursos naturales del área como una fuente de bienes y servicios ambientales de aprovechamiento directo y sostenible para las comunidades cercanas; de allí surge la necesidad de monitorear la calidad del recurso y el ambiente en general del entorno a los principales ríos del área natural protegida.

En contraste a los datos antes presentados del índice **IBF-SV 2010, SVAP** y **BMWP** se obtuvieron los valores respectivos a los índices ecológicos comúnmente utilizados en los estudios de composición y estructura de ecosistemas, con el fin de validar y justificar la veracidad de la calificación asignada a cada punto de muestreo en cuanto a la calidad ambiental y las familias de moluscos bioindicadores de la calidad del agua encontradas en cada punto de muestreo.

Con respecto a los dos muestreos realizados el primero fue realizado casi finalizando la época lluviosa y el segundo en la época seca, en cuanto a las variaciones de las familias encontradas en la época lluviosa y la seca no se obtuvo ninguna variación en cuanto a las familias encontradas ; en algunas familias si hubieron cambios en el número de individuos en algunos sitios , como es el caso de la familia **Ancylidae** en época lluviosa se encontraron pocos individuos al contrario en la seca abundaban mas.

La variación se da porque lo individuos se encuentran sobre las rocas y a consecuencia de la lluvia son arrastrados por la corriente y los pocos que se encontraron fueron con la red D por que estaban depositados en el fondo arenoso pedregosos y pocos en rocas. Al igual que la familia Spaheridae que en la época lluviosa es más prospera al igual que las plantas acuáticas; es decir que como es uno de sus hábitats y por la lluvia el fondo arenoso es arrastrado y con él las especies ya que el nivel del rio crece y las corrientes van con mucho más fuerza.

Finalmente se puede decir que los puntos del Manguito,Naranjal,Jute –Naranjal y Jute-Cauque del ANP La Magdalena son de buena calidad ambiental y los punto de La Criba y El Jute-chorro presentan una mayor perturbación en el ambiente acuático. Y que los moluscos son buenos o excelentes indicadores de la calidad ambiental de los cuerpos de agua principalmente porque son abundantes en los cuerpos de agua, por ser resistentes a variaciones en el ambiente, son sedentarios por su longevidad y porque su muestreo es fácil de realizar.

## 6. CONCLUSIONES

- 6.1** Los moluscos son excelentes indicadores de contaminación de las aguas por sus hábitos sedentarios, por su longevidad, por ser resistentes a variaciones, son abundantes en el área estudiada y pueden obtenerse fácilmente.
- 6.2** Para las familias Hydrobiidae, Pachychilidae, Thyaridae, Ancyliidae, Planorbidae, Physidae la técnica con la que se obtiene un 100% de efectividad con respecto al número de individuos colectados es la manual, técnica de colador un 63% de efectividad y con red D un 50%.
- 6.3** Para las familias Sphaeridae y Viviparidae la técnica con la que se obtiene mayor efectividad con respecto al muestreo es con la red D, por su tamaño y por que se encuentra en fondos arenosos donde la red logra llegar.
- 6.4** El índice SVAP es eficaz y confiable para verificar el estado físico de un sitio si se realiza de forma correcta dando el puntaje real según cada parámetro.
- 6.5** Los ríos del ANP La Magdalena son de buena calidad ambiental apto para que las poblaciones de animales acuáticos y plantas acuáticas tengan un hábitat adecuado para su crecimiento y desarrollo en estos ecosistemas.

## 7. RECOMENDACIONES

- Que al proponer nuevamente los moluscos como indicadores biológicos de la contaminación en los ríos del ANP se logre identificar hasta especies para poder ser utilizadas en el monitoreo del área.
- Al realizar estudios donde se utilicen especies moluscos como bioindicadores se debe de utilizar mayormente la técnica manual y la del colador por qué se debe de tomar en cuenta el tamaño de la especie.
- Para obtener resultados satisfactorios el uso de la técnica de recolección de las muestras se debe realizar de una forma adecuada y minuciosa para poder conocer las especies que habitan en el río.
- Utilizar el protocolo SVAP como una herramienta de evaluación ambiental de los ecosistemas presentes en el área natural protegida y capacitar a los guarda recursos, habitantes de la comunidad, estudiantes y visitantes ya que es de fácil utilización y sus resultados son confiable
- Que se evalúen constantemente los valores de la temperatura, pH, turbidez y caudal en los diferentes puntos del ANP y se realicen análisis de DBO, DQO, fosfatos, nitratos y los análisis microbiológicos.; presentes en los principales cauces para así enriquecer y contrastar la información obtenida a partir de esta investigación y proponer las actividades de manejo.
- . Que se establezcan medidas de control en las actividades desarrolladas en los alrededores de los ríos El Jute y El Naranjal; a fin de brindar un mejor manejo de los recursos presentes en estos ríos y así mejorar sus condiciones ambientales.

## 8. LITERATURA CITADA

Lanza E; Hernández P; Carvajal P (2000) Organismos indicadores de la calidad del agua y la contaminación, primera ed. México, págs. 309-404.

Maribel M. Herrera, (2005) Guía para evaluaciones ecológicas rápidas como indicadores biológicos en ríos de tamaño mediano Talamanca-costa rica; Turrialba Costa Rica, págs. 15-81

Mara Leiva (2003) Macro-Invertebrados Bentónicos de calidad del agua en la cuenca del estero Peu Peu, Temuco, tesis, 63 págs.

Javier Alba Tecedor (2003), Macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua de los ríos, Granada, tesis, págs. 203-215.

Guillermo Chaverri (2002), protocolo y montaje de invertebrados, Noruega, 28 págs.

Ruth C. Auquilla, (2005) Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la Subcuenta del Río Jabonal, Turrialba, Costa Rica, Tesis, págs. 10-15.

Rafael E. Rubio Fabián (2000) macro-invertebrados bioindicadores de la calidad del agua loticas de El Salvador. San salvador, El Salvador, 21 págs.

José Sermeño; Andrés W.Rivas; Miguel A, Hernández, (2008) Poster de organismos acuáticas sub-cuenca del rio Julupa, Chalatenango, San Salvador, El Salvador, pag.1.

Martínez Quijano & Cano Funes (2008) Estudio de macro invertebrados bentónicos en el río cara sucia, Ahuachapán, El Salvador, 45 págs.

Alonso, J.A. Camargo (2005) Estado actual y perspectivas en el empleo de la Comunidad de macro invertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales .Alcalá de Henares, España, Tesis, 26 págs.

Roldan Pérez, G.A. 2003. Bioindicación de la calidad del agua de Colombia. Ciencia y tecnología. Propuesta para el uso del método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia. Pág. 1 – 9

Graterol; Goncalves; Medina & Pérez (2001) Moluscos acuáticos bioindicadores de calidad del agua del río Guacara, Carabobo, Venezuela, Tesis, pas.37.

Baqueiro Cárdenas E. (1994). Moluscos de México con importancia comercial y Sus usos, p. 25-31. La situación actual de la Malacología Médica y Aplicada en América Latina (Capítulo Mexicano de la Sociedad Internacional de Malacología Médica y Aplicada), 78 p.

Rosenberg D. & Resh V. (1993) Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates, sin ed, Ed. Chapman & Hall Inc., New York, U.S.A., 488 págs.

MARN (2004) Manual de inventarios de la biodiversidad, PNUD, GEF, San Salvador El Salvador Centro América. 119 págs.

Leiva Flores M. (2004) Macro invertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en la cuenca del estero Peu Peu comuna de Lautaro ex región de la Araucanía Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de Temuco Chile 64 págs. ir,

Edna Naranjo García (2003) Moluscos continentales de México: Dulceacuícolas Departamento de Zoología, Instituto de Biología. 77 págs.

FIAES/ASAPROSAR (2007) Zonificación interna del área natural protegida La Magdalena.

<http://www.ites.upr.edu/Ramírez/IS/acuaticos.htm>, lunes 2 marzo 2009 10:35 a.m. [www.ucr.ac.cr](http://www.ucr.ac.cr) [www.ots.ac.cr](http://www.ots.ac.cr) [www.ots.duke.edu](http://www.ots.duke.edu)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Gastropoda>. 18 de diciembre 2009, 11:00 p.m.

<http://www.marn.gob.sv/?fath=19&categoria=320>, 12 mayo 2009, 10:35 a.m.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1.** Datos de evaluación de la guía de evaluación rápida.

GUIA DE CAMPO N° \_\_\_\_\_

**DATOS DE EVALUACION SVAP.**

PUNTO DE MUESTREO N° \_\_\_\_\_ MUESTREO N° \_\_\_\_\_

SITIO DE MUESTREO \_\_\_\_\_ FECHA Y HORA \_\_\_\_\_

LOCALIZACION \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_ HORA \_\_\_\_\_

OBJETIVO DEL MUESTREO

---

RESPONSABLE DE LA INVESTIGACION \_\_\_\_\_

---

---

RECOLECTORES \_\_\_\_\_

---

---

ACOMPAÑANTE EN EL SITIO \_\_\_\_\_

---

---

DURACION DEL MUESTREO \_\_\_\_\_

TECNICAS DE MUESTREO: COLADOR \_\_\_\_\_ RED D \_\_\_\_\_ MANUAL \_\_\_\_\_

COORDENADAS GPS: LATITUD(N) \_\_\_\_\_ LONGITUD (O) \_\_\_\_\_

TEMPERATURA: \_\_\_\_\_ AGUA \_\_\_\_\_ AMBIENTE \_\_\_\_\_ PH \_\_\_\_\_

CONDICIONES AMBIENTALES: SOLEADO \_\_\_\_\_ LLUVIOSA \_\_\_\_\_ NUBLADO \_\_\_\_\_

ANCHO DEL CAUQUE: \_\_\_\_\_m PROFUNDIDAD \_\_\_\_\_m

VELOCIDAD DEL AGUA \_\_\_\_\_

TIPO DE SUSTRATO: PIEDRAS \_\_\_\_\_ ARENOSO \_\_\_\_\_ ARCILLOSO \_\_\_\_\_

LIMO- ARCILLOSO \_\_\_\_\_ LIMO ARENOSO \_\_\_\_\_

TAMAÑO DE LAS ROCAS: MUY GRANDES \_\_\_ GRANDES \_\_\_ MEDIANAS \_\_\_  
PEQUEÑA \_\_\_\_\_

SUPERFICIE DE ROCAS: Limpias \_\_\_\_\_ con algas \_\_\_\_\_ musgos \_\_\_\_\_

EN EL SITIO HAY: Hojarascas \_\_\_\_\_ troncos \_\_\_\_\_ ramas \_\_\_\_\_ raíces \_\_\_\_\_

FAUNA ACUATICA: \_\_\_\_\_

COLOR DEL AGUA \_\_\_\_\_ OLOR DEL AGUA \_\_\_\_\_

PRESENCIA DE: Desechos orgánicos \_\_\_\_\_ espuma \_\_\_\_\_ aceites \_\_\_\_\_  
organismos muertos \_\_\_\_\_ desechos sólidos \_\_\_\_\_

VEGETACION DE LA ORILLA: \_\_\_\_\_

VEGETACION DENTRO DEL AGUA \_\_\_\_\_

EXPOSICION: sombra \_\_\_\_\_ sombra con ventanas \_\_\_\_\_ grandes claros \_\_\_\_\_  
100% expuestos \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**ANEXO 3.** Fotografías de las dos etapas de la investigación (campo y laboratorio).



**Fotografía 1.** Limpieza de la muestra y extracción de especies en el campo.



**Fotografía 2.** Forma correcta del muestreo de moluscos con colador y con red D.



**Fotografía 3.** Técnica con red D.



**Fotografía 4.** Limpieza de la muestra en el campo.



**Fotografía 5.** Toma de temperatura del agua.



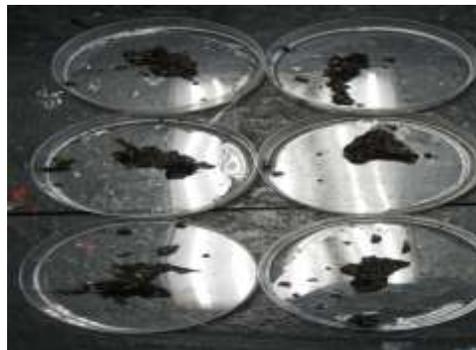
**Fotografía 6.** Toma del PH del río.



**Fotografía 7.** Muestra en caja de petri para observación de especies en el laboratorio.



**Fotografía 8.** Material de laboratorio para extracción de especies.



**Fotografía 9.** Muestra en cajas de petri para la observación en el estereomicroscopio.



**Fotografía 10.** Observación de la muestra en el laboratorio.



**Fotografía 11.** Preparación de la muestra.



**Fotografía 12.** Clasificación de las especies.



**Fotografía 13.** Punto de muestreo la criba.



**Fotografía 14.** Punto de muestreo El Manguito.



**Fotografía 15.** Punto de muestreo el Chorro.



**Fotografía 16.** Punto de muestreo el Naranjal.



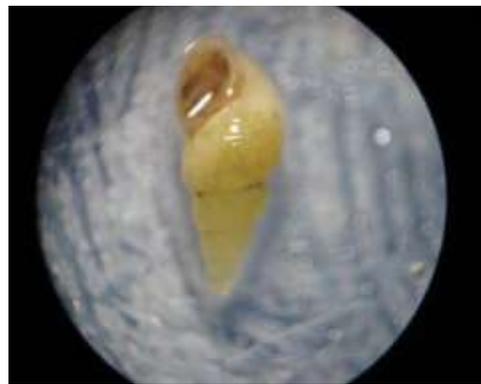
**Fotografía 17.** Punto de muestreo El Jute.



**Fotografía 18.** Punto de muestreo El Cauque.



**Fotografía 19.** Vista en estero microscopio de especie de la familia Pachychilidae.



**Fotografía 20.** Vista en estero microscopio de especie de la familia Pachychilidae.



**Fotografía 21.** Vista en estero microscopio de la especie de la familia Sphaeridae.



**Fotografía 22.** Vista en estero microscopio Especies de la familia Sphaeirdae.



**Fotografía 23.** Vista en estero microscopio especie de la familia Thyaridae.



**Fotografía 24.** Vista en esteromicroscopio de de la familia Thiaridae.



**Fotografía 25.** Vista en estero microscopio de especie de la familia Pachychilidae.



**Fotografía 26.** Vista en estero microscopio de especie de la familia Planorbidae.



**Fotografía 27.** Vista en estero microscopio de especie de la familia Hydrobiidae.



**Fotografía 28.** Vista en estero microscopio de especie de la familia Hydrobiidae.



**Fotografía 29.** Vista de especie de la Familia Pachychilidae.



**Fotografía 30.** Vista en estero microscopio de especie de la familia Pachychilidae.



**Fotografía 31.** Entrevista a los habitantes comunidades cercanas.



**Fotografía 32.** Conchas de moluscos en las orillas del río.



**Fotografía 33.** Equipo utilizado en la fase de campo y de laboratorio.



**Fotografía 34.** Revisión del colador.



**Fotografía 35.** Medición del ancho del río.