



Proyecto de Conservación y
Repoblación de Areas Amenazadas
del Bosque del Manglar del Pacífico Panameño



Ciudad del Saber, Clayton, Edificio 801, Cathalac-Panamá, República de Panamá Teléfonos: (507) 317-0053 Fax: (507) 317-0127 e-mail: jose.berdiales@cathalac.org

EVALUACION DE LA CALIDAD DE EL AGUA EN LOS RIOS QUE DRENAN EN LOS BOSQUES DE MANGLAR DE LA REGION DE CAPIRA Y CHAME MACROINVERTEBRADOS Y PECES



Participantes: Ing. Noel Trejos M.Sc. (experto en Desarrollo comunitario del Proyecto Manglares), Prof. Jorge García (M.Sc.); Lic. Aydeé Cornejo M.Sc. (Autoridad Nacional Del Ambiente); Harris Mendoza (Técnico Forestal de la Autoridad Nacional del Ambiente) y el Sinan Ajena, (estudiante de Ciencias Forestales Universidad de Göttingen, Alemania).

SEPTIEMBRE DE 2006

TABLA DE CONTENIDO

1.0 INTRODUCCION.....	4
2.0 OBJETIVO.....	5
2.1 Objetivo General	5
2.2 Específicos.....	5
3.0 METODOLOGÍA.....	5
3.1 Ubicación del área de estudio	5
3.2 Descripción de la cuenca hidrográfica del Río Chame	6
4.0 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREOS	11
4.1 Río Chame.....	14
4.1.1 Parte baja (estación 1)	14
4.1.2 Parte media (estación 2)	14
4.1.3 Parte alta (estación 3)	14
4.2 Quebrada La Mona	14
4.2.1 Parte baja (estación 1)	14
4.3 Río Lagarto	15
4.3.1 Parte Baja (estación 1).....	15
4.4 Río Sajalice.....	15
4.4.1 Parte Baja (estación 1).....	15
4.4.2 Parte Media (estación 2)	15
4.5 Río Camarón.....	15
4.6 Río Capira.....	16
5.0 METODOLOGIA	17
5.1 Macroinvertebrados acuáticos	17
5.1.1 Toma de datos en campo.....	17
5.1.2 Procesamiento de muestras en laboratorio	18
5.1.3 Determinación de la calidad del agua y confección del mapa	19
5.2. Peces.....	21
5.2.1 Método de recolección de muestras.....	21
6.0 RESULTADOS	22
6.1 Macroinvertebrados acuáticos	22
6.2 Resultados de la aplicación del BMWP/ COL (Roldan, 2003)	23
6.2.1 Río Chame.....	23

6.2.2 Quebrada la Mona	23
6.2.3 Río Lagarto	24
6.2.4 Río Sajalices	24
6.2.5 Río Camarón.....	24
6.2.6 Río Capira.....	24
6.3 Peces.....	25
7.0 ANEXOS.....	28

1.0 INTRODUCCION

En el presente estudio se realizó un muestreo de los macroinvertebrados (organismos que no tienen espina dorsal y que son visibles sin usar un microscopio) y peces de las principales fuentes de agua (ríos, quebradas y riachuelos) que convergen en el bosque de manglar de la Bahía de Chame. Dicho muestreo, forma parte de la determinación de la calidad química de las aguas de esta zona, dado que algunos macroinvertebrados son extremadamente sensibles a los cambios en la calidad del agua y se encuentra en grandes cantidades en aguas que están limpias o que no están contaminadas con desechos orgánicos y que tienen más oxígeno, por otra parte otros macroinvertebrados no son sensibles a la contaminación; por lo tanto, si hay un gran número de estos organismos en una muestra, servirá como indicador de agua de mala calidad.

En este sentido un riachuelo saludable, la comunidad del fondo del riachuelo incluirá una variedad de todos los macroinvertebrados vulnerables a la contaminación. Por el contrario, un riachuelo no saludable dará soporte solamente a unos cuantos tipos no vulnerables de macroinvertebrados.

Los macroinvertebrados acuáticos representan el grupo mayoritario dentro de la biota acuática y cerca del 80% de estos organismos corresponden a los insectos acuáticos. De acuerdo a Rosenberg & Resh (1996), las ventajas de la utilización de los macroinvertebrados acuáticos en la determinación de la calidad del agua radica en que:

- a) son prácticamente universales,
- b) son sedentarios,
- c) son extremadamente sensibles a perturbaciones,
- d) presentan largos ciclos de vida,
- e) muestran una respuesta inmediata ante un determinado impacto,
- f) existe un patrón de estímulo-respuesta ante alteraciones fisicoquímicas,
- g) la taxonomía de muchos grupos esta bien estudiada en algunas regiones y
- h) existen numerosos métodos de evaluación, incluyendo índices bióticos y de diversidad.

Los llamados índices biológicos informan de la situación tanto momentánea como de lo acontecido algún tiempo antes de la toma de muestras, es decir, es como tener información del presente y pasado de lo que esta sucediendo en las aguas (Alba-Tercedor, 1988). Estas metodologías se basan en la premisa de que la tolerancia o nivel de respuesta de los organismos que componen el bentos difieren dependiendo del tipo de contaminante al que han sido expuestos (Alba-Tercedor, 1996). Los índices más utilizados para la evaluación de la calidad del agua en función de la macrofauna son el IBF (Índice Biótico de Familias) utilizado en EEUU, el IBI (Índice de Integridad Biológica) utilizado en U.S.A. y el BMWP (Biological Monitoring Working Party), desarrollado para Gran Bretaña y con múltiples adaptaciones, como por ejemplo, el BMWP' adaptado a la península Ibérica, el BMWP/Col adaptado a Colombia y el BMWP-CR para Costa Rica. Las ventajas de la mayoría de estos índices, es que para su utilización sólo se requiere de la identificación a nivel de familia para cada uno de los grupos presentes en el sistema acuático.

Más sin embargo, el uso de estos indicadores biológicos, nos brindan una visión en retrospectiva de lo ocurrido en dicho ambiente, sin embargo, no deben tomarse como un único medidor de la salud de los ríos y quebradas, sino que deben ser utilizados de forma

complementaría con los análisis fisicoquímicos y que nos permiten determinar y cuantificar con mayor precisión el tipo de contaminante.

En Panamá, el estudio de la fauna acuática, así como su posible empleo como bioindicadores de la calidad del agua, es apenas incipiente. Sin embargo, se reportan los trabajos de Cornejo (2002), quien evaluó los cambios estructurales en la comunidad de insectos acuáticos y su relación con la ocupación urbana en el Río Coco Solo; Pardo (2002) quien estudio tres quebradas del eje de la Transistmica y Samaniego (2003) que realizo una caracterización fisicoquímica y biológica de la cuenca alta del río Curundu. Estos estudios dan comienzo al tratamiento del tema de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua en nuestro país.

El Programa de Monitoreo de la Cuenca del Canal desarrollado por la Autoridad Nacional del Ambiente y La Autoridad del Canal de Panamá, llevaron a cabo el monitoreo de la fauna acuáticos en algunos ríos dentro de la Cuenca del Canal, en donde aplicó el Índice de Integridad Biológico (Karr & Chu, 1999). Recientemente, el Laboratorio de Calidad Ambiental de la ANAM ha incorporado el componente de macroinvertebrados acuáticos indicadores, empleando el índice BMWP como una herramienta para la determinación de la calidad del agua. Estos son los únicos reportes encontrados sobre la aplicación de índices biológicos en nuestro país.

2.0 OBJETIVO

El presente estudio se enmarca en los siguientes objetivos:

2.1 Objetivo General

- Caracterizar la calidad de las aguas de los ríos que drenan los Bosque de manglar en la región de Capira y Chame, tanto en época seca como en la época lluviosa.

2.2 Específicos

- Determinar la calidad del agua en función a la comunidad de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores.
- Presentar un listado de peces en diferentes puntos de las cuencas de interés.

3.0 METODOLOGÍA

El estudio de la macrofauna acuática se desarrollo en la Cuenca Hidrográfica del Río Chame, en el marco del proceso de caracterización de la calidad del Agua de los ríos que convergen en el Bosques de Manglar de la Bahía de Chame” el cual a su vez, forma parte de la zonificación del bosque de manglar del Proyecto de Conservación y Recuperación de Áreas Amenazadas del Bosque de Manglar del Pacífico Panameño.

3.1 Ubicación del área de estudio

La Cuenca Hidrográfica del Río Chame se ubica en la vertiente del Pacífico en la provincia de Panamá entre las coordenadas 8° 15' y 8° 40' de latitud norte y 79° 40' y 80° 15' de longitud oeste, y a 65 km al oeste de la Ciudad de Panamá. Entre sus principales afluentes están los ríos Hato, Chame, Sajalices, Capira y Perequeté. El área de drenaje total de la cuenca es de 1,476 Km², hasta la desembocadura en el mar. La

elevación media de la cuenca es de 120 msnm, y el punto más alto se encuentra ubicado al norte de la cuenca a una elevación 1008 msnm. A continuación se hace una descripción de los tramos alto, medio y bajo, según el mapa de Sub-Regiones Naturales Homogéneas de la Republica de Panamá. Ver figura 1

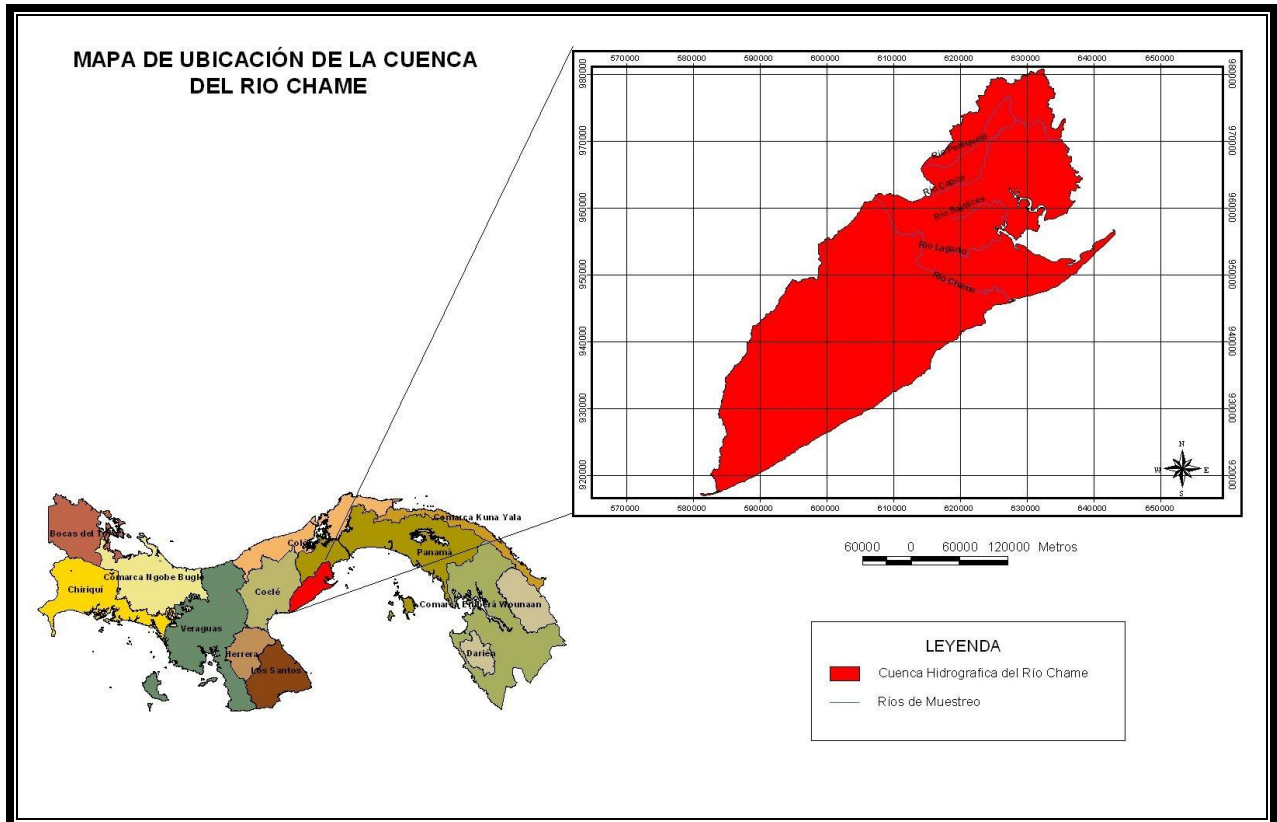


Figura 1 Ubicación de la Cuenca Hidrográfica del Río Chame

3.2 Descripción de la cuenca hidrográfica del Río Chame

3.2.1 Tramo alto de la Cuenca

Ubicada entre los 600 a 1,000 msnm este tramo de la cuenca corresponde a la Región de Montaña de Clima Tropical Húmedo, es decir, que su geomorfología esta constituida por rocas ígneas (M4i); con precipitación promedio anual entre 2,000 y 4,000mm y temperatura promedio anual entre 24 a 26° C. En este tramo, los ríos se caracterizan por presentar aguas claras de corriente rápida con lecho pedregoso y canto rodado hasta de 1m de diámetro. El cauce puede presentar entre 4 a 10 metros de ancho. La cobertura vegetal en esta parte se conserva densa en los márgenes de los ríos, principalmente aquellos ríos que nacen dentro del Parque Nacional Altos de Campana, con es el caso de los ríos Capira y Perequeté.



Figura 2 Se muestra la topografía en general de montaña que caracteriza los tramos altos de la cuenca evaluada. Específicamente la foto muestra el cerro de la Cruz dentro del Parque Nacional Altos de Campana en donde se encuentra el nacimiento del Río Sajalices. Se observa una vegetación densa que garantiza el mantenimiento de agua en los principales ríos nacientes en esta sección.

3.2.2 Tramo medio de la cuenca

Ubicado entre los 100 y 600 msnm, este tramo de la cuenca corresponde a la Región de Cerro Bajos y Colinas de Clima Tropical Húmedo, es decir, que su geomorfología esta constituida por rocas ígneas (C2i) y sedimentarias (C2s); el clima presenta precipitación promedio anual entre 2,500 y 400 mm y temperatura promedio anual entre 26 a 27° C. En este tramo el río se caracteriza por presentar aguas claras de corriente moderada que corren sobre un lecho pedregoso-arenoso y el cauce puede presentar hasta 15 metros de ancho. La cobertura vegetal en esta parte se conserva en los márgenes de los ríos, a excepción de algunas secciones en que la vegetación ribereña ha sido sustituida por herbazale y arbustales.



Figura 3 Se muestra la topografía en general de colinas que caracteriza los tramos medios de la cuenca evaluada. Se puede apreciar como una vez fuera de los límites de este Parque bosque ha sido reemplazado principalmente por áreas de potrero, zonas de cultivos en menor proporción y áreas pobladas. La vegetación que se observa es la que aun se mantiene en los márgenes de los ríos principales de la región.

3.2.3 Tramo bajo de la cuenca

Ubicada entre los 0 y 100 msnm, este tramo corresponde a la Región de Llanura de Clima Tropical de Sabana; geomorfología constituida por rocas ígneas (LL3i) y sedimentarias (LL3s); clima con precipitación promedio anual menor a 2,000 mm y temperatura promedio anual entre 26 a 27°C. En este tramo de la cuenca, los ríos se caracterizan por presentar aguas que pueden ser entre claras y algunas ocasiones turbias (dependiendo de la época del año) con corriente entre moderada a lenta prácticamente en la desembocadura, que corren sobre un lecho arcilloso-arenoso con algunas piedras de tamaño menor a los 2 cm. La cobertura vegetal en algunos ríos es densa únicamente en ambos márgenes o en otros casos el cordón de vegetación se extiende varios metros más allá de los márgenes de los ríos. Cercana a la desembocadura de los ríos, la vegetación está constituida por un denso bosque de manglar, especialmente aquellos ríos que desembocan en la Bahía de Chame.

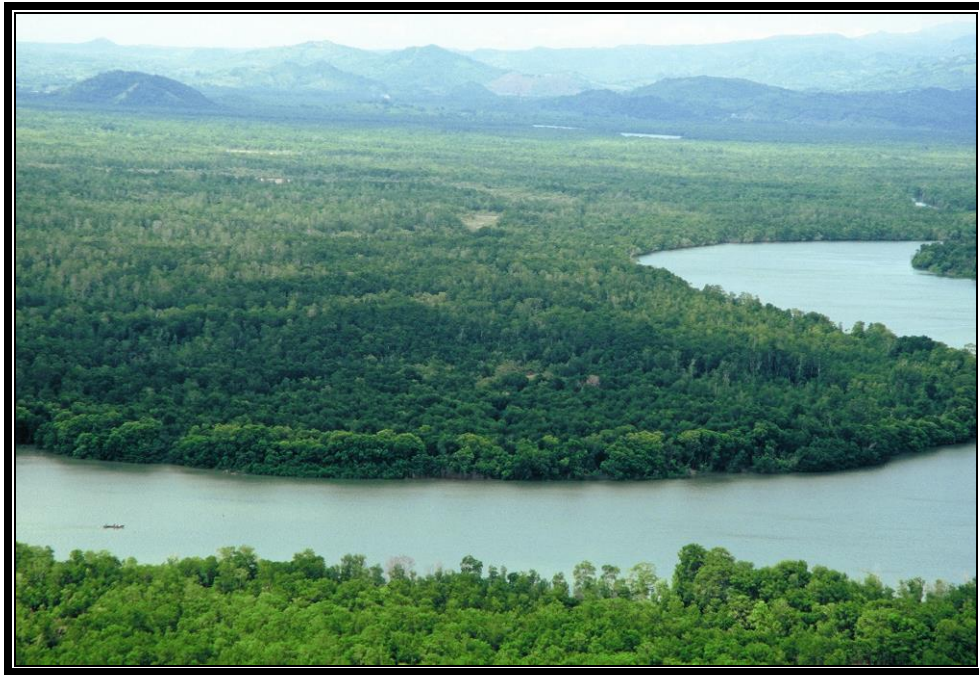


Figura 4 Se muestra la topografía en general de llanuras que caracteriza los tramos bajos de la cuenca evaluada. Se puede apreciar como una densa cobertura vegetal que esta constituida básicamente por el bosque de manglar

En el área de estudio, la cobertura vegetal boscosa ha sido reemplazada por potreros propias de las actividades ganaderas de la región, por los asentamientos humanos de mediana y baja densidad y algunos comercios pequeños. En cuanto a la población, por ejemplo, el distrito de Capira para el año 1990 contaba con 28,303 habitantes, mientras que para el año 2,000 se mostró un incremento del 14% con 32.972 habitantes.

Para tener una idea visual de la distribución espacial geomorfológica de la Cuenca Hidrográfica del Río Chame, se origino el siguiente modelo de elevación digital.

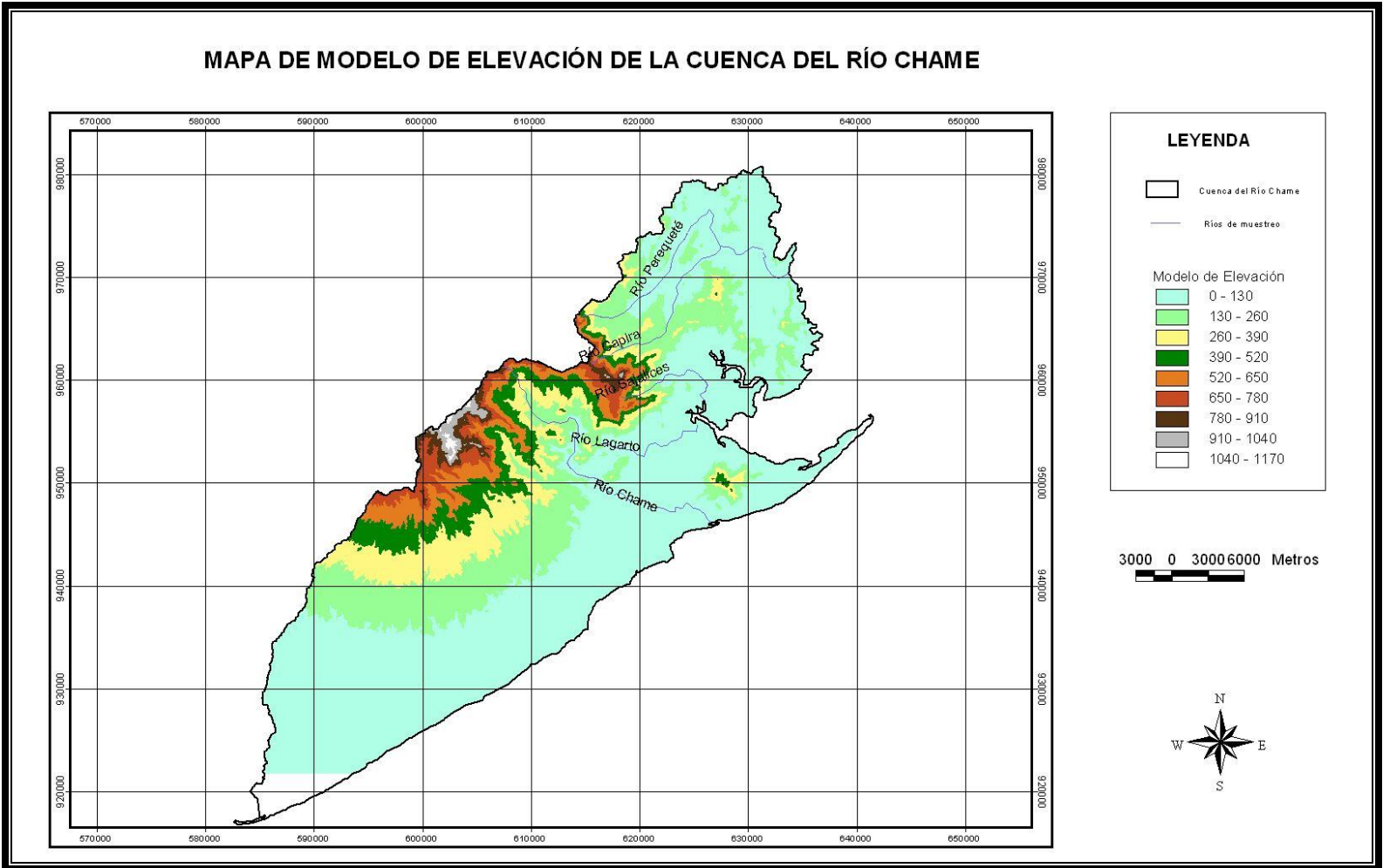


Figura 5 Modelo de elevación digital de la Cuenca Hidrográfica del Río Chame.

4.0 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREOS

Los sitios de muestreos fueron establecidos tomando en cuenta el gradiente latitudinal de cada una de las micro cuencas, sub cuencas y cuencas que se circunscribe en el área de estudio. En este sentido en cada uno de estos ríos se ubicó una estación de muestreo en la parte alta (entre 500 a 800msnm), otra en la parte media (entre 100 y 200msnm) y otra en el tramo bajo (15 a 40 msnm). En el cuadro 1 se presentan los ríos con los puntos de muestreos estudiados y la referencia de su ubicación. De igual manera en la figura 6 se presenta el mapa de ubicación de cada uno de los puntos de muestreo.

Cuadro 1 Resumen de la ubicación de los puntos de muestreos evaluados

Cuenca	Ríos Evaluados	No. Puntos	Referencia
Cuenca No. 138 Río Chame	Río Chame	3	<p>Parte Baja: Río Chame a la altura del Puente de la Interamericana, entre las coordenadas geográficas UTM 6229046 N y 0947650 O, a 10msnm</p> <p>Parte Media: Río Chame, entre las coordenadas geográficas UTM 614546 N y 955065 O, a 101 msnm.</p> <p>Parte Alta: Las Filipinas, entre las coordenadas geográficas UTM 605900 N y 957934 O, a 547msnm.</p>
	Río Lagarto (Afluente del Chame)	1	Parte Baja: Puente Interamericana, entre las coordenadas geográficas UTM 623265 N y 954024 O, a 14msnm.
	Quebrada La Mona (Afluente del Chame)	1	Parte Baja: Puente Interamericana, entre las coordenadas geográficas UTM 623390 N y 954587 O, a 19msnm
	Río Sajalices	3	<p>Parte Baja: Río Sajalices puente hacia el MIDA, entre las coordenadas geográficas UTM 625507 N y 960942 O, a 16msnm</p> <p>Parte Media: Cerca de la Escuela Sajalices, entre las coordenadas geográficas UTM 084109 N y 795259 O, a 82 msnm.</p> <p>Parte Alta: Parque Nacional Altos de Campana, entre las coordenadas geográficas UTM 688968 N y 959826 O, a 722msnm.</p>
	Río Camarón (Afluente Sajalices)	1	Parte Baja: Puente Interamericana, entre las coordenadas geográficas UTM 624393 N y 961772 O, 43msnm
	Río Capira	3	<p>Parte Baja: Puente de la Pita, entre las coordenadas geográficas UTM 084751 N y 795002 O, a 34msnm</p> <p>Parte Media: Puente Interamericana, entre las coordenadas geográficas UTM 622743 N y 964557 O, a 145msnm.</p> <p>Parte Alta: Parque Nacional Altos de Campana, entre las coordenadas geográficas UTM 618314 N y 960341 O, a 743msnm.</p>

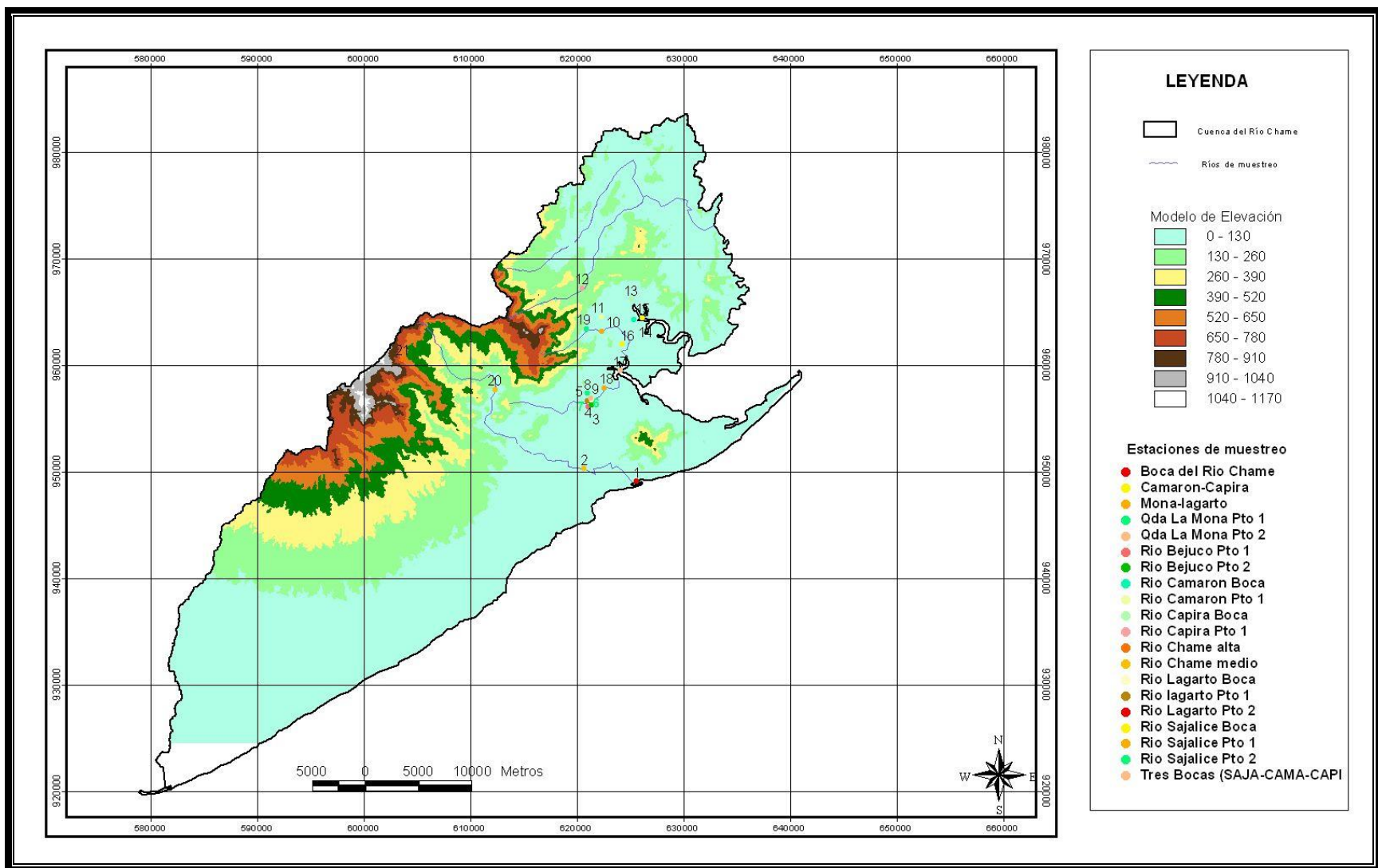


Figura 6 Mapa de ubicación de los puntos de muestreo de calidad de aguas, en la Cuenca Hidrográfica del Río Chame.

4.1 Río Chame

4.1.1 Parte baja (estación 1)

Ubicadas entre las coordenadas geográficas 6229046 N, 0947650 W. Específicamente, bajo el puente de la carretera interamericana. En esta sección el río tiene un ancho de corriente de aproximadamente quince metros, fondo arenoso pedregoso, con profundidades de hasta cincuenta centímetros, en algunas secciones cubierto por microalgas principalmente hidrilla. Tiene poca pendiente por lo que la corriente es lenta, ambas orillas con barrancos de tierra y arena, pequeños de no más de un metro de altura. El bosque ribereño esta formado por una hilera de árboles de altura aproximada de hasta 15 metros, sustituido detrás por pastizales con vegetación herbácea que llega hasta la orilla.

4.1.2 Parte media (estación 2)

Ubicada entre las coordenadas geográficas 614546 N, 955065W, específicamente sobre el primer puente sobre el río camino a Sorá. En esta sección el río tiene un ancho aproximado de 15 metros, profundidad de 40 centímetros, en esta ocasión estaba crecido, fondo pedregoso arenoso cubierto en algunas zonas por plantas acuáticas del género *Maranthus sp.* Este río se caracteriza por tener una pendiente y corriente moderada, la vegetación ribereña es escasa se restringe a una hilera de árboles de hasta 15 m de altura, detrás hay pastizales y algunas viviendas. En la parte superior hay un pequeño tributario que le aporta agua.

4.1.3 Parte alta (estación 3)

Ubicada entre las coordenadas geográficas 605900 N, 957934 W. Este punto fue ubicado en la parte alta, exactamente en la quebrada Filipinas sobre el camino al poblado. Vale resaltar que la quebrada Filipinas es uno de los tributarios del Río Chame. Esta sección de la quebrada tiene una gran pendiente, con corriente fuerte, hay la formación de charcas aguas arriba y aguas abajo de la carretera, todo el cauce y el fondo es pedregoso formando pequeñas caídas de agua. Tienen una vegetación ribereña abundante, en algunas ocasiones sustituidas por cultivos.

4.2 Quebrada La Mona

4.2.1 Parte baja (estación 1)

Ubicada en los 623390 de latitud norte y 954587 longitud oeste, esta estación se ubicó aguas abajo del puente sobre la carretera Panamericana cercana al poblado de Santa Cruz. En esta sección el río presenta una combinación de corrientes y remansos de poca velocidad tiene un ancho de cuatro metros poco profundos, el fondo arenoso pedregoso con cantos rodados pequeños se muestrearon una corriente y dos remansos con profundidades de hasta 30 centímetros. Tiene una vegetación ribereña con árboles y arbustos con alturas entre cinco y quince metros que es sustituido en algunas partes por cultivos y pastizales.

4.3 Río Lagarto

4.3.1 Parte Baja (estación 1)

Ubicada entre las coordenadas geográficas 623265 N 954024 W, específicamente debajo del puente sobre la carretera Panamericana. En esta sección el río presenta una corriente lenta, con fondo arenoso pedregoso, cantos rodados pequeños un remanso con una profundidad de hasta un metros. La vegetación ribereña esta formada de una pequeña hilera de árboles que son sustituidos luego por pastizales, presenta alta sedimentación proveniente de los terrenos aledaños.

4.4 Río Sajalice

4.4.1 Parte Baja (estación 1)

Esta estación se ubicó aguas abajo de la carretera Panamericana sobre el puente que va hacia el manglar, exactamente entre las coordenadas 625507 N, 960942 W. Aquí el río presenta una pendiente y corriente moderada, formando pequeños remansos, con profundidades de hasta 50 cm. Por otra parte cuenta con una sección transversal de cinco metros aproximadamente. Cantos rodados medianos, con fondo pedregoso. El bosque ribereño es abundante con algunos parches de herbazales y algunas plantaciones de tecas.

4.4.2 Parte Media (estación 2)

Se ubicó en la parte media del río agua arriba del poblado de la Peña, específicamente entre los 084109 de latitud norte y 795259 de longitud oeste. En esta sección el río corre sobre una depresión, tiene una gran pendiente, ancho de corriente de cuatro metros, fondo pedregoso con grandes rocas dentro del cauce, se forman remansos pequeños de hasta 50 cms de profundidad. El bosque ribereño tiene árboles y arbustos con alturas que oscilan entre los cinco y 15 ms. Restringido a una sección muy corta, detrás del bosque hay grandes extensiones de potreros.

4.4.3 Parte Alta (estación 3)

Ubicada entre las coordenadas geográficas 688968 de latitud norte y 959826 de longitud oeste, específicamente aguas arriba a pocos metros de la carretera que conduce a Chicá, dentro del Parque Nacional Campana. el río corre sobre una depresión con barrancos profundos de paredes rocosas. Tiene una gran pendiente , ancho de tres metros con fondo rocoso, forma pequeños remansos y pequeñas caídas de agua de fuerte corriente. el bosque ribereño es abundante formado por un bosque secundario maduro, esta estación esta cubierta con poca iluminación.

4.5 Río Camarón

4.5.1 Parte Baja (estación 1)

Esta estación se ubicó debajo del puente de la carretera Panamericana y aguas arriba de este aproximadamente unos cincuenta metros, específicamente entre las coordenadas geográficas 624393 N, 961772 W. En esta sección el río presenta una bifurcación producto de la unión con un pequeño tributario que baja de la parte este de Loma Campana con un fondo pedregoso, hay abundantes rocas sobre el lecho formando

pequeños remansos, alternados con corrientes de poca profundidad. Debajo del puente cambia el tipo de fondo para correr sus aguas sobre una roca en forma de laja para posteriormente formar un pequeño remanso de aguas quietas se observa abundante perifiton lo que permite que especies de peces y moluscos bentónicos se observaran alimentándose. El bosque ribereño es escaso solo hay una pequeña franja que luego es sustituida en la sección derecha por una plantación artificial de cedro y otras especies y en la sección izquierda por pastizales.

4.6 Río Capira

4.6.1 Parte Baja (estación 1)

Esta sección se ubicó en el puente que va a la playa camino a la Pita, específicamente entre las coordenadas geográficas 084751 de latitud norte y 795002 de longitud oeste. Aguas arriba de la unión con el río Perequeté esta sección del río se presenta con un cauce de aproximadamente diez metros de ancho, fondo rocoso con grandes rocas sobre el cauce, corriente moderada. Forma grandes remansos de más de un metro de profundidad. Bosque ribereño abundante con árboles de más de quince metros de altura. Con barrancos altos en algunas partes formados por rocas de más de tres metros de altura.

4.6.2 Parte Media (estación 2)

Ubicada entre las coordenadas geográficas 622743 de latitud norte y 964557 longitud oeste, específicamente en el puente de la carretera Panamericana a la altura de la comunidad de Campana. En esta sección el río tiene un ancho de cuatro metros, con fondo pedregoso arenoso se alternan corrientes y remansos de corriente moderada, con poca pendiente, los remansos tienen en el fondo abundante arena y profundidades de hasta treinta centímetros. El bosque ribereño es escaso lo forman una pequeña hilera de árboles, grandes, detrás de ellos todo el bosque ha sido sustituido por pastizales para ganadería. En la sección de corriente se observa las rocas cubiertas por la planta acuática del género *Maranthus* que sirve de refugio a una gran diversidad de fauna acuática.

4.6.3 Parte Alta (estación 3)

Ubicada cercana al nacimiento del río, en las coordenadas geográficas 618314 de latitud norte y 960341 de longitud oeste. En las faldas del cerro campana al noreste del Parque. Aguas abajo de la toma del acueducto rural de la comunidad de Sajalice y El Espavé. En esta sección el río tiene un ancho de dos metros, con una pendiente moderada, formando una corriente continua, con muy pocos remansos el fondo es pedregoso con grandes rocas sobre el cauce lo que produce pequeñas caídas de agua y una forma abrupta del cauce. Barrancos de tierra y rocas en algunas secciones con más de cinco metros de altura. El bosque ribereño es abundante, formado principalmente por un bosque secundario maduro. Con muy poca iluminación.

5.0 METODOLOGIA

5.1 Macroinvertebrados acuáticos

El monitoreo de la calidad del agua en función de los macroinvertebrados acuáticos consta de tres etapas:

5.1.1 Toma de datos en campo

- **Caracterización de las condiciones ambientales:** En cada estación o punto de muestreo se describen las condiciones medioambientales del momento de la colecta. Esta información esta contenida en un formulario de evaluación de campo (Anexo 1) que registra información como: condiciones climáticas al momento del muestreo, pendiente, ancho de cauce, profundidad, cobertura vegetal, tipo de sustrato y las condiciones del agua como olor y color. La recopilación de esta información nos permite interpretar mejor los resultados de las evaluaciones biológicas.
- **Colecta de macroinvertebrados acuáticos:** La colecta de macroinvertebrados acuáticos se realizó con una red D, empleando el método conocido como “Kiking”.



Figura 7 *Recolección de los macroinvertebrados acuáticos, utilizando el método Kiking*

El método de colecta implementado es el conocido como “KiKing” que no es mas que la

colocación de la red contra corriente y la remoción del sustrato con los pies, haciendo un recorrido de dos metros aproximadamente por un periodo de 2 minutos. La red se coloca en el sustrato contra corriente y se realiza la remoción del sustrato con los pies.

El material colectado es limpiado y separado de manera general en el campo y posteriormente es colocado en unos envases de plástico de 6 onz. con alcohol al 95% con su respectiva etiqueta y datos de la condición de muestreo. En cada estación o punto de muestreo se colectaron tres replicas. Ver figura 8



Figura 8 Técnica de separación y limpieza del material colectado en campo

5.1.2 Procesamiento de muestras en laboratorio

- **Identificación de Macroinvertebrados Acuáticos:** Para la identificación de los macroinvertebrados acuáticos se contó con un estereoscopio marca KONUS y las claves de Domínguez et al (1992 y 1994), Edmunds et al (1976), Flowers (1992), Merrit & Cummins (1996), Needham & Needham (1988), Pennak (1953), Roldán (1988 y 2003), Spangler & Santiago (1987), Usinger (1974) y Wiggins (1977).



Figura 9 Procesamiento e identificación de los macroinvertebrados acuáticos.

Una vez en el laboratorio los macroinvertebrados son separados primeramente con la ayuda de lupas con luz. Son sorteadas a nivel de orden y posteriormente son identificadas a nivel de familia empleando un estereoscopio marca Konus y claves taxonómicas varias.

5.1.3 Determinación de la calidad del agua y confección del mapa






Una vez identificados los especímenes se procedió con la aplicación del índice biótico BMWP modificado para Colombia por Roldan (2003). Este índice identifica un nivel de calidad de agua en función a un puntaje asignado a las familias de macroinvertebrados acuáticos (tabla 2 y 3).

Aunque este índice está modificado para su aplicación en esta región Neotropical en particular, consideramos que es prudente someter esta herramienta a prueba en nuestras condiciones particulares con miras a realizar la modificación pertinentes para su adecuación a Panamá. Una vez aplicado el índice se procedió con la confección del mapa de calidad de agua correspondiente.

Tabla 1 Valores de BMWP/Col (Roldan, 2003) para cada familia de macroinvertebrados acuáticos

Familias	Puntaje
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blephariceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae, Acari, Collembola	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemerae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcyidae, Xiphocentronidae	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae	7
Aeshnidae, Ancylidae, Corydalidae Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Pyralidae, Planorbidae Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae, Pleuroceridae, Curculionidae, Ephydriidae, Scarabidae	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae	3
Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Haplotaxida (Oligochaeta), Tubificidae	1

Tabla 2 Categorías de calidad de agua según el BMWP/Col (Roldan, 2003), con el significado y los colores para representaciones cartográficas

CLASE	CALIDAD	BMWP/COL	SIGNIFICADO	COLOR
I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias.	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas.	
III	Dudosa	36 – 60	Aguas moderadamente contaminadas.	
IV	Crítica	16 - 35	Aguas muy contaminadas.	
V	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas.	

5.2. Peces

5.2.1 Método de recolección de muestras

Los muestreos se realizaron en las estaciones establecidas previamente, para cada cuerpo de agua muestreado, localizados en el área de estudio que se extiende desde el río Chame hasta el río Capira. De acuerdo al tamaño de la cuenca y la longitud de los ríos, en algunos se establecieron dos estaciones en la cuenca media y baja y en las cuencas mas grandes se establecieron estaciones en la cuenca alta, media y baja. Para la captura de la fauna acuática, se utilizaron diversas artes de pesca. En las orillas de los cuerpos de agua y zonas de corriente moderada se utilizó chinchorros pequeños con malla de $\frac{1}{4}$ de plg, cubiertos con malla fina. En charcas abiertas con poca vegetación circundante y en zona de rápidos se utilizó atarrayas de lance, de 5 pies de diámetro de $\frac{1}{4}$ de pulgada de malla y en zonas someras, se utilizó un chinchorro de 3 m de largo de $\frac{1}{4}$ de pulgada de abertura de malla.



Figura 10 Técnica de recolección de muestras de peces, Cuenca Hidrográfica del Río Chame.

En la figura 10, se muestra una de las técnicas de colecta de peces, mediante la utilización de la atarraya. La foto muestra el momento en que el profesor García realiza el lanzamiento de la atarraya.

Los especímenes capturados se colocaron en bolsas plásticas de dos libras, preservándose con formalina al 10%, en adición a cada bolsa se le introdujo una etiqueta, en la cual se indicaba el sitio de colecta, fecha y colector responsable. Posteriormente todas las muestras, fueron colocados en tanques de plásticos de cinco galones, sellados y transportados a los laboratorios del Centro de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad de Panamá, para su posterior identificación, con ayuda de las claves taxonómicas de: Meek & Hildebrand (1916), Hildebrand (1938), Weschnath (1993) y Bussing (1998) Mendez (1981). Ver figura 11



Figura 11 Método de procesamiento del material recolectado en campo.

6.0 RESULTADOS

6.1 Macroinvertebrados acuáticos

En total se colectaron 3,420 individuos distribuidos en 45 familias de macroinvertebrados acuáticos. El listado general de familias registradas se presenta en la tabla 4 (ver anexo I).

Las familias de macroinvertebrados mas predominantes fueron Leptophlebiidae (15 %), Leptohiphidae (14 %), Hydropsychidae (13%), Philopotamidae (10%), Baetidae (9 %), Chironomidae (9%) y Simuliidae (7%). Estas familias representan el 76,45% del total de individuos colectados durante esta fase del estudio.

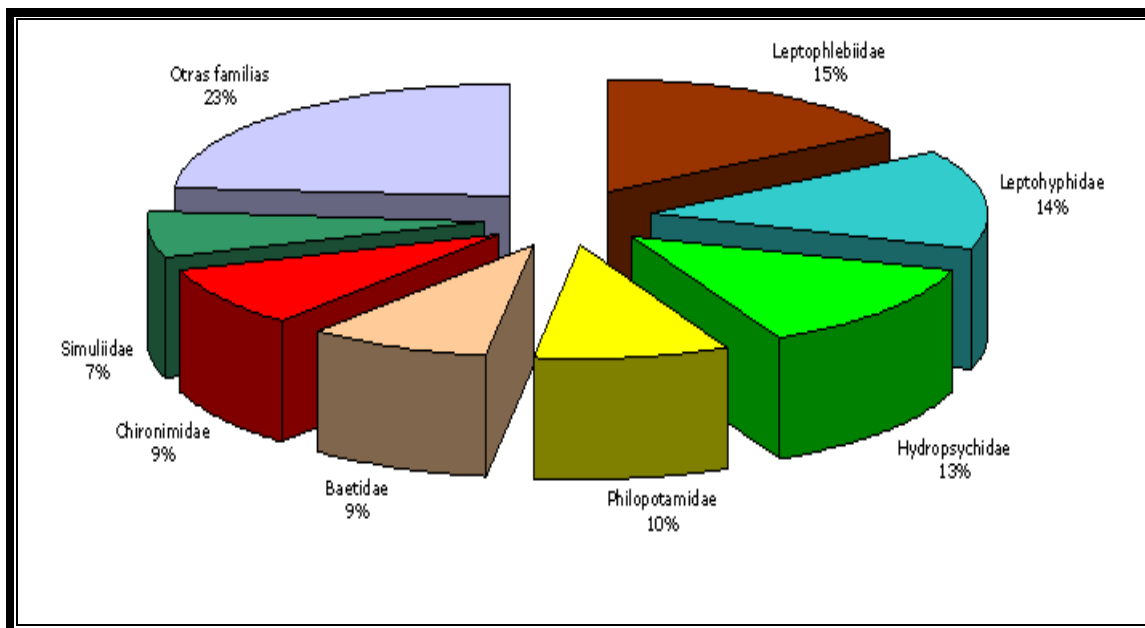


Figura 12 Grafica 1. Distribución porcentual de las familias de macroinvertebrados más representativas.

6.2 Resultados de la aplicación del BMWP/ COL (Roldan, 2003)

Con la aplicación del BMWP/COL se obtuvieron los siguientes resultados:

6.2.1 Río Chame

- **Parte Baja (Puente de la Interamericana):** Cuenta con una familia con puntuación 10 (10 puntos), una familia con puntuación 9 (9 puntos), dos familias con puntuación 8 (16 puntos), cuatro familias con puntuación 7 (28 puntos), una familia con puntuación 6 (6 puntos) para un total de 69 puntos.
- **Punto Media:** Cuenta con dos familias con puntuación 10 (20 puntos), tres familias con puntuación 9 (27 puntos), dos familias con puntuación 8 (16 puntos), cinco familias con puntuación 7 (35 puntos), tres familia con puntuación 6 (18 puntos), una familia con puntuación 5 (5 puntos), una familia con puntuación 4 (4 puntos), una familia con puntuación 3 (3 puntos) y una familia con puntuación 2 (2 puntos) para un total de 130 puntos.
- **Parte Alta, (Las Filipinas):** cuenta con cuatro familias con puntuación 10 (40 puntos), una familia con puntuación 9 (9 puntos), dos familias con puntuación 8 (16 puntos), 5 familias con puntuación 7 (35 puntos), 2 familias con puntuación 6 (12 puntos), una familia con puntuación 5 (5 puntos) y una familia con puntuación 3 (3 puntos) para un total de 120 puntos.

6.2.2 Quebrada la Mona

- **Parte baja:** Puente de la Interamericana: cuenta con cuatro familias con puntuación 10 (40 puntos), cuatro familias con puntuación 9 (36 puntos), dos familias con puntuación 8 (16 puntos), seis familias con puntuación 7 (42 puntos), dos familias con puntuación 6 (12 puntos), tres familias con puntuación 5 (15

puntos), una familia de puntuación 3 (3 puntos) y una familia de puntuación 2 (2 puntos) para un total de 166 puntos.

6.2.3 Río Lagarto

- **Parte Baja:** Puente de la Interamericana: cuenta con dos familias con puntuación 10 (20 puntos), tres familias con puntuación 9 (27 puntos), una familia con puntuación 8 (8 puntos), siete familias con puntuación 7 (49 puntos), dos familias con puntuación 6 (12 puntos), dos familias con puntuación 5 (10 puntos), una familia con puntuación 4 (4 puntos) y tres familias con puntuación 3 (9 puntos) para un total de 139 puntos.

6.2.4 Río Sajalices

- **Punto Baja, (Puente en la Interamericana),** cuenta con una familia con puntuación 10 (10 puntos), tres familias con puntuación 9 (27 puntos), dos familias con puntuación 8 (16 puntos), seis familias con puntuación 7 (42 puntos), dos familias con puntuación 6 (12 puntos) y una familia con puntuación 2 (2 puntos) para un total de 109 puntos.
- **Punto Media, (Cercana a la Escuela de Sajalices),** cuenta con dos familias con puntuación 10 (20 puntos), tres familias con puntuación 9 (27 puntos), dos familias con puntuación 8 (16 puntos), cinco familias con puntuación 7 (35 puntos), dos familia con puntuación 6 (12 puntos) y una familia con puntuación 3 (3 puntos) para un total de 113 puntos.
- **Parte Alta, (Parque Nacional Altos de Campana),** cuenta con tres familias con puntuación 10 (30 puntos), tres familias con puntuación 9 (27 puntos), dos familias con puntuación 8 (16 puntos), cuatro familias con puntuación 7 (28 puntos), dos familias con puntuación 6 (12 puntos), una familia con puntuación 5 (5 puntos) y una familia con puntuación 2 (2 puntos) para un total de 120 puntos.

6.2.5 Río Camarón

- **Parte Baja, (Puente de la Interamericana),** cuenta con tres familias con puntuación 10 (30 puntos), dos familias con puntuación 9 (18 puntos), tres familias con puntuación 8 (24 puntos), seis familias con puntuación 7 (42 puntos), una familia con puntuación 4 (4 puntos), dos familias con puntuación 3 (6 puntos) y una familia con puntuación 2 (2 puntos) para un total de 144 puntos.

6.2.6 Río Capira

- **Parte Baja, (Puente de la Pita):** cuenta con dos familias con puntuación 10 (20 puntos), 2 familias con puntuación 9 (18 puntos), 1 familias con puntuación 8 (8 puntos), 5 familias con puntuación 7 (35 puntos), 2 familias con puntuación 6 (12 puntos), una familia con puntuación 5 (5 puntos), una familia con puntuación 3 (3 puntos) y una familia con puntuación 2 (2 puntos) para un total de 103 puntos.
- **Punto Media, (Puente de la Carretera Panamericana):** cuenta con una familia con puntuación 10 (10 puntos), 2 familias con puntuación 9 (18 puntos), 1 familias con puntuación 8 (8 puntos), 7 familias con puntuación 7 (49 puntos), una familia con puntuación 6 (6 puntos), una familia con puntuación 5 (5 puntos), una familia

con puntuación 3 (3 puntos) y una familia con puntuación 2 (2 puntos) para un total de 101 puntos.

- **Parte Alta, (Parque Nacional Altos de Campana):** cuenta con 3 familias con puntuación 10 (30 puntos), 3 familias con puntuación 9 (27 puntos), 1 familias con puntuación 8 (8 puntos), 5 familias con puntuación 7 (35 puntos), 2 familias con puntuación 6 (12 puntos), 2 familias con puntuación 3 (6 puntos) y una familia con puntuación 2 (2 puntos) para un total de 120 puntos.

De acuerdo al cuadro tabla 5, los puntos evaluados corresponden a la calidad de agua clase I, es decir, buena calidad de agua o aguas muy limpias y es identificado con la coloración azul, a excepción del punto ubicado en la parte Baja del río Chame, que fue el único que presentó calidad de agua clase II, es decir, aguas ligeramente contaminadas y representado por la coloración verde. La tabla 5 resume los resultados de la aplicación del índice en los ríos evaluados. En el anexo 2 se incluye un mapa con la ubicación de los puntos de muestreo con la correspondiente coloración, según la aplicación del BMWP/COL.

Tabla 3 Resultados obtenidos con la aplicación del índice BMWP/Col (Roldan, 2003)

Río/Qda	Pto	Puntaje BWP/Col	Clase	Significado BMWP/Col.	Calidad	Color
Río Chame	PB	69	II	Aguas ligeramente contaminadas	Aceptable	Verde
	PM	130	I	Aguas muy limpias a limpias	Buena	Azul
	PA	120	I	Aguas muy limpias a limpias	Buena	Azul
Q. La Mona	PB	166	I	Aguas muy limpias a limpias	Buena	Azul
Río Lagarto	PB	139	I	Aguas muy limpias a limpias	Buena	Azul
Río Sajalices	PB	109	I	Aguas muy limpias a limpias	Buena	Azul
	PM	113	I	Aguas muy limpias a limpias	Buena	Azul
	PA	120	I	Aguas muy limpias a limpias	Buena	Azul
Río Camarón	PB	144	I	Aguas muy limpias a limpias	Buena	Azul
Río Capira	PA	105	I	Aguas muy limpias a limpias	Buena	Azul
	PM	103	I	Aguas muy limpias a limpias	Buena	Azul
	PB	131	I	Aguas muy limpias a limpias	Buena	Azul

6.3 Peces

Durante los muestreos de campo realizados en el área de estudio se colectaron ocho familias y 12 especies de peces de agua dulce.

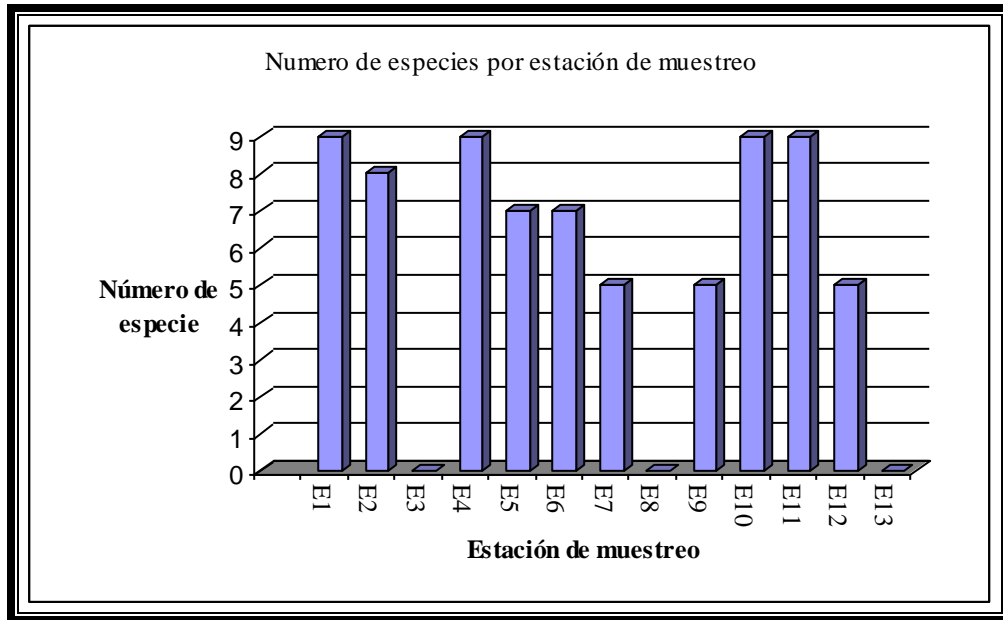


Figura 13 Número de especies de peces por estación de muestreo

De estas especies la sardina *Astyanax ruberrimus* es la que se encuentra en mayor abundancia en todos los cuerpos de agua muestreados, de igual forma en orden de abundancia encontramos a el chogorro *Aequidens coeruleopunctatus* de la familia Cichlidae, el parivivo *poecilia gilli* de la familia Poeciliidae y la guabina *Gobiomorus maculatus*, otras especies presentes son el barbudo *Rhamdia guatemalensis* la lisa *Agonostomus monticola*. De igual forma se colectaron con menor presencia especies como *Gephyrocharax intermedius*, *Roeboides guatemalensis*, *Eleotris picta* y *Sicidium salvini* entre otros La distribución por estación de muestreo y cuerpos de agua se presenta en la tabla 6.

La grafica 3 nos muestra la distribución de las especies por ríos donde observamos que la mayor abundancia de especie la encontramos en el río Chame con 10 , el Bejuco y Capira con nueve, el Lagarto y La mona con siete y el Sajalice y Camarón con cinco respectivamente

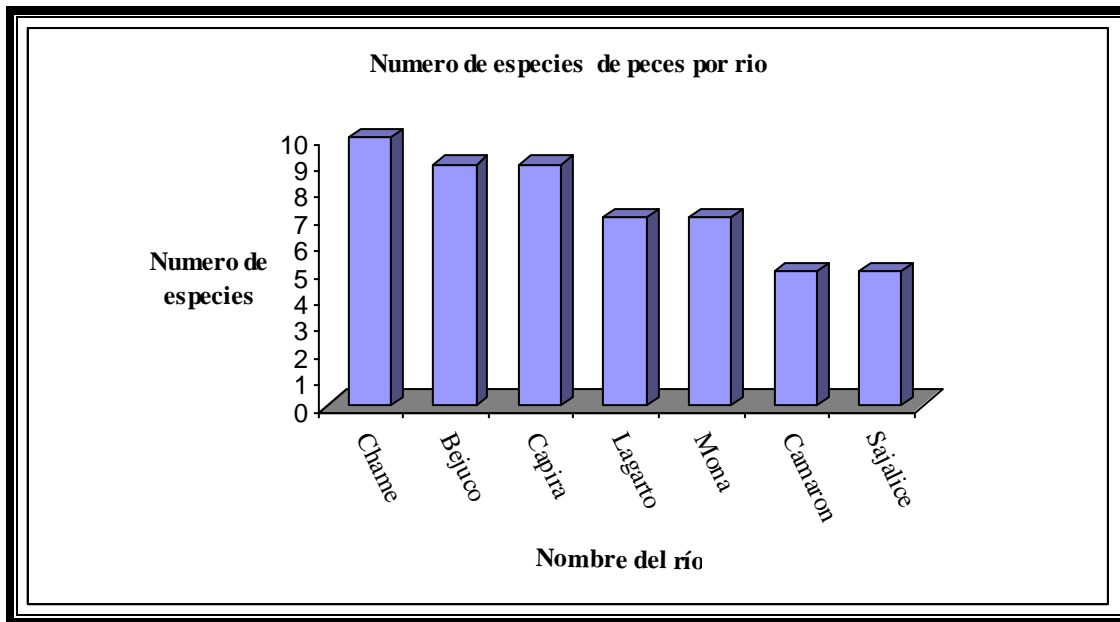


Figura 14 Número de especies de peces por ríos

Con respecto a la presencia de crustáceos y moluscos. De los crustáceos se colectó una especie de cangrejo de río *Pseudothelphusa* sp. Dos especies de *Macrobrachium* : *Macrobrachium tenellum* y *Macrobrachium americanum* y una especie de la familia atyidae del genero *Atya* sp presentes principalmente en la cuenca alta de los ríos muestreados. Se registraron tres especies de moluscos, dos gasterópodos: *Pomacea zeteki* y *Melanooides tuberculata* y una especie de Pelicipoda, la almeja de río *Polymesoda nicaraguana*. En la tabla 7 se presenta estas especies por estación de muestreo.

7.0 ANEXOS

Anexo 1 Número de individuos encontrados por tramos en cada uno de los ríos evaluados

familias de Macroinvertebrados	CHA			MON	LAG	SAJ			CAM	CAP			TOTAL
	PB	PM	PA	PB	PB	PB	PM	PA	PB	PB	PM	PA	
LEPTOPHLEBIIDAE	18	102	3	82	126	27	18	30	29	25	52	29	541
LEPTOHYPHIDAE	67	93	11	25	65	22	1	24	16	48	95	16	483
BAETIDAE	15	40	2	32	40	10	31	6	21	48	48	5	298
HEPTAGENIIDAE									2				2
EUTHYPLOCIIDAE				18								11	29
COENAGRIONIDAE	6	18	1	12	13	16	8	1	24	1	13	14	127
LIBELLULIDAE	6	1		1	3			4	1			2	18
CALOPTERYGIDAE									1		3		4
POLYTHORIDAE								1				2	3
GOMPHIDAE	2												2
MEGAPODAGRIONIDAE			1										1
PERLIDAE			1		2		1	2	2	1		1	10
CORYDALIDAE		3				1	6		3	2			15
NAUCORIDAE						1							1
VELIIDAE	1												1
GERRIDAE									1				1
MESOVELIIDAE				1									1
ELMIDAE		21	2	1	2	6	5	18	2	3	14	11	85
PSEPHENIDAE		20	1	41	4	10	9		1	2	4	1	93
PTILODACTYLIDAE			3	1				21				24	49
DRYOPIDAE											1		1
HYDROPSYCHIDAE		33	13	105	65	10	9	23	18	41	86	36	439
HYDROPTILIDAE				7	9	5							21
GLOSSOSOMATIDAE		1		2									3
LEPTOCERIDAE				3									3
PHILOPOTAMIDAE		3		61	109	36	7	9	32	13	55	2	327
HYDROBIOSIDAE		4					1	1					6
PYRALIDAE		3	1					2		1	15		22
SIMULIIDAE		12	12	1		2	5	65	8	115	3	7	230
CHIRONOMIDAE	9	7		20	158	12	19	11	11	4	19	27	297
TIPULIDAE		4		2	1	3		1	3			7	21
BLEPHAROCERIDAE			1										1
TABANIDAE					1								1
EMPIDIDAE		1											1
DOLYCOPODIDAE					1				1				2
PSYCHODIDAE					2		3						5
CERATOPOGONIDAE					2				1	1		6	10
PALAEONIDAE	1	2	2	14	45				5				69
PSEUDOTELPHUSIDAE			1										1
PLANARIIDEA							2		8	1	4	2	17
AMPULLARIIDAE				6	19	1							26
LYMNAEIDAE		1		28	6								35
PHYSIDAE											83		83
ANCYLIDAE				1									1
PLANORBIDAE				20	14								34
sub-total	125	369	55	484	687	162	125	219	190	306	495	203	3420

Leyenda:

CHA: Río Chame

MON. Río La Mona

LAG: Río Lagarto

SAJ: Río Sajalices

CAM: Río Camarón

CAP: Río Capira.

PA: Cuenca Alta

PB: Cuenca Baja

PM: Cuenca media

Tabla 4 Distribución de las especies de peces por sitios de muestreo

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	Cha			B	M	L	Sa	C			Cap		
			P	P	P	e	o	a	j	a	m	P	P	P	
			B	M	A	j	n	g				B	M	A	
Characidae	<i>Astyanax ruberrimus</i> (Eigenman,1913)	Sardina	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	<i>Gephyrocharax intermedius</i> Meek & Hildebrand 1916	Sardinita	*	*		*	*	*							
	<i>Roeboides guatemalensis</i> (Günther 1864)	Chovecha		*											
Curimatidae	<i>Cyphocharax magdalenae</i> , Steindachner, 1879	Sardina mana				*									
Cichlidae	<i>Aequidens coeruleopunctatus</i> (Kner & Steindachner, 1863)	Chogorro	*	*		*	*	*	*		*	*	*		
Mugilidae	<i>Agonostomus monticola</i> (Branfort 1836)	Lisa	*	*				*	*			*	*		
Pimelodidae	<i>Rhamdia guatemalensis</i> (Günther 1864)	Barbudo	*	*		*	*	*				*			
Poeciliidae	<i>Poecilopsis elongata</i> (Günther, 1866)	Parivivo	*			*	*	*				*			
	<i>Poecilia gilli</i> (Kner & Steindachner, 1863)	Parivivo	*	*		*	*	*	*		*	*	*		
Gobiidae	<i>Sicidium salvini</i> (Grant, 1884)	Chupapiedra									*	*			
Eleotridae	<i>Gobiomorus maculatus</i> (Günther, 1859)	Guabina	*	*		*	*	*	*		*	*	*		
	<i>Eleotris picta</i> (Kner & Steindachner, 1863)	Guabina	*			*	*					*			

Leyenda:

CHA: Río Chame
 BEJ. Río Bejuco
 MON. Río La Mona
 LAG: Río Lagarto
 SAJ: Río Sajalices
 CAM: Río Camarón
 CAP: Río Capira.
 PA: Cuenca Alta
 PB: Cuenca Baja
 PM: Cuenca media

Tabla 5 Distribución de las especies de crustáceos y moluscos por sitios de muestreo

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	Cha			B	M	L	Sa	C	Cap				
			P	P	P	j	n	a	j	a	m	B	M	A	
			B	M	A	M	M	M	B	M	A	M	B	M	A
Palaemonidae	<i>Macrobrachium americanum</i>	Camarón rayado		*	*		*					*		*	
	<i>Macrobrachium tenellum</i>	Camarón blanco	*	*	*	*	*	*				*	*	*	*
Pseudothelphusidae	<i>Pseudohelphusa sp.</i>	Cangreja de río			*					*					*
Atyidae	<i>Atya sp</i>	Marucha o burrita		*	*		*		*	*	*			*	*
Moluscos															
Pillidae	<i>Pomacea zateki</i>	Caracol		*			*							*	
	<i>Malanoides tuberculata</i>	Caracol	*	*		*	*				*		*	*	
Pelecipoda	<i>Polymesoda nicaraguana</i>	Almeja de río	*				*								

Leyenda:

CHA: Río Chame
 BEJ. Río Bejuco
 MON. Río La Mona
 LAG: Río Lagarto
 SAJ: Río Sajalices
 CAM: Río Camarón
 CAP: Río Capira.
 PA: Cuenca Alta
 PB: Cuenca Baja
 PM: Cuenca media

