



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Tema de la Tesis

**“BIOMONITOREO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE
AGUA DE LOS ESTEROS VALENCIA, AGUAS BLANCAS Y EL
MUERTO EN EL CANTÓN VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS”**

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Autor:

WALTER JOSE RODRIGUEZ PACHECO

Director de Tesis

DR. WILLS FLOWERS

Quevedo – Ecuador.

2013

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **WALTER JOSÉ RODRÍGUEZ PACHECO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. _____

Walter José Rodríguez Pacheco

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, **WILLS FLOWERS**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado **WALTER JOSÉ RODRÍGUEZ PACHECO**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL de grado titulada “**BÍOMONITOREO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CÁLIDAD DE AGUA DE LOS ESTEROS VALENCIA, AGUAS BLANCAS Y EL MUERTO EN EL CANTÓN VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS**”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

.....

Dr. Wills Flowers

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL.

Aprobado:

Ing. Washington Mora S.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Carolina Tay-Hing C.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS
TESIS

Ing. Rafael Gárces E.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2013

AGRADECIMIENTO

Empezare por agradecerle, como todos los días a Dios, porque él nos permite que día a día podamos luchar por las cosas que nosotros queremos, luego agradecer a mi hermosa familia a mi padre, mi madre, mis hermanos, mis abuelas, mi abuelo, mis tías, mi tío por permitirme ser parte de ellos y darme todo ese apoyo incondicional que me han dado.

A mis compañeros de la universidad muchas gracias a los 60 que éramos en primer año y a los que pudimos culminar con éxitos esta carrera, Karla, Ángel, Vladimir, Shirley, Emilio, Alexandra, Marco, Oscar, Eduardo, Félix, Andrea, Jennifer, Ronald y Adriana ya que con ellos compartimos muchas anécdotas e intercambiamos conocimiento en cada una de nuestras clases y vivimos como una verdadera familia.

A los Ingenieros Antonio Veliz, Gary Ramírez, Darwin Salvatierra y demás docentes que aportaron a mi formación profesional.

A la Ingeniera Norma Guerrero, muchas gracias por sus consejos y gracias por sus conocimientos compartidos.

A mi director de tesis, Dr. Wills Flowers por su dedicación e interés en ayudarme en la elaboración de este documento.

Al Ing. Jorge Neira y a la Ing. Adriana Bonifaz por colaborarme con el laboratorio.

Al equipo de monitoreo Eduardo Andrade, Oscar Morán, Andrés Vera, Rommel Chichande, Idita Moncayo, y a mi gran amigo y compañero Marco Mena por su apoyo incondicional.

A las Ingenieras Carolina Tay-Hing y Francisca Contreras, por su ayuda mutua para que yo pueda culminar con éxitos este logro.

A Carlos Carrera, por su ayuda con el sistema de información geográfica.

Al Ing. Washington Mora por su colaboración en el laboratorio de microbiología.

DEDICATORIA

Primeramente al creador de todo, a nuestro Dios, luego a mi hermosa familia a mi padre Walter Rodríguez Reyes que fue un pilar fundamental en la obtención de este logro tan importante en mi vida, a mi madre Ángela Pacheco que con sus empujes a salir adelante y así poder conseguir lo que yo me proponga, a mi hermano Gregorio Rodríguez ya que de una u otra manera incentivaron al seguir en esta carrera y a mi hermanita Johana Rodríguez mi Guambra que siempre nos incentiva a seguir adelante y obtener todos los éxitos en la vida, a MI HERMOSA FAMILIA VA DEDICADO ESTE TRIUNFO EN MI VIDA, LOS AMO.

GRACIAS POR EXISTIR!!!

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
TRIBUNAL DE TESIS.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
CAPITULO I. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1	Introducción..... 2
1.2	Objetivos..... 4
1.2.1	General..... 4
1.2.2	Específicos..... 4
1.3	Hipótesis..... 4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	
2.1.1	Ecosistema Acuático..... 6
2.1.2	Diversidad de Ecosistemas Acuáticos..... 6
2.1.2.1	Hábitats Lenticos..... 6
2.1.2.2	Hábitats Loticos..... 7
2.1.3	Parámetros Físicos, Químicos y Biológicos del Agua..... 7
2.1.3.1.	Parámetros Físicos del Agua..... 7

2.1.3.2	Parámetros Químicos del Agua.....	8
2.1.3.2.1	Oxígeno Disuelto.....	8
2.1.3.2.2	Sólidos Disueltos Totales.....	9
2.1.3.2.3	Conductividad Eléctrica.....	9
2.1.3.3	Indicadores Biológicos de a Calidad de Agua.....	9
2.1.3.3.1	Índices Bióticos.....	10
2.1.3.3.1.1	Índice BMWP-Cr.....	10
2.1.3.3.1.2	Índice IBF-Sv.....	10
2.1.4	Biomonitoreo Acuático.....	11
2.1.4.1	Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores para la Calidad de Agua.....	11
2.1.4.2	Biología de los Macroinvertebrados.....	12
2.1.5	Características de los Órdenes de Macroinvertebrados Acuáticos.....	12
2.1.5.1	Ephemeroptera.....	12
2.1.5.2	Odonata.....	13
2.1.5.2.1	Suborden Zygoptera.....	13
2.1.5.2.2	Suborden Anysoptera.....	13
2.1.5.3	Hemiptera.....	13
2.1.5.4	Coleoptera.....	14
2.1.5.5	Tricoptera.....	14
2.1.5.6	Díptera.....	15
2.1.5.6.1	Suborden Nematóceras.....	15
2.1.5.7	Mollusca Gastropoda.....	15

CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Materiales v Métodos.....	17
-----	---------------------------	----

3.1.1.2	Materiales de Oficina.....	17
3.1.2	Método.....	18
3.1.2.1	Escenario para la medición de variables.....	18
3.1.2.2	Localización del Área de Estudio.....	18
3.1.2.3	Análisis de Datos.....	20
3.2	Tipo de Investigación.....	21
3.3	Población y Muestra.....	22
3.3.1	Población.....	22
3.3.1	Muestra.....	23

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados.....	24
4.1.1	Características Físicas y Químicas de los Esteros Estudiados.....	24
4.1.1.1	Oxígeno Disuelto.....	24
4.1.1.2	Sólidos Disueltos Totales.....	24
4.1.1.3	Conductividad Eléctrica.....	25
4.1.1.4	Potencial de Hidrogeno.....	25
4.1.1.5	Temperatura.....	26
4.1.2	Macroinvertebrados Identificados a Nivel de Orden y Familias encontrados en los Esteros en Estudio.....	26
4.1.2.1	Macroinvertebrados Identificados en el estero Valencia.....	26
4.1.2.2	Macroinvertebrados Identificados en el estero Aguas Blancas.....	30
4.1.2.3	Macroinvertebrados Identificados en el Estero El Muerto.....	32
4.1.3	Calculo de los Índices Bióticos para determinar la Calidad de Agua de los Esteros en Estudio.....	35
4.1.3.1	Valores de la Aplicación de los Índices Bioticos	9

4.1.3.2	Índice IBF-Sv.....	41
4.1.3.2.1	Promedio de la Calidad de agua de los Esteros por secciones Aguas Arriba y Aguas Abajo, Aplicando el Índice IBF-Sv.....	41
4.1.3.2.2	Calidad de agua de los Esteros en estudio, según el Índice IBF-Sv.....	42
4.1.3.3	Índice BMWP-Cr.....	44
4.1.3.3.1	Promedio de la Calidad de agua de los Esteros por secciones Aguas Arriba y Aguas Abajo, Aplicando el Índice BMWP-Cr.....	44
4.1.3.3.2	Calidad de agua de los Esteros en estudio, según el Índice BMWP-Cr.....	46
4.2	Discusión.....	47
4.2.1	Parámetros Físicos y Químicos de los Esteros Monitoreados.....	47
4.2.2	Macroinvertebrados Identificados a nivel de Orden y Familia encontrados en los Esteros en Estudio.....	48
4.2.3	Calidad de agua de los Esteros en estudio.....	50
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
5.1	Conclusiones.....	54
5.2	Recomendaciones.....	55
CAPITULO VI. BIBLIOGRAFIA		
6.1	Literatura Citada.....	58
CAPITULO VII. ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características Edafoclimáticas de la Zona de Valencia.....	18
Tabla 2.	Puntaje para las familias identificadas en Costa Rica.....	62
Tabla 3.	Clasificación de la calidad del agua en función del puntaje total Obtenido BMWP-Cr.....	63
Tabla 4.	Puntaje para las Familias identificadas en el Salvador IBF-SV.....	63
Tabla 5.	Evaluación de la Calidad del Agua Usando el IBF-Sv.....	63
Tabla 6.	Medias Estadísticas de Oxígeno Disuelto en los Esteros estudiados, Valencia – 2012.....	24
Tabla 7.	Medias Estadísticas de Sólidos Totales Disueltos en los Esteros estudiados, Valencia – 2012.....	24
Tabla 8.	Medias Estadísticas de Conductividad Eléctrica en los Esteros estudiados, Valencia – 2012.....	25
Tabla 9.	Medias Estadísticas de Potencial de Hidrógeno en los Esteros estudiados, Valencia – 2012.....	25
Tabla 10.	Medias Estadísticas de Temperatura en los Esteros estudiados, Valencia – 2012.....	26
Tabla 11.	Número de Individuos encontrados en la Estación aguas Arriba del Estero Valencia. Valencia – 2012.....	27
Tabla 12.	Número de Individuos encontrados en la Estación Aguas Abajo del Estero Valencia. Valencia – 2012.....	28
Tabla 13.	Número de Individuos encontrados en la Estación Aguas Arriba del Estero Aguas Blancas Valencia – 2012.....	29
Tabla 14.	Número de Individuos encontrados en la Estación Aguas Abajo del Estero Aguas Blancas. Valencia – 2012.....	30

Tabla 15.	Número de Individuos encontrados en la Estación Aguas Arriba del Estero El Muerto. Valencia – 2012.....	31
Tabla 16.	Número de Individuos encontrados en la Estación Aguas Abajo del Estero El Muerto. Valencia – 2012.....	33
Tabla 17.	Valores del índice IBF-SV en los esteros Valencia, Aguas Blancas y El Muerto. Valencia – 2012.....	40
Tabla 18.	IBF-Sv Calidad de agua de los estero por secciones, Aguas arriba y abajo.....	41
Tabla 19.	Calidad de agua de los esteros según el índice IBF-SV. Valencia – 2012.....	42
Tabla 20.	Valores del índice BMWP-Cr en los esteros Valencia, Aguas Blancas y El Muerto. Valencia – 2012.....	43
Tabla 21.	BMWP-Cr Calidad de agua de los estero por secciones, Aguas arriba y abajo.....	44
Tabla 22.	Calidad de agua de los esteros según el índice BMWP-Cr. Valencia – 2012.....	45
Tabla 23.	Rangos de concentración de Oxígeno disuelto y consecuencias ecosistémicas.....	64
Tabla 24.	Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.....	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Composición de la fauna bentónica en la Estación Aguas Arriba del estero Valencia. Valencia – 2012.....	28
Gráfico 2.	Composición de la fauna bentónica en la Estación Aguas Abajo del estero Valencia. Valencia – 2012.....	30
Gráfico 3.	Composición de la fauna bentónica en la Estación Aguas Arriba del estero Aguas Blancas. Valencia – 2012.....	31
Gráfico 4.	Composición de la fauna bentónica en la Estación Aguas Abajo del estero Aguas Blancas. Valencia – 2012.....	32
Gráfico 5.	Composición de la fauna bentónica en la Estación Aguas Arriba del estero El Muerto. Valencia – 2012.....	33
Gráfico 6.	Composición de la fauna bentónica en la Estación Aguas Abajo del estero El Muerto. Valencia – 2012.....	35
Gráfico 7.	Calificaciones obtenidas de la aplicación de los índices IBF-Sv y BMWP-Cr, por semana en el Estero Valencia – 2012.....	36
Gráfico 8.	Calificaciones obtenidas de la aplicación de los índices IBF-Sv y BMWP-Cr, por semana en el Estero Aguas Blancas – 2012.....	38
Gráfico 9.	Calificaciones obtenidas de la aplicación de los índices IBF-Sv y BMWP-Cr, por semana en el Estero El Muerto – 2012.....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Tablas de Puntuaciones de los Índices Métricos.....	62
Anexo 2.	Mapas de Ubicación.....	66
Anexo 3.	Macroinvertebrados Acuáticos Presentes en los Esteros Estudiados.....	68

RESUMEN

La presente investigación se realizó entre los meses de Noviembre y Diciembre del 2012, tomando como objetos de estudio a los esteros Valencia, El Muerto y Aguas Blancas que se encuentran ubicados en el cantón Valencia provincia de Los Ríos.

El objetivo principal de la investigación, fue realizar biomonitoreos acuáticos para evaluar la calidad de agua de los esteros estudiados, para ellos se recolectaron en los tres esteros las comunidades de macroinvertebrados con una red t “D”, los individuos fueron separados con pinzas y colocados en recipientes debidamente rotulados para su posterior identificación en el laboratorio. La identificación de los macroinvertebrados se realizó a nivel de orden y familia ya que para aplicar los índices bióticos solo se necesita llegar hasta nivel de familia.

Al momento de obtener los resultados, las muestras de agua fueron analizadas para pH, Oxígeno disuelto, Conductividad, Solidos Disueltos Totales y Temperatura; para la identificación de los macroinvertebrados, fueron utilizados los índices BMWP-Cr y el IBF-Sv-2010 y aplicados en los tres esteros.

Según los resultados de la recolección de los Insectos, el orden Gastropoda y Odonata fueron los más representativos en el estero Valencia. Por otra parte, el orden Díptera, Odonata y Gastropoda aparecen con mayor número de individuos en el estero Aguas Blancas. Mientras tanto el orden Ephemeroptera fue el de mayor porcentaje en el estero El Muerto.

Según la determinación de la calidad de agua de la aplicación del índice IBF-Sv, determina que para el estero “Valencia” recibe una calificación de “Regular-pobre”, con el grado de contaminación “Probable contaminación considerable”,

mientras tanto para el estero “Aguas Blancas” una calificación de “Pobre”, con el grado de contaminación “Probable contaminación muy considerable”, y el estero “El Muerto” de “Regula-Pobre”, con el grado de contaminación “Probable contaminación considerable”.

Para el índice BMWP-Cr, el estero “Valencia”, recibe una calificación de “Aguas de calidad mala, muy contaminada”, el estero “Aguas Blancas” una calificación de “Aguas de calidad mala, muy contaminada”, y para el estero “El Muerto” de “Aguas de calidad mala, muy contaminada”.

ABSTRACT

This study was undertaken between November and December 2012 of the streams Estero Valencia, Estero El Muerto and Estero Aguas Blancas, located in Cantón Valencia, Los Ríos Province.

The principal objective of the study was to evaluate the water quality of these streams using biomonitoring protocols. Macroinvertebrates were collected from two points on each of the three streams using a "D net" from which individuals were separated and transported to the laboratory for identification to order and family.

Water quality was calculated using the indices BMSP-Cr and the IBF-Sv-2010 for all three streams.

At the time of obtaining the results the water samples were analyzed for pH, dissolved oxygen, conductivity, total dissolved, solids, and temperature to identify the macroinvertebrates.

According to the results of the collection of Insects, Odonata order and Gastropoda were the most representative in the estuary Valencia. Moreover, the order Diptera, Odonata and Gastropoda appear more number of individuals in the estuary Aguas Blancas. Meanwhile Ephemeroptera was the highest percentage in the estuary The Dead.

According to the determination of water quality application-Sv IBF index, determined that for the estuary "Valencia" receives a rating of "Fair-poor", with the degree of contamination "Likely significant contamination" while both the estuary "Aguas Blancas" a rating of "Poor", with the degree of contamination "Probable considerable pollution" and the estuary "the Dead" from "Regula-poor", with the degree of contamination "Likely significant pollution".

For index-Cr BMWP the estuary "Valencia", receives a rating of "poor quality waters, heavily polluted" the creek "Aguas Blancas" a rating of "poor quality

waters, heavily polluted", and to the estuary "The Dead" from "poor quality waters, heavily polluted".

I. (Dublin Core) Esquema de Codificación			
1.	Título / Title	M	Biomonitoreo para la evaluación de la calidad de agua de los esteros Valencia, Aguas Blancas y el Muerto en el cantón Valencia provincia de Los Ríos
2.	Creador/ Creator	M	Rodríguez, W.; Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
3.	Materia / Subject	M	Ciencias Ambientales; Calidad del agua; mediante la utilización de métodos biológicos.
4.	Descripción / Description	M	La presente investigación se realizó en el cantón Valencia, provincia Los Ríos, el objetivo principal de la misma consistió en realizar biomonitoreos para la evaluación de la calidad de agua de los esteros Valencia, Aguas Blancas y el Muerto , el objetivo principal fue: Evaluar la calidad de agua de los esteros (Valencia, Aguas Blancas, El Muerto) en base al biomonitoreo. Los resultados de la calidad de agua de los esteros en estudios presentaron a los tres esteros con un alto grado de contaminación y mostrando al estero Aguas Blancas como el de mayor grado de contaminación en referencia de los estero el Muerto y valencia. Los macroinvertebrados resultaron ser un indicador de la calidad de agua de los esteros, son metodologías de muy fácil aplicación y muy confiables.
5.	Editor / Publisher	M	AMB; Carrera Gestión Ambiental; Rodríguez, W.
6.	Colaborador / Contributor	O	Ninguno
7.	Fecha / Date	M	26-11-2013
8.	Tipo / Type	M	Tesis de Grado; Artículo
9.	Formato / Format	R	.doc. MS Word 2010; .pdf.
10.	Identificador / Identifier	M	http://biblioteca.uteq.edu.ec
11.	Fuente / Source	O	Investigación Ambiental. Bioindicadores de la calidad de agua (2013)

12	Lenguaje / Languaje	M	Español
13	Relación / Relation	O	Ninguno
14	Cobertura / Coverage	M	UTM 683864 ; E – 9894203N UTM 681653 ; E – 9894386N UTM 678538 ; E – 9894040N UTM 678159 ; E – 9894289N UTM 683529 ; E – 9895822N UTM 680311 ; E – 9895750N
15	Derechos / Rights	M	Ninguno
16	Audiencia / Audience	O	Tesis de Pregrado/ Bachelor Thesis

CAPITULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Las metodologías de estudio y seguimiento de la calidad de las aguas, están basadas casi exclusivamente en análisis físico-químicos y microbiológicos. El gran incremento de nuevos productos contaminantes, así como el hecho de que los vertidos son, generalmente puntuales en el tiempo, necesita de nuevas metodologías. Las técnicas que utilizan a los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua han demostrado su total eficacia en la detección de puntos de alteración y en el cartografiado de la calidad de las aguas, (Alba-Tercedor, citado por Chávez y Orantes, 2010).

Los ecosistemas acuáticos continentales (lóticos y lénticos), más que ningún otro ecosistema, son los que han sufrido más los impactos causados por la actividad humana en las últimas décadas. Los desechos industriales y domésticos de una población cada vez creciente, tienen como destino final los ríos, y en último término, el mar. La fauna de muchos ríos del mundo ha desaparecido o se ha visto sustancialmente reducida por estos motivos. La construcción de represas, bien sea para proyectos hidroeléctricos, suministros de agua o control de inundaciones, ha causado impactos, no solamente en el campo de la biología y ecología de los mismos ríos (pérdida de hábitad, nichos, freno a la migración de peces y otros), sino también, en el campo social y económico, por la reubicación de poblaciones y desplazamiento de las personas a otros lugares en perjuicio de su forma de vida y pérdida de sus propias tradiciones culturales, (Guerrero, 2009).

Los métodos biológicos para determinar la calidad del agua han sido usados en Europa desde principios de siglo. Sin embargo, sólo en la década de los 50 tuvo mayor consideración en las respuestas que ofrecían plantas y animales como evidencia directa de la contaminación. Por medio de estas investigaciones se encontró que los organismos que habitan el agua determinan los efectos de los impactos en el ecosistema acuático a través de un tiempo más prolongado.

Entre los grupos de macroinvertebrados característicos de la región Litoral se encuentran los órdenes ***Ephemeroptera, Trichoptera, Odonata, Coleóptera, Díptera, Hemíptera, Lepidóptera, Molusca Gastropoda y Molusca Bivalva*** estos proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el biomonitoreo, se puede entender claramente el estado en que se encuentra, algunos de ellos requieren de agua de buena calidad para sobrevivir, otros en cambio, resisten, carecen y abundan cuando hay contaminantes. (Roldan 1988).

Valencia es un importante cantón de la provincia de Los Ríos, está atravesado por tres esteros importantes (Valencia, Aguas Blancas, El Muerto), el área circundante de la ciudad está rodeada principalmente de bananeras y palmeras, con una intensa actividad agrícola. La mayoría de los químicos utilizados para las diferentes actividades agrícolas son descargadas a las aguas de estos esteros, al parecer el hábitad acuático que existía en el lugar tiende a desaparecer.

Es por ello que se procedió a revisar cual fue la calidad de las aguas de los tres esteros de la zona de Valencia, se evaluaron sus esteros para constatar su realidad, y luego con monitoreos continuos durante ocho semanas consecutivas se obtuvo la información sobre la calidad de agua de los esteros estudiados.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

- Evaluar la calidad de agua de los esteros (Valencia, Aguas Blancas, El Muerto) ubicados en el cantón Valencia en base al bío-monitoreo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar las características físicas y químicas de los esteros: (Valencia, Aguas Blancas, El Muerto).
- Identificar a nivel de Orden y Familia los macroinvertebrados encontrados en los esteros: (Valencia, Aguas Blancas, El Muerto).
- Establecer la calidad de agua en los esteros (Valencia, Aguas Blancas, El Muerto) en base a los resultados del biónitoreo.

1.3 HIPÓTESIS

La población de macroinvertebrados de los esteros (Valencia, El Muerto y Aguas blancas), inciden en la determinación de la calidad del agua.

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 ECOSISTEMA ACUÁTICO

Por definición, un ecosistema es la unidad ecológica en la cual un grupo de organismos interactúa entre sí y con el ambiente (Roldan, 1992). Los ecosistemas acuáticos están influenciados por dos grandes grupos de factores, bióticos y abióticos. Los primeros se refieren a todas las interacciones entre los diferentes organismos del ecosistema, entradas, flujos de energía y zonas de ribera. Los factores abióticos se refieren a los factores físicos-químicos y biogeográficos que influyen en el medio en el cual se desenvuelven los organismos acuáticos, (Roldan, 1992).

De manera general, se puede decir que los principales sistemas de aguas epicontinentales (o dulces) son: lagos, lagunas, ríos, aguas subterráneas y embalses. Estos últimos son modificaciones bruscas realizadas por el ser humano, que transforman un ecosistema terrestre a uno acuático o a un sistema de aguas corrientes a un sistema léntico, (Roldan, 1992).

2.1.2 DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Existe una diversidad de ecosistemas acuáticos, que ha hecho necesario una clasificación. Un criterio general que se ha tomado en cuenta para la clasificación ha sido el movimiento de las aguas, si están empozadas (lénticas) o fluyentes (lóticas).

2.1.2.1 Hábitats Lénticas

Los ecosistemas acuáticos lénticos son aquellos de aguas quietas o estancadas como lagunas, embalses. Los remansos de los ríos y quebradas se comportan en general como hábitat lénticos dependiendo de la geomorfología del cauce. Estos ecosistemas por lo general presentan abundante vegetación ribereña y sumergida, lo que ofrece un variado hábitat para un gran número de organismos, siendo más frecuentes los hemípteros, odonatos y coleópteros, dípteros, moluscos, (Roldan, 2003).

2.1.2.2 Hábitats Lóticos

Este tipo de ecosistemas se refiere a los ríos, quebradas y arroyos donde las corrientes rápidas juegan un papel muy importante en la distribución de los macroinvertebrados. Los organismos aquí presentes, por lo regular tienen adaptaciones corporales como ganchos, ventosas y cuerpos aplanados para resistir la velocidad de la corriente, (Roldan, 2003).

2.1.3 PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL AGUA.

2.1.3.1 Parámetros Físicos del Agua

Las características físicas del agua son las que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y olfato como pueden ser los sólidos suspendidos, turbiedad, color, sabor, olor y temperatura. Para esta investigación se tomará en cuenta a los siguientes parámetros Físicos:

2.1.3.1.1 Temperatura

Las variaciones de este parámetro en las corrientes de agua generan un cambio en el ambiente de desarrollo de la fauna y flora presente en él; elevan el potencial tóxico de ciertas sustancias disueltas en el agua y originan la disminución del oxígeno disuelto, lo que conduce a condiciones anaeróbicas de la corriente, (Sierro, 2011).

La determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamientos y análisis de laboratorio, puesto que, por ejemplo, el grado de saturación de OD (oxígeno disuelto), la actividad biológica y el valor de saturación con carbonato se relacionan, (Romero, 2005).

2.1.3.1.2 Potencial de Hidrógeno (pH)

El pH es una medida utilizada para evaluar la acidez o la alcalinidad de una solución. Acido es toda sustancia que en solución acuosa libera protones. Las sustancias alcalinas aportan el ion hidroxilo (OH⁻) al medio. Por tanto, el pH es

una medida de la acidez de una solución que depende de la concentración de Hidrogeno (H⁺), (Basaez, citado por Chávez y Orantes, 2010).

El pH óptimo de las aguas para consumo humano debe estar entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9. Las aguas de pH menor de 6,5, son corrosivas, por el anhídrido carbónico, ácidos o sales acidas que tienen en disolución. La mayoría de los organismos acuáticos se desarrollan en un pH de 5,6 a 8,5; rango que también es el requerido para el agua de consumo humano.

El pH origina cambios en la fauna y flora de los cuerpos de agua, ejerce influencia sobre la toxicidad de ciertos compuestos, como el amoniaco, metales pesados, hidrogeno sulfurados, (Sierra, 2011)

2.1.3.2 Parámetros Químicos del Agua

El agua es llamada el solvente universal y los parámetros químicos están relacionados con la capacidad del agua para disolver diversas sustancias entre las que podemos mencionar a los siguientes parámetros a Utilizar: (Romero, 2005).

2.1.3.2.1 Oxígeno Disuelto (OD)

El OD es un parámetro crítico para caracterizar la salud de un ecosistema acuático. El oxígeno disuelto en el agua es una medida aprovechable para los peces y otros organismos acuáticos. El contenido de OD, resulta de las actividades fotosintéticas y respiratorias de la flora y fauna en el sistema, y la mezcla de oxígeno atmosférico con aguas a través del viento y la acción de la corriente del arroyo, (Moun y Moulton citados por Chávez, J y Orantes, E 2010).

La cantidad de oxígeno presente en el agua es afectada por la temperatura, la salinidad y la presión atmosférica. La concentración de oxígeno en agua es inversamente proporcional con la temperatura. Si elevamos la temperatura del agua a su punto de ebullición generamos una solución libre de oxígeno.

2.1.3.2.2 Sólidos Disuelto Totales (TDS)

El término TDS describe la cantidad total de sólidos disueltos en el agua. La TDS y la conductividad eléctrica están estrechamente relacionadas. Cuanto mayor sea la cantidad de sales disueltas en el agua, mayor será el valor de la conductividad eléctrica.

La determinación de TDS mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0 μm (o más pequeña). Concentraciones altas de sólidos en suspensión impiden la penetración de la luz, disminuyendo el oxígeno disuelto, limitando el desarrollo de la vida acuática y afectando la calidad de agua para el consumo humano, (Goyenola, 2007).

2.1.3.2.3 Conductividad

Se define la conductividad eléctrica como la capacidad que una sustancia pueda conducir la corriente eléctrica, y por tanto es lo contrario de la resistencia eléctrica. La unidad de medición utilizada comúnmente es el Siemens/cm (S/cm), en millonésimas (10^{-6}) de unidades, es decir microSiemens/cm ($\mu\text{S/cm}$), o en milésimas (10^{-3}) es decir miliSiemens/cm (mS/cm).

Es por esto que la conductividad es una medida generalmente útil como indicador de la calidad de aguas dulces. Cada cuerpo de agua tiene un rango relativamente constante de conductividad, que una vez conocido, puede ser utilizado como línea de base para comparaciones con otras determinaciones puntuales. Cambios significativos pueden ser indicadores eventos puntuales de contaminación (Goyenola, 2007).

2.1.3.3 INDICADORES BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DE AGUA

En general, todo organismo es indicador de las condiciones del medio en que se desarrolla, ya que de cualquier forma su existencia en un espacio y

momentos determinados responden a su capacidad de adaptarse a los distintos factores ambientales. Sin embargo, en términos más estrictos, un indicador biológico acuático se ha considerado como aquel, cuya presencia y abundancia señalan algún proceso o estado del sistema en el cual habita.

Las características de la biota existente son consideradas como buenos indicadores del estado de la calidad del agua de un recurso hídrico (Sierra, 2011)

2.1.3.3.1 Índices Bióticos

Los índices bióticos son altamente especializados para un tipo particular de la contaminación del agua, que normalmente es de origen orgánica. Cada uno de los índices está limitado al área geográfica en donde los organismos tolerantes fueron integrados, de un ambiente a otros estos pueden variar. Por otro lado existen índices bióticos especializados para determinado grupo taxonómico y para diferente eco regiones.

2.1.3.3.1.1 Índice BMWP-Cr

El BMWP-Cr (Biologica Monitoring Working Party modificado para Costa Rica), es un índice que se calcula sumando las puntuaciones asignadas a los distintos taxones encontrados en las muestras de macro invertebrados. La puntuación se asigna una sola vez por familia en función del grado de sensibilidad a la contaminación. La clasificación de las aguas según este índice adquiere valores comprendidos entre 0 y un máximo indeterminado que, en la práctica no suelen superar 200. En función de este puntaje se establecen 6 niveles de calidad para el agua perteneciendo los dos primeros niveles de grupo no contaminadas (Hacienda, 2007).

2.1.3.3.1.2 Índice IBF-Sv

El IBF-SV-2010 (Índice Biótico de Familias), asigna puntuaciones de tolerancia a la contaminación a las familias de macroinvertebrados acuáticos, esta puntuación se multiplicará por la abundancia de individuos de dicha familia y posteriormente se dividirá entre el número total de individuos recolectados en ese punto de muestreo, para finalmente sumar todos los valores obtenidos para

cada familia, mientras más alto el resultado, peor será la calificación (Sermeño, et al, 2010).

2.1.4. BIOMONITOREO ACUÁTICO

El monitoreo biológico incluye la identificación y conteo de macroinvertebrados, el propósito del monitoreo biológico es valorar rápidamente tanto la calidad del agua, como el hábitat. La abundancia de la diversidad de los macroinvertebrados encontrados, es un indicador de la calidad general del arroyo. Los macroinvertebrados, incluyen insectos acuáticos, cangrejos y caracoles que viven en varios hábitats del arroyo y que obtienen su oxígeno del agua.

El monitoreo de un río consiste en determinar los cambios ocurridos en el agua, los animales y la tierra que le rodea, a través de varias observaciones o estudios, así podemos descubrir las enfermedades del río y sugerir el tratamiento necesario para sanarlo (Carrera y Fierro, 2001).

2.1.4.1 Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua.

Entendemos por invertebrados acuáticos aquellos que habitan en el lecho fluvial (entre las piedras, plantas acuáticas sumergidas, etc.), ya sea durante todo su ciclo vital (como los moluscos), o parte de él (como muchos de los insectos, en los que la fase adulta es terrestre y la fase larvaria es acuática). Se denominan “macroinvertebrados” a los que alcanzan a lo largo de su ciclo de vida un tamaño superior a 0,200 mm lo que les puede hacer visible a simple vista (Camargo, 2005).

Los macroinvertebrados son habitantes de dos tipos de ecosistemas de aguas dulce muy distintos entre sí: ecosistemas Lénticos o de aguas tranquilas y Lóticos o de aguas rápidas, representados por una fauna numerosa de especies de artrópodos, anélidos y moluscos. Dentro de los artrópodos (insectos y ácaros) se desarrollan interacciones biológicas muy interesantes y en la mayoría de los insectos que viven a orillas de los arroyos (como odonatos, dípteros, y trichopteros) sus larvas viven entre los intersticios de los

fondos de los arroyos. Los macroinvertebrados son considerados con indicadores de la calidad de agua, debido a que algunos organismos pueden sobrevivir en un rango variante de condiciones ambientales y son más tolerantes a la contaminación, al contrario de otros organismos que pueden ser muy sensibles a la contaminación (Calderon, 2004).

Debido a su forma de vida predominante sedentaria o sésil y su estrecha relación y dependencia con las condiciones prevalecientes en su hábitat, los macroinvertebrados han sido los organismos que más frecuentemente se han empleado en la evaluación del grado de deterioro de las aguas naturales (Sierra, 2011).

2.1.4.2 Biología de los Macroinvertebrados Acuáticos

Los grupos de macroinvertebrados que habitan en agua dulce muestran una gran variedad de adaptaciones, incluyendo importantes diferencias en sus ciclos de vida. Algunos grupos pasan todo, o casi todo, su ciclo de vida en agua. Ejemplo incluyen chinches (hemipteros), la mayoría de los escarabajos (Coleoptera; aunque la pupa es generalmente terrestre), crustáceos, moluscos, sanguijuelas y planarias. Por otro lado, los órdenes de insectos Ephemeroptera, Lepidoptera y Diptera tienen adultos terrestres. En muy pocos grupos, como Dryopidae (Coleoptera) y Nematomorpha, solo los adultos son acuáticos. El tiempo de desarrollo es altamente variable, dependiendo de la especie y de factores ambientales, como la temperatura del agua y la disponibilidad de alimento, y puede variar desde pocas semanas hasta varios años (Hanson. et al. 2010).

2.1.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.

2.1.5.1 Ephemeroptera

Los ephemerópteros reciben este nombre debido a su vida corta o efímera que llevan como adultos. Algunos pueden vivir en este estado solo cinco minutos,

pero la mayoría viven entre tres y cuatro días; durante este tiempo alcanzan la madurez sexual y se reproducen.

Los efemerópteros viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas; solo algunas especies parecen resistir cierto grado de contaminación. En general, se consideran indicadores de buena calidad del agua. Sus ninfas se encuentran normalmente adheridas a rocas, troncos, hojas o vegetación sumergida; algunas pocas especies se encuentran enterradas en fondos lodosos o arenosos (Roldan, 1988).

2.1.5.2 Odonata

Los odonatos han sobrevivido unos 200 millones de años sin ningún cambio apreciable, la mayoría de los odonatos ponen sus huevos sobre la vegetación flotante o emergente. La eclosión de los huevos se realiza entre los 5 y 40 días después de la postura.

Los odonatos viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas y poco profundas; por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutrofizadas (Roldan, 1988).

Este Orden de los odonatos cuenta con dos subórdenes que son zygoptera y anisoptera:

2.1.5.2.1 Suborden Zygoptera

Ninfa delgada, cabeza más ancha que el abdomen y el tórax; tres agallas traqueales largas al final del abdomen (Roldan, 1988).

2.1.5.2.2 Suborden Anisoptera

Ninfa robusta, de cabeza usualmente más estrecha que el tórax; tres valvas rígidas cortas y puntiagudas al final del abdomen.

2.1.5.3 Hemiptera

Los hemipteros llamados también chinches de agua, se caracterizan por poseer las partes bucales modificadas y tener un pico chupador insertado cerca

del extremo anterior de la cabeza. Los hemípteros son hemimetábolos, es decir, su metamorfosis es simple y gradual pasando por huevo, ninfa y adulto, la postura del huevo se realiza sobre el sustrato, suelo planta y aun sobre el dorso de los machos como es el caso de Belostoma.

Los hemípteros viven en remansos de ríos y quebradas; pocos resisten las corrientes rápidas. Son frecuentes también en lagos, ciénagas y pantanos. Algunas especies resisten ciertos grados de salinidad y las temperaturas de aguas termales. Los hemípteros son depredadores de insectos acuáticos y terrestres (Roldan, 1988).

2.1.5.4 Coleoptera

El orden coleóptera es uno de los más extensos y complejos. Debido a que muchos de ellos son semiacuáticos, a veces es difícil definirlos como acuáticos o terrestre; aún más, algunas formas terrestres pueden caer accidentalmente al agua, lo hace más difícil su clasificación, para quienes no son expertos (Roldan, 1988).

Pese a que generalmente no alcanzan grandes densidades, los coleópteros acuáticos son importantes en la cadena y redes tróficas. Muchas especies son fuentes de alimento para peces y anfibios, otras son importantes como predadores y otras especies se alimenta de larvas o nitritos orgánicos (Dominguez y Fernandez, 2009).

2.1.5.5. Tricoptera

Una de las características más llamativas de los tricopteros es su capacidad de construir casa o refugios, de formas variadas, a menudo propio de cada especie. Los refugios propios al sustrato les sirven por lo regular de protección y captura de alimento, las larvas se alimentan de material vegetal que encuentran sobre las rocas, algunas larvas son depredadoras.

La mayoría de los tricopteros viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material vegetal; algunas especies viven en aguas

quietas y remansos de ríos y quebradas, en general son buenos indicadores de aguas oligotróficas (Roldan, 1988).

2.1.5.6 Diptera

Su hábitat es muy variado; se encuentran en ríos, arroyos, quebradas, lagos, en todas las profundidades, depósitos de agua y en orificios de troncos viejos, y aún en las costas marinas. Existen representantes de aguas muy limpias como la familia Simuliidae o contaminadas como la familia Tipulidae y Chironomidae (Roldan, 1988).

2.1.5.6.1 Suborden Nematóceros

Los nematóceros (Nematocera) son un suborden de dípteros que se caracterizan por presentar largas antenas filiformes, multisegmentadas, frecuentemente con muchas sedas en los machos. En este grupo se incluyen la mayoría de los dípteros conocidos de forma general como mosquitos (Roldan, 1988).

2.1.5.7 Mollusca Gastropoda

Los gasterópodos son un componente muy importante de las comunidades en ecosistemas acuáticos ya que juegan un rol vital en el procesamiento de la materia orgánica y detritos. Estos moluscos se alimentan generalmente de vegetales, detrito o del perfiton que cubre sustratos duros en los ríos, lagos y lagunas. Pueden incluso flotar en la superficie del agua sin romper la tensión superficial, alimentándose de algas flotantes (Domínguez y Fernández, 2009).

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1 Materiales de Campo

- Botas de caucho
- Alcohol aséptico al 78%
- Libreta de campo
- G.P.S
- Red de nylon tipo D
- Bandejas plásticas blancas
- Pinzas metálicas de punta fina
- Lápiz
- Lupa
- Equipos para la medición de los parámetros físicos-químicos: Oxígeno Disuelto, pH, Conductividad Eléctrica, Temperatura, Sólidos Totales Disueltos.

3.1.1.1 Materiales de Laboratorio

- Pinzas
- Azas
- Estereoscopio
- Cajas Petri
- Alcohol al 75 %
- Claves de Roldan, Fernández y Domínguez para la identificación de los macroinvertebrados recolectados.

3.1.1.2 Materiales de Oficina

- Hojas A4
- Ordenador informático
- Flahs-memori

3.1.2 Método

3.1.2.1 Escenario para la medición de variables

Los sitios de muestreo fueron ubicados en la ciudad de Valencia – Provincia de los Ríos, en la Tabla 1 se detallan las características edafoclimáticas predominantes en la zona:

Tabla 1. Características edafoclimáticas de la zona de Valencia

Precipitación media anual	2613.93 mm
Temperatura media anual	25 °C
Humedad relativa	87%
Heliofanía	919.73 horas
Tipo de suelo	Franco / Franco –arenoso
Zona eco-climática	Cálido/humedo

Fuente: INAMHI

3.1.2.2 Localización del área estudio.

El estudio se realizó a tres esteros (Valencia, el Muerto, Aguas blanca), ubicados en el cantón Valencia, provincia de Los Ríos, en cada estero se contó con dos estaciones de monitoreo, (aguas arriba y aguas abajo); que se detallan a continuación:

1. El estero “Valencia” aguas abajo se une con los esteros Maleno y Bartolo y es afluente del río Quevedo, se encuentra localizado entre las coordenadas: aguas arriba 683864 N; 9894203 S a 119 msnm. Esta sección del estero presentó un hábitat lótico con vegetación en las orillas del curso de agua; en el área cercano al estero hay cultivos de ciclo corto como maíz y también cultivos agroforestales como cacao y plátano. En esta sección del estero se realizan actividades humanas como lavado de ropa y recreación personal. En la sección de aguas abajo 681653 N; 9894386 S a 103 msnm; el estero presentó un hábitat de aguas poco corriente, en el área cercana al estero hay cultivos de

palma africana, en las riberas hay cultivo de caña de guadua, sustrato fangoso con presencia de hojarasca, vegetación en sus orillas, raíces flotantes y leños de árboles.

2. Estero “Aguas Blancas” aguas abajo se une a los esteros Valencia, Maleno y Bartolo, es afluente del río Quevedo, se encuentra localizado entre las coordenadas: aguas arriba 678538 N; 9894040 S a 85 msnm. Esta sección del estero tenía aguas de poco movimiento, aguas estancadas por el hecho de estar en la época seca y el curso del agua se encontraba interrumpido por la retención de agua que realizan las bananeras para realizar el riego para su plantación, poco profundos, también la existencia de aves domésticas acuáticas, como patos. En la sección de aguas abajo 678159 N; 9894289 S a 82 msnm. el estero presento un hábitat lótico, en el área cercano al estero hay cultivos de ciclo corto como maíz, arroz, soya, cultivos agroforestales y frutales como cacao y fruta de pan, con presencia de hojarasca, vegetación en sus orillas, raíces flotantes y leños de árboles.
3. El Estero “El Muerto” aguas abajo se une con el estero Maleno, es afluente del río Quevedo, se encuentra localizado entre las coordenadas: aguas arriba 683529 N; 9895822 S a 103 msnm. Esta sección del estero tenía aguas de poco movimiento, rápidos y lentos, poco estancadas por el hecho estar en la época seca, poco caudal y poco profundos, presencia de actividades humanas como lavado de ropa y de recreación, también la existencia de aves domésticas acuáticas, como patos. En la sección de aguas abajo 680311 N; 9895750 S a 96 msnm. el estero tenía rápidos y lentos, poco profundo y empedrado con presencia de vegetales en las orillas del estero y en determinados sitios, además se encuentra rodeado de bananeras.

La toma de muestras se realizó en los esteros Valencia, Aguas Blancas y El Muerto, en los cuales se tomaron datos físicos-químicos como: Oxígeno Disuelto (mg/dm^3), Potencial de Hidrogeno (mV/pH), Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Solidos

Totales Disueltos (mg/dm^3), y Conductividad Eléctrica ($\text{H} \rightarrow \mu\text{S/cm}$), en cada sitio de muestreo.

Se realizó la captura manual con red D-net con la que se colectaron los macroinvertebrados asociados a los diferentes tipos de hábitat como: empaques de hojas, vegetación emergente, madera sumergida y secciones de los sitios que presenten micro hábitat como: pozas, remansos y rápidos.

Las muestras extraídas se colocaron en una bandeja blanca y de allí, con la ayuda de pinzas y lupa los individuos colectados fueron depositados en frascos plásticos debidamente rotulados, con alcohol al 70% para preservación de los organismos. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de microbiología ambiental y vegetal de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, para la identificación de los especímenes a nivel de Orden y Familia, con la ayuda del estereoscopio de Marca Olympus, Modelo de base: sz2 ilst y Modelo cabezal: sz71, utilizando aumentos de 1.2 y 1.5 y de claves taxonómicas de Roldan, Dominguez y Fernandez.

3.1.2.3. Análisis de Datos

Para el análisis de datos se manejaron los índices bióticos BMWP-Cr y IBF-SV-2010, que se detallan a continuación:

Para determinar el índice BMWP-CR (*Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica por Hacienda*), se calcula sumando las puntuaciones asignadas a los distintos taxones encontrados en las muestras de macro invertebrados que se citan en el listado de la Tabla 2. La puntuación se asignó por familia en función del grado de sensibilidad a la contaminación (**Ver Anexo 1, Tabla 2**).

Los valores obtenidos con el índice BMWP- Cr se compararon con la tabla 3, para determinar cuál es el nivel de calidad de agua en función del puntaje total del índice (**Ver Anexo 1, Tabla 3**).

El IBF-SV-2010; (Índice Biótico de Familias) asigna puntuaciones de tolerancia a la contaminación a las familias de macroinvertebrados acuáticos, esta puntuación se multiplicará por la abundancia de individuos de dicha familia y posteriormente se dividirá entre el número total de individuos recolectados en ese punto de muestreo, donde finalmente se suman todos los valores obtenidos para cada familia, mientras más alto el resultado, peor será la calificación, las puntuaciones asignadas a cada familia las mostramos en la tabla 4 (**Ver Anexo 1, Tabla 4**).

Los valores obtenidos con el índice IBF-SV-2010 se comparan con la tabla 5, con el objetivo de diagnosticar la calificación según el grado de contaminación de la calidad de agua (**Ver Anexo 1, Tabla 5**)

3.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación que se utilizó fue la descriptiva (diagnóstica); la investigación descriptiva se guía por las preguntas de investigación que se formula el investigador; cuando se plantean hipótesis en los estudios descriptivos, estas se formulan a nivel descriptivo y se prueban dichas hipótesis, la investigación descriptiva se soporta principalmente en técnicas como la encuesta, la entrevista, la observación y la revisión documental (Bernal, 2006).

Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados (Manual Gross).

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población en estudio para determinar la calidad de agua, fue la de los organismos acuáticos, específicamente los Macroinvertebrados bentónicos, que habitan en los tres esteros en estudio (Valencia, Aguas Blancas y El Muerto) de la ciudad de Valencia, provincia de los Ríos.

3.3.2. Muestra

Las muestras fueron insectos recolectados en los sitios, durante las 8 semanas de muestreo y se realizaron 18 submuestras por semana durante la investigación.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Características físicas y químicas de los esteros estudiados.

4.1.1.1 Oxígeno Disuelto

Para los valores de Oxígeno Disuelto registrados durante las 8 semanas de muestreo, en los esteros estudiados se muestra el cuadro de medias estadísticas referente al parámetro antes mencionado:

Tabla 6. Medias estadísticas de Oxígeno Disuelto, en los esteros estudiados, del Cantón Valencia, 2012

Esteros	Sitios	Promedios	Medias mg/dm ³ (lugares)
Valencia	Aguas Arriba	4,98	5,18
	Aguas Abajo	5,38	
Aguas Blancas	Aguas Arriba	7,55	6,85
	Aguas Abajo	6,15	
El Muerto	Aguas Arriba	6,16	5,17
	Aguas Abajo	6,18	

Rodríguez, 2012

Los valores obtenidos de Oxígeno Disuelto se ubicaron entre 11,30 mg/dm³ y 3,1 mg/dm³, según los esteros estudiados, con valores medios por lugar de 5,18 “Valencia”, 6,85 mg/dm³ “Aguas Blancas” y 5,17 mg/dm³ “El Muerto”.

4.1.1.2 Sólidos totales disueltos

En cuanto al parámetro de Sólidos Totales Disueltos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7. Medias estadísticas de Sólidos Totales Disueltos, en los esteros estudiados, del Cantón Valencia, 2012

Esteros	Sitios	Promedios	Medias mg/dm ³ (lugares)
Valencia	Aguas Arriba	68,50	69
	Aguas Abajo	69,50	
Aguas Blancas	Aguas Arriba	102,88	86,26
	Aguas Abajo	69,63	
El Muerto	Aguas Arriba	65,88	71,19
	Aguas Abajo	76,50	

Rodríguez, 2012

Los valores máximos y mínimos de Sólidos Disueltos Totales en los esteros estudiados se ubicaron entre 122 mg/dm³ y 60 mg/dm³, con valores medios por lugar de 69 en el estero “Valencia”, 86,26 mg/dm³ en el estero “Aguas Blancas” y 71,19 mg/dm³ en el estero “El Muerto”.

4.1.1.3 Conductividad Eléctrica

Los resultados del parámetro Conductividad Eléctrica en los esteros estudiados se presentaron de la siguiente manera:

Tabla 8. Medias estadísticas de Conductividad Eléctrica, en los esteros estudiados, del Cantón Valencia, 2012

Esteros	Sitios	Promedios	Medias $\mu\text{S/cm}$ (lugares)
Valencia	Aguas Arriba	148,98	150,07
	Aguas Abajo	151,15	
Aguas Blancas	Aguas Arriba	221,70	186,50
	Aguas Abajo	151,30	
El Muerto	Aguas Arriba	143,08	154,49
	Aguas Abajo	165,90	

Rodríguez, 2012

En cuanto al parámetro de Conductividad Eléctrica, los valores máximos y mínimos de Conductividad Eléctrica en los esteros estudiados se ubicaron entre 259 y 130 $\mu\text{S/cm}$, con valores medios por lugar de 150,07 “Valencia”, 186,50 “Aguas Blancas” y 154,49 $\mu\text{S/cm}$ “El Muerto”.

4.1.1.4 Potencial de hidrogeno (pH)

Los resultados obtenidos del parámetro Potencial de Hidrogeno en los esteros estudiados se presentaron de la siguiente manera:

Tabla 9. Medias estadísticas de Potencial de Hidrogeno, en los esteros estudiados, del Cantón Valencia, 2012

Esteros	Sitios	Promedios	Medias pH (lugares)
Valencia	Aguas Arriba	6,98	6,82
	Aguas Abajo	6,65	
Aguas Blancas	Aguas Arriba	7,60	7,30
	Aguas Abajo	7,00	
El Muerto	Aguas Arriba	6,85	6,88
	Aguas Abajo	6,91	

Los resultados obtenidos del parámetro Potencial de Hidrogeno en los esteros estudiados, dieron valores máximos y mínimos pH ubicándose entre 8,4 (básico) y 5 (ácido), con valores medios por lugar de 6,82 (ácido-neutro) en el estero “Valencia”; 7,30 (neutro-alkalino) en el estero “Aguas Blancas” y 6,88 (ácido-neutro) en el estero “El Muerto”, (Ver Tabla 9).

4.1.1.5 Temperatura

Los resultados obtenidos del parámetro Temperatura en los esteros estudiados lo mostramos a continuación:

Tabla 10. Medias estadísticas de Temperatura, en los esteros estudiados, del cantón Valencia, 2012

Esteros	Sitios	Promedios	Medias °C (lugares)
Valencia	Aguas Arriba	28,69	29,30
	Aguas Abajo	29,90	
Aguas Blancas	Aguas Arriba	28,58	28,64
	Aguas Abajo	28,69	
El Muerto	Aguas Arriba	28,40	26,65
	Aguas Abajo	27,89	

Rodríguez, 2012

Para el parámetro Temperatura en los esteros estudiados, los valores máximos y mínimos de temperatura se ubicaron entre 38,9 °C y 26 °C, con valores medios por lugar de 29,30 °C “Valencia”, 28,64 °C “Aguas Blancas” y 26,65 °C “El Muerto”, (Ver Tabla 10).

4.1.2 Macroinvertebrados identificados a nivel de orden y familia, encontrados en los esteros en estudio.

Se procedió a clasificar los insectos por esteros en dos secciones “aguas arriba” y “aguas abajo” los cuales se presenta a continuación.

4.1.2.1 Macroinvertebrados Identificados en el Estero Valencia

Los macroinvertebrados encontrados en el estero Valencia se muestran en el tabla 11:

Tabla 11. Número de individuos encontrados en la Estación Aguas Arriba del estero Valencia, del Cantón Valencia, 2012

ESTERO VALENCIA "AGUAS ARRIBA"				
ORDEN	FAMILIA	Individuos		Porcentaje (%)
GASTROPODA	Hydrobiidae	36	36	34,29
EPHEMEROPTERA	Leptohyphidae	14	30	28,57
	Baetidae	2		
	Leptophlebiidae	14		
DIPTERA	Ceratopogonidae	8	15	14,29
	Chironomidae	5		
	Culicidae	2		
ODONATA	Polytthoridae	2	10	9,52
	Calopterygidae	1		
	Coenagrionidae	7		
ANELIDA	Glassiphonidae	9	9	8,57
HEMIPTERA	Gerridae	1	3	0,95
COLEOPTERA	Noteridae	1		0,95
MUTILOIDA	Mitilidae	1		0,95
TRICOPTERA	Leptoceridae	1	2	1,90
	Hydroptilidae	1		
TOTAL			105	100,00%

Rodríguez, 2012

En la sección "Aguas Arriba" del estero Valencia se colectaron un total de 105 individuos, distribuidos en 16 familias, y 9 ordenes, siendo el orden ***Gastropoda*** con mayor número de individuos con un total de 36 insectos (34,29%), al contrario los órdenes que presentaron una menor abundancia, fueron: Hemíptera, *Coleoptera* y *mutiloida* cada una con un individuo (0,95%). (Ver Gráfico 1).

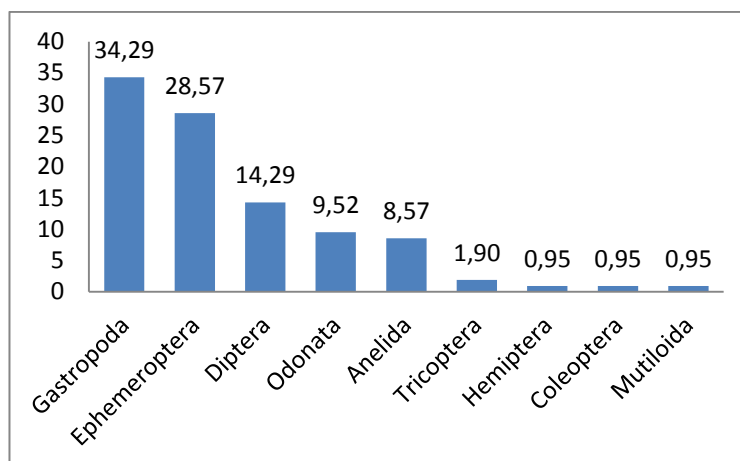


Gráfico 1. Composición de la fauna bentónica en la Estación Aguas Arriba del estero Valencia. Cantón Valencia, 2012

Tabla 12. Número de individuos encontrados en la Estación Aguas Abajo del estero Valencia. Cantón Valencia, 2012

ESTERO VALENCIA "AGUAS ABAJO"				
ORDEN	FAMILIA	No. Individuos		Porcentaje (%)
ODONATA	Libellulidae	12	46	38,98
	Coenagrionidae	33		
	Calopterygidae	1		
EPHEMEROPTERA	Leptohyphidae	24	38	32,20
	Baetidae	7		
	Leptophlebiidae	7		
DIPTERA	Chironomidae	10	18	15,15
	Ceratopogonidae	5		
	Culicidae	3		
ANELIDA	Glassiphonidae	11	11	9,32
TRICOPTERA	Hydropsychidae	2	3	2,54
	Leptoceridae	1		
HEMIPTERA	Guerridae	1	1	0,85
GASTROPODA	Hydrobiidae	1	1	0,85
TOTAL			118	100,00%

Rodríguez, 2012

Se colectaron un total de 118 individuos, distribuidos en 14 familias y 7 ordenes, siendo el orden **Odonata** con mayor número de individuos con un total de 46 insectos bentónicos que corresponden al (38,98%), los órdenes que presentaron una menor abundancia, Hemiptera y *Gastropoda* cada una con un individuo que representa el (0,85%). (Ver Gráfico 2).

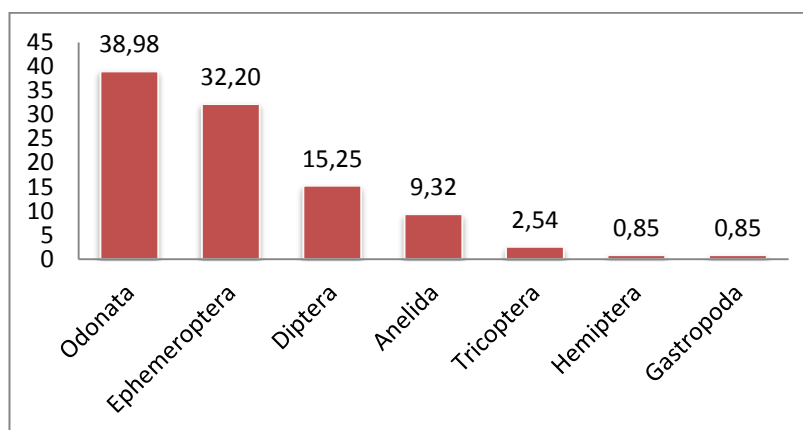


Gráfico 2. Composición de la fauna bentónica en la Estación Aguas Abajo del estero Valencia. Cantón Valencia, 2012

4.1.2.2 Macroinvertebrados Identificados en el Estero Aguas Blancas

Tabla 13. Número de individuos encontrados en la Estación Aguas Arriba del estero Aguas Blancas. Cantón Valencia, 2012

ESTERO AGUAS BLANCAS "AGUAS ARRIBA"				
ORDEN	FAMILIA	No. Individuos		Porcentaje (%)
DIPTERA	Chironomidae	22	28	50,91
	Ceratopogonidae	6		
EPHEMEROPTERA	Leptohyphydae	11	15	27,27
	Leptophlebiidae	4		
COLEOPTERO	Hydrofilidae	6	6	10,91
ODONATA	Coenagrionidae	5	5	9,09
GASTROPODA	Hydrobiidae	1	1	1,82
TOTAL			55	100,00%

Rodríguez, 2012

En la sección “Aguas Arriba” del estero Aguas Blancas se colectaron un total de 55 individuos, distribuidos en 7 familias, y 5 ordenes, siendo el orden *Diptera* con un total de 28 insectos correspondiendo al (50,91%) y con menor número de individuos tenemos al orden Gastropoda con un individuo que corresponde al (1,82%) (Ver Gráfico 3).

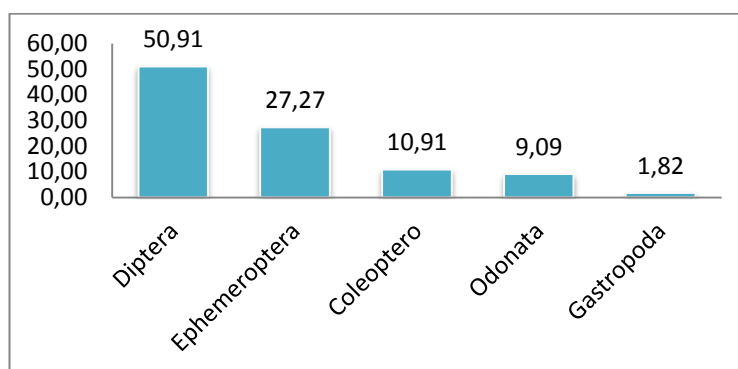


Gráfico 3. Composición de la fauna bentónica en la Estación Aguas Arriba del estero Aguas Blancas. Cantón Valencia, 2012

En la sección “Aguas Abajo” se colectaron:

Tabla 14. Número de individuos encontrados en la Estación Aguas Abajo del estero Aguas Blancas. Cantón Valencia, 2012

ESTERO AGUAS BLANCAS"AGUAS ABAJO"				
ORDEN	FAMILIA	No. Individuos		Porcentaje (%)
ODONATA	Libellulidae	2	29	23,58
	Coenagrionidae	27		
GASTROPODA	Hydrobiidae	29	29	23,58
TRICHOPTERA	Hydropsychidae	22	22	17,89
EPHEMEROPTERA	Leptohyphidae	8	17	13,82
	Leptophlebiidae	7		
	Baetidae	2		
DIPTERA	Chironomidae	10	16	13,01
	Culicidae	4		
	Ceratopogonidae	2		
COLEOPTERA	Hydrophylidae	2	4	3,25
	Hydrobiidae	2		
ANELIDA	Glassiphonidae	6	6	4,88
TOTAL			123	100,00%

Rodríguez, 2012

En la sección “Aguas Abajo” del estero Aguas Blancas se colectaron un total de 123 individuos, distribuidos en 13 familias, y 7 ordenes, siendo los órdenes **Odonata** y **Gastropoda** con mayor número de individuos cada uno con 29 individuos correspondiendo al (23,58%), el orden que presento una menor abundancia fue *Coleoptera* con 4 individuos representado con el (3,25%). (Ver Gráfico 4).

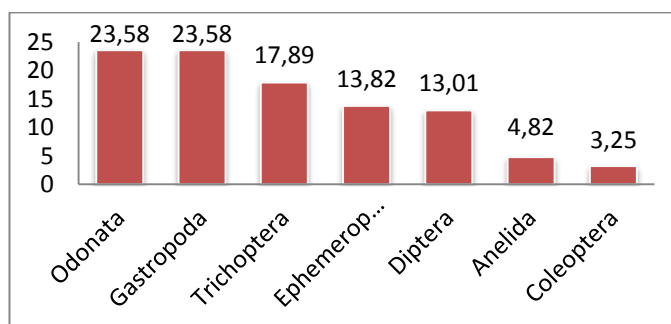


Gráfico 4. Composición de la fauna bentónica en la Estación Aguas Abajo del estero Aguas Blancas. Cantón Valencia, 2012

4.1.2.3 Macroinvertebrados Identificados en el Estero El Muerto

Tabla 15. Número de individuos encontrados en la Estación Aguas Arriba del estero El Muerto. Cantón Valencia, 2012

ESTERO EL MUERTO "AGUAS ARRIBA"				
ORDEN	FAMILIA	No. Individuos		Porcentaje (%)
EPHEMEROPTERA	Leptohyphidae	64	67	54,47
	Baetidae	3		
TRICHOPTERA	Leptoceridae	1	3	22,44
	Hydropsychidae	2		
DIPTERA	Smuliidae	2	31	25,20
	Chironomidae	23		
	Ceratopogonidae	6		
ANELIDA	Glassiphonidae	19	19	15,45
ODONATA	Libellulidae	1	3	2,44
	Megapodagrionidae	1		
	Coenagrionidae	1		
TOTAL			123	100,00%

Rodríguez, 2012

En la sección “Aguas Arriba” del estero El Muerto se colectaron un total de 123 individuos, distribuidos en 13 familias y 5 ordenes, siendo el orden ***Ephemeroptera*** con mayor número de individuos con 67 insectos recolectados correspondiendo al (54,47%), los órdenes que presentaron una menor abundancia, son: Odonata y *Trichoptera* cada una con 3 individuos representados con el (2,44%), (Ver Gráfico 5).

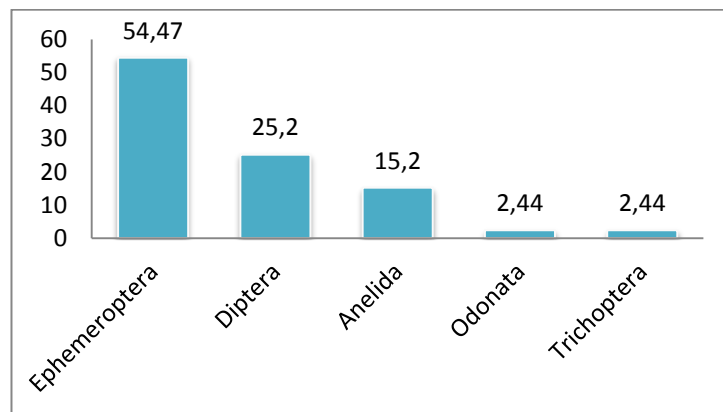


Gráfico 5. Composición de la fauna bentónica en la Estación Aguas Arriba del estero El Muerto. Cantón Valencia, 2012

Para la sección “Aguas Abajo” del estero El Muerto se detallan los siguientes individuos identificados:

Tabla 16. Número de individuos encontrados en la Estación Aguas Abajo del estero El Muerto. Cantón Valencia, 2012

ESTERO EL MUERTO "AGUAS ABAJO"				
ORDEN	FAMILIA	No. Individuos		Porcentaje
Diptera	Dolichopodidae	2	11	13,75
	Chironomidae	7		
	Ceratopogonidae	2		
Ephemeroptera	Polymitarcyidae	2	17	21,25
	Leptohyphidae	8		
	Baetidae	1		
	Leptophlebiidae	6		
Odonata	Calopterygidae	9	12	15
	Libellulidae	1		
	Coenagrionidae	2		
Tricoptera	Calamoceratidae	6	13	16,25
	Hydroptilidae	1		
	Hydropsichidae	4		
	Leptoceridae	2		
Hemiptera	Guerridae	3	11	13,75
	Naucoridae	8		
Gastropoda	Hydrobiidae	9	9	11,25
Coleóptera	Psephenidae	5	5	6,25
Anelida	Glassiphonidae	2	2	2,5
TOTAL			80	100,00%

Rodríguez, 2012

Se colectaron un total de 80 individuos, distribuidos en 19 familias, y 8 órdenes, siendo el orden *Ephemeroptera* con mayor número de individuos con 17 insectos bentónicos que corresponden al (21,25%), y el orden que presento una menor abundancia fue Anelida con un individuo representando el (2,5%), (Ver Gráfico 6).

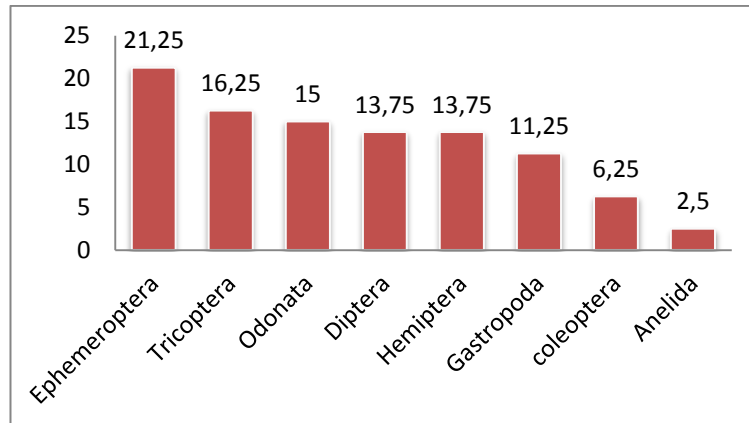


Gráfico 6. Composición de la fauna bentónica en la Estación Aguas Abajo del estero El Muerto. Cantón Valencia, 2012

4.1.3 Cálculo de los Índices Bióticos para determinar la calidad de agua de los esteros en estudio.

4.1.3.1 Valores de la aplicación de los índices IBF-Sv y BMWP-Cr obtenidos semanalmente por punto de monitoreo

En el estero Valencia en la sección aguas arriba según el índice IBF-Sv-2010 la mayor calificación se dio en la semana 7 (M7), con 7,09 con el grado de contaminación de “probable contaminación muy considerable” y la menor calificación se dio en la semana 1 (M1), con 4,63 con el grado de contaminación de “alguna contaminación orgánica probable”; para la sección aguas abajo la mayor calificación fue en la semana 7 (M7), con 7,29 con un grado de contaminación “probable contaminación orgánica severa” y la menor calificación se dio en la semana 8 (M8), con 5,67 con un grado de contaminación “probable contaminación regular considerable”.

Por otro lado según el índice BMWP-Cr se obtuvo la mayor calificación en la semana 1 (M1), con 37 y corresponde a “aguas de calidad mala, contaminadas” y la menor calificación se dio en la semana 8 (M8), con 14, “aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas”; para la sección aguas abajo, la mayor calificación fue en la semana 3 (M3), con 33, “agua de calidad mala, muy contaminada” y la menor calificación fue en la semana 8 (M8), con 18, “agua de calidad mala, muy contaminada”, (Ver Gráfico 7).

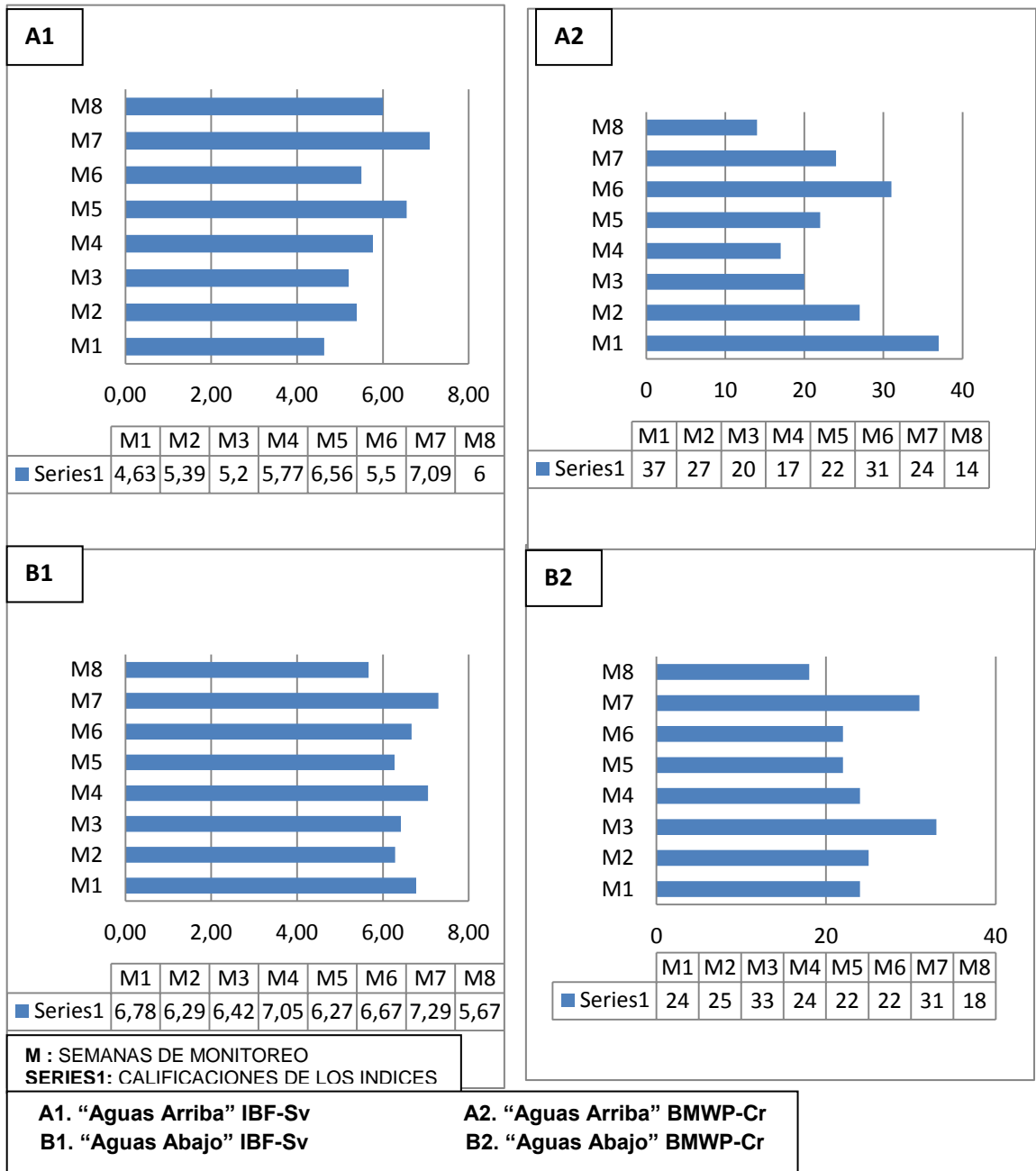


Gráfico 7. Calificaciones obtenidas de la aplicación de los índices IBF-Sv y BMWP-Cr, por semana en el estero Valencia del Cantón Valencia, 2012.

En el estero Aguas Blancas en la sección aguas arriba según el índice IBF-Sv-2010 la mayor calificación se dio en la semana 3 (M3), con 7,71 con el grado de contaminación de “probable contaminación orgánica severa” y la menor calificación se dio en la semana 8 (M8), con 6,2 obteniendo el grado de contaminación de “probable contaminación considerable”; para la sección aguas abajo la mayor calificación fue en la semana 6 (M6), con 9, con un grado de contaminación “probable contaminación orgánica severa” y la menor calificación se dio en las semanas 2 y 3 (M2, M3), con 4 obteniendo un grado de contaminación de “posible contaminación orgánica ligera”.

Mientras tanto en la sección aguas arriba del estero Aguas Blancas según el índice BMWP-Cr se obtuvo la mayor calificación en la semana 2 (M2), con 14 y corresponde a “aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas” y la menor calificación se dio en la semana 6 (M6), con 3, “aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas”; para la sección aguas abajo, la mayor calificación fue en la semana 1 (M1), con 35, “agua de calidad mala, muy contaminada” y la menor calificación se dio en las semanas 2 y 3 (M2, M3), con 3, “agua de calidad muy mala, extremadamente contaminada”, (Ver gráfico 8).

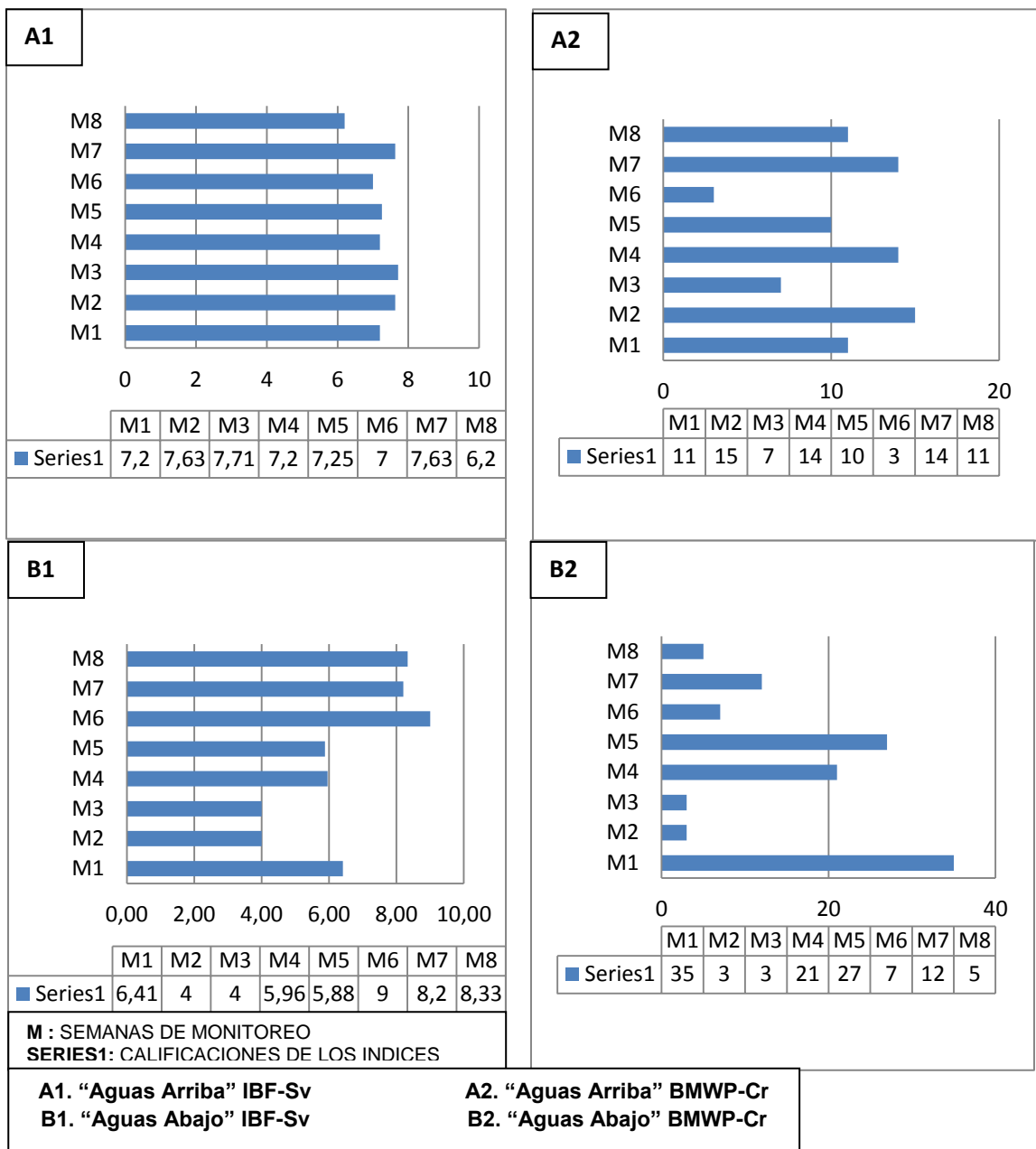


Gráfico 8. Calificaciones obtenidas de la aplicación de los índices IBF-Sv y BMWP-Cr, por semana en el estero Aguas Blancas del Cantón Valencia, 2012

En la sección de aguas arriba del estero El muerto según el índice IBF-Sv-2010, el valor máximo obtenido fue en la semana 8 (M8), con 8,19 con el grado de contaminación de “probable contaminación orgánica severa” y la menor calificación se dio en la semana 1 (M1), con 5,87 obteniendo el grado de contaminación de “probable contaminación considerable”; para la sección aguas abajo la mayor calificación fue en la semana 8 (M8), con 7,4, con un grado de contaminación de “probable contaminación orgánica severa” y la menor calificación se dio en la semana 1 (M1), con 3,87 obteniendo un grado de contaminación de “posible contaminación orgánica ligera”.

Por otro lado en la sección de aguas arriba del estero El Muerto según el índice BMWP-Cr, se obtuvo la mayor calificación en la semana 6 (M6), con 22 y corresponde a “aguas de calidad mala, muy contaminadas” y la menor calificación se dio en la semana 8 (M8), con 8, “aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas”; para la sección aguas abajo, la mayor calificación fue en la semana 4 (M4), con 38, “agua de calidad mala, muy contaminada” y la menor calificación se dio en la semana 5 (M5), con 8, “agua de calidad muy mala, extremadamente contaminada”, (Ver gráfico 9).

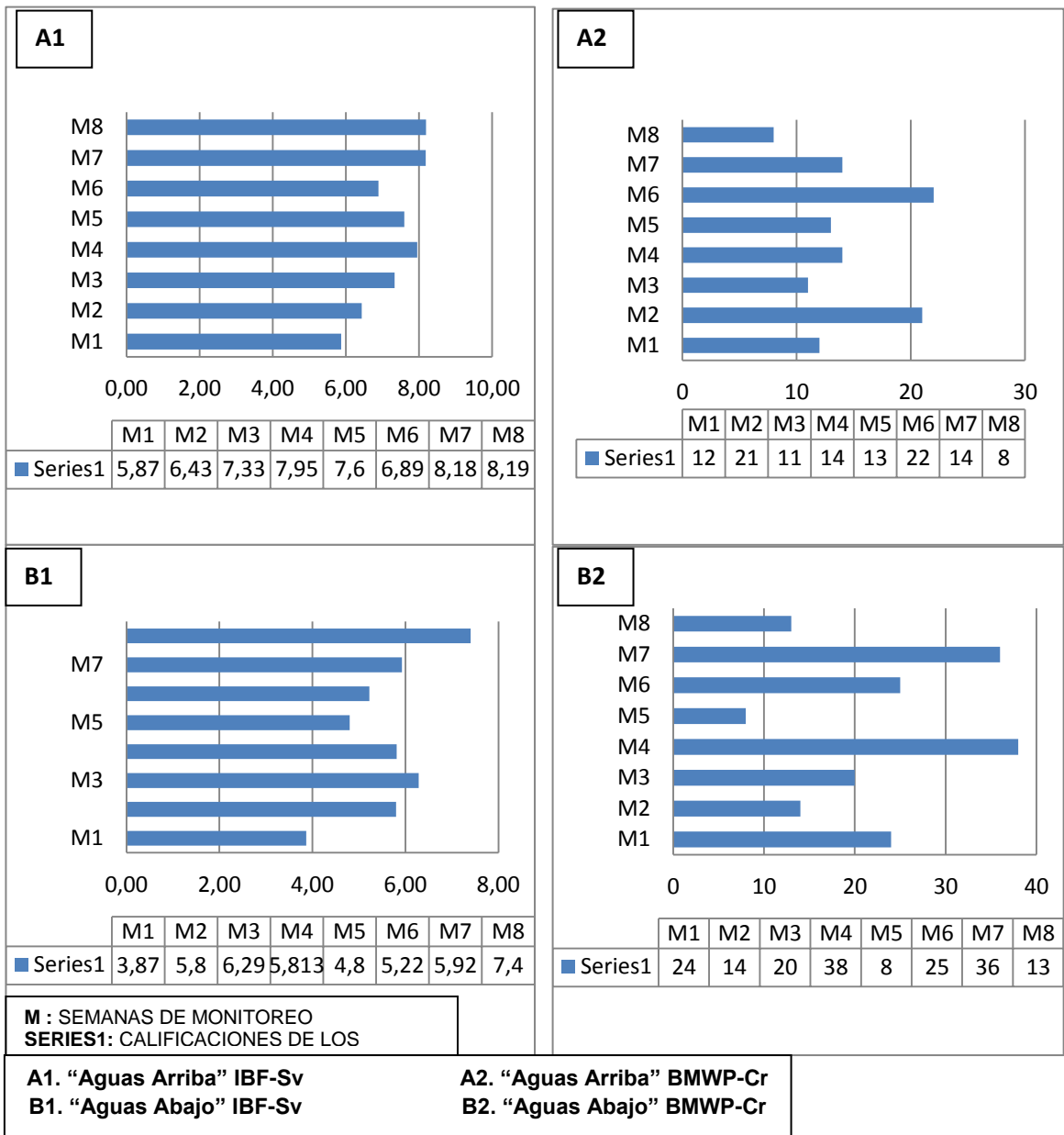


Gráfico 9. Calificaciones obtenidas de la aplicación de los índices IBF-Sv y BMWP-Cr, por semana en el estero El Muerto del Cantón Valencia, 2012

4.1.3.2 Índice IBF-SV

Los resultados obtenidos durante las 8 semanas, entre los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre de estudio de los esteros, según el Índice Biótico de Familias de el Salvador (IBF-SV. 2010), son los siguientes:

Tabla 17. Valores del índice IBF-SV en los esteros Valencia, Aguas Blancas y El Muerto. Cantón Valencia, 2012

Esteros	Sitios	Máxima	Mínima	Promedio	Media (lugares)
Valencia	Aguas arriba	7,09	4,63	5,77	6,16
	Aguas abajo	7,29	5,67	6,55	
Aguas Blancas	Aguas arriba	7,71	6,2	7,23	6,85
	Aguas abajo	9	4	6,47	
El muerto	Aguas arriba	8,19	5,87	7,3	6,47
	Aguas abajo	7,4	3,87	5,64	

Rodríguez, 2012

4.1.3.2.1 Promedio de la calidad de agua de los esteros por secciones Aguas arriba y Aguas abajo, aplicando el índice IBF-Sv.

Los valores máximos y mínimos obtenidos del índice IBF-SV del estero Valencia se registraron de la siguiente manera, para el punto “Aguas Arriba”, entre 7,09 y 4,63, para el punto “Aguas Abajo”, entre 7,29 y 5,67 (Ver Tabla 17), los valores promedios por punto, de **5,77** “Aguas Arriba” según la tabla de ponderación (Ver Anexo1, Tabla 5) que recibe una calificación de “Regular-Pobre” con el grado de contaminación de “Probable contaminación considerable” y **6,55** “Aguas Abajo”, según la tabla de ponderación (Ver Anexo1, Tabla 5), que recibe una calificación de “Pobre” con el grado de contaminación de “Probable contaminación muy considerable”, (Ver Tabla 18).

Por otro lado, los valores máximos y mínimos obtenidos según el índice IBF-SV del estero Aguas Blancas, siendo el punto de “Aguas Arriba” entre 7,71 y 6,2, para el punto “Aguas Abajo” 9 y 4 (Ver Tabla 17), los valores promedios por punto, es de **7,23** “Aguas Arriba”, según la tabla de ponderación (Ver Anexo1, Tabla 5), que recibe una calificación de “Muy pobre” con el grado de contaminación de “Probable contaminación orgánica severa” y **6,47** “Aguas

Abajo”, según la tabla de ponderación (Ver Anexos1, Tabla 5), recibe una calificación de “Regula-Pobre” con el grado de contaminación de “Probable contaminación considerable”, (Ver tabla 18).

Mientras que los valores máximos y mínimos para el estero El Muerto según el índice IBF-SV, se registraron para la sección “Aguas Arriba” valores entre 8,19 y 5,87; para el punto “Aguas Abajo”, de 7,4 y 3,87 (Ver Tabla 17), los valores promedios por punto, es de **7,3** “Aguas Arriba” dando como calificación de “Muy pobre” con el grado de contaminación de “Probable contaminación orgánica severa” y **5,64** “Aguas Abajo”, con una calificación de “Regular” con el grado de contaminación de “Probable contaminación regular considerable”, (Ver tabla 18).

Tabla. 18. IBF-Sv Calidad de agua de los estero por secciones, Aguas arriba y abajo

ESTERO	SECCION	IBF-Sv	CALIDAD	CLASE	GRADO DE CONTAMINACIÓN
Valencia	Aguas arriba	5,77	Regular-Pobre	5	“Probable contaminación considerable”
	Aguas Abajo	6,55	Pobre	6	“Probable contaminación muy considerable”
Aguas Blancas	Aguas arriba	7,23	Muy Pobre	7	“Probable contaminación orgánica severa”
	Aguas Abajo	6,47	Regular-Pobre	5	“Probable contaminación considerable”
El Muerto	Aguas arriba	7,3	Muy Pobre	7	“Probable contaminación orgánica severa”
	Aguas Abajo	5,64	Regular	4	“Probable contaminación regular considerable”

Rodríguez, 2012

4.1.3.3.2 Calidad de agua de los esteros en estudio, según el índice IBF-Sv-2010.

El Valor medio del índice IBF-SV para el estero “Valencia” es de 6,16 lo que indica que de acuerdo a la tabla de ponderación (Anexo 1, Tabla 4), recibe una calificación de “Regular-pobre”, con el grado de contaminación de “Probable contaminación considerable”, (Ver tabla 19).

Por otro lado, el valor medio del índice IBF-SV para el estero “Aguas Blancas” es de 6,85 lo que indica que de acuerdo a la tabla de ponderación (Anexo 1, Tabla 4), recibe una calificación de “Pobre”, con el grado de contaminación de “Probable contaminación muy considerable”, (Ver tabla 19).

Y por último con un valor medio del índice IBF-SV para el estero “El Muerto”, el resultado es de 6,47, lo que indica que de acuerdo a la tabla de ponderación (Ver Anexo 1, Tabla 5), recibe una calificación de “Regula-Pobre”, con el grado de contaminación de “Probable contaminación considerable”, (Ver tabla 19).

El índice IBF-Sv reconoce taxonómicamente a los organismos acuáticos a nivel de familia, contabiliza los individuos por familia recolectadas en cada punto, ponderando la abundancia de cada uno de ellos al multiplicarlas por puntajes que indican el grado de sensibilidad a la contaminación desde 0 a 10 (desde menor a mayor grado de contaminación orgánica). Dentro de la calificación por las semanas de muestreo este índice se comporta de manera más estable, es decir que no varía mucho de una semana a otra.

Tabla. 19. Calidad de agua de los esteros según el índice IBF-SV.
Cantón Valencia, 2012

ESTERO	IBF-Sv	CALIDAD	CLASE	GRADO DE CONTAMINACIÓN
Valencia	6,16	Regular-Pobre	5	“Probable contaminación considerable”
Aguas Blancas	6,85	Pobre	6	“Probable contaminación muy considerable”
El Muerto	6,47	Regulas-Pobre	5	“Probable contaminación considerable”

Rodríguez, 2012

4.1.3.3 Índice BMWP-Cr

Los resultados obtenidos en los estero en estudio según el Índice BMWP-Cr, son los siguientes:

Tabla 20. Valores del índice BMWP-Cr en los esteros Valencia, Aguas Blancas y El Muerto. Cantón Valencia, 2012

Esteros	Sitios	Máxima	Mínima	Promedio	Media (lugares)
Valencia	Aguas arriba	37	14	24	24,44
	Aguas abajo	33	18	24,88	
Aguas Blancas	Aguas arriba	15	3	10,63	12,38
	Aguas abajo	35	3	14,13	
El muerto	Aguas arriba	22	8	14,38	18,32
	Aguas abajo	38	3	22,25	

Rodríguez, 2012

4.1.3.3.1 Promedio de la calidad de agua de los esteros por secciones Aguas arriba y Aguas abajo, aplicando el índice IBMWP-Cr.

Los valores máximos y mínimos obtenidos del índice BMWP-Cr del estero Valencia se registraron, para el punto Valencia “Aguas Arriba”, es de 37 y 14, para el punto Valencia “Aguas Abajo”, de 33 y 18, (Ver Tabla 20), con promedios por punto, de 24 Valencia “Aguas Arriba” lo que indica que de acuerdo a la tabla a la tabla del nivel de calidad (Ver Anexo 1, Tabla 3), recibe una calificación de “Aguas de calidad mala, muy contaminada”, y 24,88 Valencia “Aguas Abajo”, lo que indica que de acuerdo a la tabla del nivel de calidad (Ver Anexo 1, Tabla 3), recibe una calificación de “Aguas de calidad mala, muy contaminada”, (Ver tabla 21), de acuerdo con la aplicación de este índice, no varía mucho la determinación de la calidad de agua y una sección a otra.

Por otro lado, los valores máximos y mínimos obtenidos según el índice BMWP-Cr del estero Aguas Blancas se registraron, para el punto de Aguas Blancas “Aguas Arriba”, valores de 15 y 3, para el punto Aguas Blancas “Aguas Abajo”, de 35 y 3 (Ver Tabla 20), con valores promedios por punto, de 10,63 Aguas Blancas “Aguas Arriba”, lo que indica que de acuerdo a la tabla del nivel

de calidad (Ver Anexo 1, Tabla 3), recibe una calificación de “Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminada”, (Ver tabla 21), y 14,13 Aguas Blancas “Aguas Abajo”, lo que indica que de acuerdo a la tabla del nivel de calidad (Ver Anexo1, Tabla 3), recibe una calificación de “Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminada”, (Ver tabla 21), la calificación de una sección a otra no varía.

Entre tanto los valores máximos y mínimos según el índice BMWP-Cr, para el estero El Muerto “Aguas Arriba” es de 22 y 8, para el punto El Muerto “Aguas Abajo” 38 y 3, (Ver Tabla 20), con valores promedios por punto, de 14,38 El Muerto “Aguas Arriba”, lo que indica que de acuerdo a la tabla del nivel de calidad (Ver Anexo 1, Tabla 3), recibe una calificación de “Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminada”, (Ver tabla 20), y 22,25 El Muerto “Aguas Abajo”, lo que indica que de acuerdo a la tabla del nivel de calidad (Ver Anexo 1, Tabla 3), recibe una calificación de “Aguas de calidad mala, muy contaminada”, (Ver tabla 21), la calidad de agua entre secciones arriba y abajo varía, en la sección aguas arriba existía poco caudal y la presencia de aves acuáticas domésticas, además constantes actividades humanas, como lavado de ropa aguas arriba.

Tabla. 21. BMWP-Cr Calidad de agua de los estero por secciones, Aguas arriba y abajo

ESTERO	SECCION	BMWP-Cr	CALIDAD	CLASE
Valencia	Aguas arriba	24	“Aguas de calidad mala, muy contaminada”	
	Aguas Abajo	24,88	“Aguas de calidad mala, muy contaminada”	
Aguas Blancas	Aguas arriba	10,63	“Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminada”	
	Aguas Abajo	14,13	“Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminada”	
El Muerto	Aguas arriba	14,38	“Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminada”	
	Aguas Abajo	22,25	“Aguas de calidad mala, muy contaminada”	

Rodríguez, 2012

4.1.3.3.2 Calidad de agua de los esteros en estudio, según el índice BMWP-Cr.

Como resultado final, con un valor medio del índice BMWP-Cr para el estero “Valencia” es de 24,44 lo que indica que de acuerdo a la tabla del nivel de calidad (Ver Anexo1, Tabla 3), recibe una calificación de “Aguas de calidad mala, muy contaminadas”, (Ver tabla 22).

Por otro lado, el resultado a un valor medio del índice BMWP-Cr para el estero “Aguas Blancas” es de 12,38 lo que indica que de acuerdo a la tabla del nivel de calidad (Ver Anexo 1, Tabla 3), recibe una calificación de “Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas”, (Ver tabla 22).

Otro valor medio del índice BMWP-Cr para el estero “El Muerto” es de 18,32 lo que indica que de acuerdo a la tabla del nivel de calidad (Ver Anexo 1, Tabla 3) recibe una calificación de “Aguas de calidad mala, muy contaminadas”, (Ver tabla 22).

Mientras tanto el índice BMWP-Cr, La puntuación se asigna por familia en función del grado de sensibilidad a la contaminación y la puntuación que indican el grado de contaminación va de 1 a 9 (desde mayor a menor grado de contaminación orgánica), lo contrario al otro índice aplicado, y este índice mostro variaciones en las calificaciones obtenidas en las semanas de muestreo. Pero al momento de determinar la calidad de agua de las quebradas ambos índices llegan a la misma determinación final.

Tabla. 22. Calidad de agua de los esteros según el índice BMWP-Cr.
Cantón Valencia, 2012

ESTERO	BMWP-Cr	CALIDAD	CLASE
Valencia	24,44	“Aguas de calidad mala, muy contaminada”	
Aguas Blancas	12,38	“Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas”	
El Muerto	18,32	“Aguas de calidad mala, muy contaminadas”	

Rodríguez, 2012

4.2. Discusión

4.2.1 Parámetros Físicos-Químicos de los esteros monitoreados

En la medición del Oxígeno Disuelto en los esteros monitoreados, registraron todas valores máximos y mínimos entre 11,30 y 3,1 mg/dm³, durante las 8 semanas de muestro, algo similar se dio en un estudio realizado en los esteros Piragua, Macul y Guayji, por Guerrero (2009), en la que los análisis efectuados, a la calidad del agua en la época seca, presentaron concentraciones de Oxígeno Disuelto comprendidas entre 13,53 y 0,32 mg/dm³.

En tanto en la medición de los Solidos Disueltos Totales, se registraron valores máximos y mínimos entre 122 y 60 mg/dm³, lo cual discrepa totalmente con el estudio realizado en los esteros Piragua, Macul y Guayji, por Guerrero (2009), en la cual arrojó valores de máximos y mínimos comprendidas entre 5,00 y 2,00 mg/dm³. Se obtuvieron valores elevados debido a que los estero se encuentran ubicados en áreas de intensa actividad agrícola y agregándoles las actividades de lavado que realizan, aumentando la producción de sulfatos que alteran la producción de los sólidos disueltos totales.

En la medición del parámetro de Conductividad Eléctrica, registrando valores entre 259 y 130 μ S/cm, lo cual discrepa totalmente con el estudio realizado en los esteros Piragua, Macul y Guayji, por Guerrero (2009), en la cual arrojó valores de máximos y mínimos comprendidas entre 5,07 y 3,44 μ S/cm.

Entre tanto los valores de Potencial de Hidrogeno, fluctúan entre 8,4 y 5, lo cual concuerda con el estudio realizado en los esteros Piragua, Macul y Guayji, por Guerrero (2009), en la cual arrojó valores de máximos y mínimos comprendidas entre 7,71 y 6,48.

Por su parte los valores de Temperatura registraron valores entre 38,9 y 26 °C, lo cual coincide con el estudio realizado en los esteros Piragua, Macul y Guayji, por Guerrero (2009), en la cual arrojó valores de máximos y mínimos comprendidas entre 26,40 y 22,50 °C.

4.2.2 Macroinvertebrados identificados a nivel de orden y familia, encontrados en los esteros en estudio.

En el estero Valencia en la sección “Aguas Arriba” se registró con mayor número de individuos a los órdenes **Gastropoda** (34,29%), Se concluye que la alta producción de los caracoles o Gastropodos es debido a la vegetación que existe en las orillas del estero ya que estos individuos se alimentan de vegetales y de otros individuos, Esto concuerda con los estudios realizados por Domínguez y Fernández (2009), estos moluscos se alimentan generalmente de vegetales, detrito o del perifiton que cubren sustratos duros en los ríos, lagos y lagunas.

En cuanto a la sección “Aguas Abajo” se registró con mayor número de individuos a los órdenes **Odonata** (38,98%), debido a la aguas lentas y poco profunda del sitio y esto concuerda con lo escrito por Roldan (1988) los Odonatos viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas y poco profundas; por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutrofizadas.

En el estero Aguas Blancas en la sección “Aguas Arriba” se registraron con mayor número de individuos a los órdenes **Diptera** (50,91%). Existían aguas estancadas y según lo que estipula Domínguez y Fernández (2009) la variedad de hábitats acuáticos que ocupan los estados inimaginables de Dípteros es muy superior a los de cualquier orden de insectos, es por ello difícil definir de una sola manera las características ecológicas de los dípteros acuáticos.

Por lo tanto en la sección “Aguas Abajo” se registraron con mayor número de individuos a los órdenes **Odonata** y **Gastropoda** (23,58%). Estero con abundante vegetación, raíces flotantes, lo cual coincide según Roldan (1988) los odonatos se desarrollan en medios de hábitats con presencia de hojarasca, vegetación en sus orillas y corrientes lentas, concuerda con las características de esta sección del estero.

Entre tanto en el estero El Muerto en la sección “Aguas Arriba” se registraron con mayor número de individuos a los órdenes **Ephemeroptera** (54,47%), por ser aguas corriente y buena cantidad de piedras y en pocas secciones lodosas, hace posible su mayor numero en esta sección y concuerda con lo escrito por Roldan (1998), las Ephemeroptera viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas y algunas pocas especies se encuentran enterradas en fondos lodosos o arenosos.

En la sección “Aguas Abajo” los órdenes que se registraron con mayor número de individuos fueron **Ephemeroptera** (21,25%). Son aguas rápidos y pedregosos, al igual que en la sección Aguas arriba del estero, el orden Ephemeroptera fue el que se registró con mayor número de individuos, y se concuerda con lo que describe Roldan acerca de las características del hábitat de este Orden.

En los tres esteros en estudio los macroinvertebrados encontrados varían de una sección a otra, esto depende a que las características de la quebrada cambian de una sección a otra y por lo tanto no vamos a encontrar los mismos ordenes que talvez se encontraban en la otra sección, el número de individuos que tenga un Orden tendrá influencia en la calificación del índice IBF-Sv porque este toma en cuenta la abundancia para determinar la calificación, en cambio el índice BMWP-Cr no toma en cuenta la abundancia, solo suma los puntajes asignadas a las familias una sola vez para obtener su calificación.

Dentro de los tres esteros en estudio, hubieron dos secciones en la cual hubo mayor cantidad de individuos en las sección aguas abajo y menor en la sección aguas arriba y otra en la cual fue lo contrario, La teoría dice que mientras mayor número de individuos en un curso de agua quiere decir que el agua es de una buena calidad, pero esto no siempre es así, ya que dentro de este mayor número de individuos se encontraron familias que se encuentran con una gran resistencia a la contaminación y logran dar una calificación de mala calidad a estas aguas.

4.2.3 Calidad de agua de los esteros en estudio

En la sección “aguas arriba” del estero Valencia según el índice IBF-Sv, la calidad de agua es 5,77 recibe una calificación de “Regular-Pobre” con el grado de contaminación de “Probable contaminación considerable”, mientras que para la sección “aguas abajo” la calidad de agua es 6,55 con una calificación de “Pobre” con un grado de contaminación de Probable contaminación muy considerable, Esto indica que la sección aguas abajo esta algo más deteriorada que la sección aguas arriba, esto demuestra que afecta las actividades humanas que existen en las orillas, banano, palma africana y un caserío que existe en la ribera de la sección aguas abajo.

Mientras tanto en la sección “aguas arriba” del estero Aguas Blancas para el índice IBF-Sv tiene una calidad de agua de 7,23 recibe una calificación de “Muy Pobre” con el grado de contaminación de “Probable contaminación muy severa” y para la sección “aguas abajo” presento 6,47. De acuerdo a estas calificaciones la sección “aguas arriba” resulto ser la más deteriorada en relación con las sección “aguas abajo”, esto depende del poco caudal que existía en esta sección, además existían aves acuáticas domésticas.

Según el índice IBF-Sv la calidad de agua del estero Valencia es 6,16 lo que indica recibe una calificación de “Regular-pobre”, con el grado de contaminación “Probable contaminación considerable”, según la determinación de la calidad de agua del estero Aguas Blancas es 6,85, recibe una calificación de “Pobre”, con el grado de contaminación de “Probable contaminación muy considerable” y para el estero El Muerto se obtuvo un valor de calidad de 6,47 por lo tanto recibe una calificación de “Regula-Pobre”, con el grado de contaminación de “Probable contaminación considerable”.

Mientras tanto según el índice BMWP-Cr, para la sección “aguas arriba” dio 24 y recibe una calificación de “aguas de calidad mala, muy contaminada” y para la sección “aguas abajo” da 24,88 y recibe la calificación de “aguas de calidad mala, muy contaminada, de acuerdo con la aplicación de este índice, no varía mucho la determinación de la calidad de agua y una sección a otra.

Para el estero Aguas Blancas en la sección “aguas arriba” da 10,63 y recibe una calificación de “aguas de calidad muy mala, muy contaminada” y para la sección “aguas abajo” 14,13 da una calificación de “aguas de calidad muy mala, muy contaminada” lo cual no varía entre secciones su calificación de la calidad del agua.

Dentro de la sección “aguas arriba” para el estero El Muerto da 14,38 y recibe una calificación de “aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminada” y para la sección “aguas abajo” 22,25 y recibe una calificación de “aguas de calidad mala, muy contaminada” Varía la calidad de agua entre secciones arriba y abajo, en la sección aguas arriba existía poco caudal y la presencia de aves acuáticas domésticas, además constantes actividades humanas, como lavado de ropa aguas arriba.

Por otro lado el índice BMWP-Cr determina una calidad de agua del estero Valencia de 24,44, recibe una calificación de “Aguas de calidad mala, muy contaminada”. Para el estero Aguas Blancas arroja un resultado de 12,38 recibe una calificación de “Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminada”. Y por último califica al estero El Muerto con 18,32, recibe una calificación de “Aguas de calidad mala, muy contaminada”.

El índice IBF-Sv-2010 reconoce taxonómicamente a los organismos acuáticos a nivel de familia, contabiliza los individuos por familia recolectadas en cada punto, ponderando la abundancia de cada uno de ellos al multiplicarlas por puntajes que indican el grado de sensibilidad a la contaminación desde 0 a 10 (desde menor a mayor grado de contaminación orgánica). Dentro de la calificación por las semanas de muestreo este índice se comporta de manera más estable, es decir que no varía mucho de una semana a otra.

Mientras tanto mostrando lo contrario el índice BMWP-Cr, La puntuación se asigna por familia en función del grado de sensibilidad a la contaminación y la puntuación que indican el grado de contaminación va de 1 a 9 (desde mayor a menor grado de contaminación orgánica), lo contrario al otro índice aplicado, y

este índice mostro variaciones en las calificaciones obtenidas en las semanas de muestreo. Pero al momento de determinar la calidad de agua de las quebradas ambos índices llegan a la misma determinación final.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los resultados biológicos son de gran utilidad para el estudio de la calidad de agua de una quebrada, ya que se utiliza bioindicadores como herramienta novedosa y aun no muy aprovechada en nuestro país, que ayuda a conocer la biodiversidad acuática con la que cuentan nuestras microcuencas hídricas.
- La investigación sirve para la creación de una base de datos sobre las comunidades de macroinvertebrados que son más abundante en estos tres esteros Valencia, Aguas Blancas y el Muerto del cantón Valencia, provincia de Los Ríos. Y al mismo tiempo los individuos sacrificados para la elaboración de este estudio servirán como base fundamental para conocer las comunidades acuáticas.
- Los parámetros fisicoquímicos en esta investigación determinan bajo qué nivel de porcentaje pueden existir ciertos macroinvertebrados acuáticos.
- Mediante la utilización de los índices bióticos para medir la calidad de agua de los tres esteros, se obtuvieron dos datos de contaminación biológica de cada estero y al final un total que determina la calidad de agua por estero.
- Durante la aplicación de los índices tanto del IBF-Sv como el BMWP-Cr, hay ciertas calificaciones asignadas a los gasterópodos siendo similares, lo cual influye en algún resultado final de la calidad de un sitio aplicando estos índices.
- Los costos económicos al realizar un análisis de la calidad de agua de una quebrada por este mecanismo resulta económico, además que los resultados arrojados por estos bioindicadores pueden dar una mejor determinación de la calidad de agua, porque son obtenidos de individuos que viven en ese medio acuático.

- Se acepta la hipótesis planteada, la población de macroinvertebrados acuáticos influye directamente en la determinación de la calidad de agua de los tres esteros de Valencia, Aguas Blancas y el Muerto del cantón Valencia, Provincia de Los Ríos.
- Los resultados obtenidos durante cada semana de muestreo es diferente para cada Índice métrico, el BMWP-Cr mostro variaciones entre las semanas de monitoreo, mientras que el IBF-Sv mostro más estabilidad en sus resultados entre semanas de monitoreo.
- Tanto el Índice IBF-Sv como el BMWP-Cr llegan a evaluaciones muy similares en el sentido de la determinación de la calidad general, dando un nivel de calidad de aguas contaminadas para cada uno de los esteros estudiados, estas quebradas se encuentran muy intervenidas por ello arrojan estos resultados.

5.2 Recomendaciones

- Dar a conocer la información obtenida a partir de esta investigación a las autoridades del municipio de Valencia, para que pueda tomarse como base para la implementación de campañas de monitoreo y actividades para la conservación de los recursos naturales en zonas que están siendo amenazadas por la deforestación y el crecimiento de las actividades agrícolas y la expansión de la zona urbana.
- Se recomienda que la participación ciudadana sea implementada para ayudar a la conservación de los recursos naturales, ya que esta es muy importante para el éxito de esta actividad, puesto que son ellos los que se encuentran poblando las quebradas, son quienes deben de conocer el impacto que sus acciones tienen sobre de los recursos y tomar medidas para disminuir los efectos negativos.

- Promover y realizar monitoreos en las diferentes épocas del año, para determinar así que tipos de individuos predominan en cada época.
- Se recomienda la aplicación de los dos índices métricos porque son de fácil aplicación, tomando en cuenta que si se quiere tener conocimiento de las variaciones que tiene la quebrada durante los meses de muestreo, se puede recomendar el uso del métrico BMWP-Cr, porque este índice nos arroja resultados que nos muestran las variaciones entre los meses de monitoreo.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. LITERATURA CITADA

Aspectos físicos de la calidad del agua (en línea). Consultado el 26 de marzo del 2013. Disponible en www.cepis.ops-oms.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manual/tomol/uno.pdf

BERNAL, C. 2006. Tipos de investigación. Segunda edición. Leticia Gaona Figueroa. Mexico, Mexico. 112p.

CALDERON, J. 2004. Evaluación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y la calidad físicos-químicas del agua. (en línea). Los macroinvertebrados. Consultado el 1 de abril del 2013. Disponible en www.monografia.com

CAMARGO, J. 2005. Estudio de los efectos producidos por la contaminación de nutrientes sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. (en línea). Macroinvertebrados bentónicos. Consultado el 1 de abril del 2013. Disponible en www2.vah.es/doct

CARRERA, C. Y FIERRO, K. 2001. Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua. Edición primera. Ecociencia. Quito, Ecuador. 27, 28, 29,30 Pp.

CHEVEZ, J y ORANTES, E. 2010. Reconocimiento de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos como alternativa para determinar la calidad de agua del río sensunapán, departamento de sonsonate. El Salvador. 9, 10, 12,13 P.p.

DOMINGUEZ, E. Y FERNANDEZ, H. 2009. macroinvertebrados bentónicos. Ed. fundación Miguel Lillo. Argentina. 17, 18, 557 P.p.

GOYENOLA, G. 2007. Conductividad eléctrica. (en línea). Red de monitoreo ambiental. Consultado el 2 de abril del 2013. Disponible en http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/c

GUERRERO, N. 2009. Inventario de comunidades acuáticas de macroinvertebrados en tres esteros pequeños de la zona de Quevedo y la aplicación de protocolos de biomonitorio, Tesis de Grado Universidad técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 31-32-33-34-35-36-37 P.p.

HACIENDA. 2007. Evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de aguas superficiales. (en línea). Consultado el 6 de abril del 2013. Disponible en www.hacienda.go.cr/centro/datos/Decreto/Decretos17%22007.pdf

HANSON, P. ET AT. 2010. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos, revista de biología tropical. (en línea). Consultado el 3 de abril del 2013. Disponible en http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442010000800001&script=sci_arttext.

ROLDAN, G. 1992. Ecosistemas acuáticos. Primera edición. Editorial universidad de Antioquia. Medellin, Colombia.

ROLDAN, G. 1988. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. Bogotá, Col. Ed. Fondo FEN- Colombia, Colciencias- Universidad de Antioquia. 1, 4, 20, 39, 145, P.p.

ROLDAN, G. 2003. Bioindicación de la calidad de agua en Colombia. Medellin, Colombia. Primera edición. Editorial Universidad de Antioquia. 5, 10, 11, P.p

ROMERO, J. 2005. Parámetros físicos, químicos del agua. Segunda edición. Esc. Colombiana de ingeniería. Bogotá, Colombia. 111, 114, 128 P.p.

SERMEÑO, J; SERRANO, L; SPRINGER, M; PANIAGUA, M; PEREZ, D; RIVAS, D; BONILLA, B; CARRANZA, F; FLORES, J; GONZALES, C; GUTIERREZ, P; HERNANDEZ, M; MONTERROSA, A; ARIAS, A. 2010. Determinación de la calidad de las aguas de los ríos de el Salvador, utilizando invertebrados acuáticos: índice biológico a nivel de familia de invertebrados acuáticos en el Salvador IBF-Sv. San Salvador, Salvador. 25 pag.

SIERRA, C. 2011. Calidad del agua, evaluación y diagnóstico. Primera edición. Editorial de la U. Medellin, Colombia. 83, 161, 163 P.p.

CAPITULO VII
ANEXOS

ANEXO 1. TABLAS DE PUNTUACIONES DE LOS INDICES METRICOS.

Tabla 2. Puntaje para las familias identificadas en Costa Rica

9	O D E P T	<i>Polythoridae</i> <i>Blephariceridae; Athericidae</i> <i>Heptageniidae</i> <i>Perlidae</i> <i>Lepidostomatidae; Odontoceridae; Hydrobiosidae; Ecnomidae</i>
8	E O T B	<i>Leptophlebiidae</i> <i>Cordulegastridae; Corduliidae; Aeshnidae; Perilestidae</i> <i>Limnephilidae; Calamoceratidae; Leptoceridae; Glossosomatidae</i> <i>Blaberidae</i>
7	C O T Cr	<i>Ptilodactylidae; Psephenidae; Lutrochidae</i> <i>Gomphidae; Lesliidae; Megapodagrionidae; Protoneuridae;</i> <i>Platystictidae</i> <i>Philopotamidae</i> <i>Talitridae; Gammaridae</i>
6	O M T E	<i>Libellulidae</i> <i>Corydalidae</i> <i>Hydroptilidae; Polycentropodidae; Xiphocentronidae</i> <i>Euthyplociidae; Isonychidae</i>
5	L T C E Cr Tr	<i>Pyalidae</i> <i>Hidropsychidae; Helicopsychidae</i> <i>Dryopidae; Hydraenidae; Elmidae; Limnichidae</i> <i>Leptoxyphidae; Oligoneuriidae; Polymitarciidae; Baetidae</i> <i>Crustacea</i> <i>Turbellaria</i>
4	C D H O E Hi	<i>Chrysomelidae; Curculionidae; Haliplidae; Lampyridae;</i> <i>Staphylinidae; Dytiscidae; Gyrinidae; Scirtidae; Noteridae</i> <i>Dixidae; Simuliidae; Tipulidae; Dolichopodidae; Empididae; Muscidae;</i> <i>Sciomyzidae; Cerapotogonidae; Stratiomyidae; Tabanidae</i> <i>Belostomatidae; Corixidae; Naucoridae; Pleidae; Nepidae;</i> <i>Notonectidae; Calopterygidae; Coenagrionidae</i> <i>Caenidae</i> <i>Hidracarina</i>
3	C D Mo A Cr	<i>Hydrophilidae</i> <i>Psychodidae</i> <i>Valvatidae; Hidrobiidae; Lymnaeidae; Physidae;</i> <i>Planorbidae; Bithyniidae; Bythinellidae; Sphaeriidae</i> <i>Hirudea; Glossiphonidae; Hirudidae; Erpobdellidae</i> <i>Asellidae</i>
2	D	<i>Chironomidae; Culicidae; Ephydriidae</i>
1	D A	<i>Syrphidae</i> <i>Oligochatea (todas las clases)</i>

NOTA: D : *Diptera* ; E: *Ephemeroptera* ; P: *Plecoptera* ; T: *Tricoptera* ; O: *Odonata*; C: *Coleoptera* ; M: *Megaloptera* ; H. *Hemiptera* ; L: *Lepidoptera* ; B: *Blattodea*; T: *Tricladida*; Cr: *Crustacea* ; A: *Anelida* ; M: *Molusca*.

Tabla 3. Clasificación de la calidad del agua en función del puntaje total obtenido

NIVEL DE CALIDAD	BMWP-Cr	Color Representativo
Aguas de calidad excelente	> 120	Azul
Aguas de calidad buena, no contaminadas alteradas de manera sensible	101-119	Azul
Aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada	61-100	Verde
Aguas de calidad mala, contaminadas	36-60	Amarillo
Agua de calidad mala , muy contaminadas	16-35	Naranja
Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas	< 15	Rojo

Tabla 4. Puntaje para las familias identificadas en el Salvador IBF-SV

Puntajes o Grados de sencibilidad a la contaminación	Invertebrados acuáticos	
	Orden	Familia
0	Diptera	Blephariceridae
1	Odonata	Corduliidae
		Platystictidae
2	Trichoptera	Glossosomatidae
	Odonata	Cordulegasteridae
	Plecoptera	Perlidae
	Trichoptera	Calamoceratidae
		Lepidostomatidae
		Odontoceridae
Xiphocentronidae		
3	Blattodea	
	Coleoptera	Gyrinidae
		Lampyridae
		Ptilodactylidae
	Ephemeroptera	Heptageniidae
	Trichoptera	Polycentropodidae
4	Bivalvia	
	Gastropoda	Hydrobiidae
	Coleoptera	Dryopidae
		Elmidae
		Hydroscaphidae
		Noteridae
		Psephenidae
	Hemiptera	Pleidae
	Odonata	Aeshnidae
	Trichoptera	Hydrobiosidae
Hydroptilidae		
Leptoceridae		
5	Acarina	
	Nematoda	
	Planaria	
	Amphipoda	
	Coleoptera	Hydraenidae

		Limnichidae
		Litrochidae
	Collembola	
	Diptera	Dixidae
		Tipulidae
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae
	Hemiptera	Corixidae
		Gelastocoridae
		Mesoveliidae
		Nepidae
		Notonectidae
		Saldidae
	Veliidae	
	Lepidoptera	Crambidae
	Trichoptera	Helicopsychidae
Hydropsychidae		
Philopotamidae		
Decapoda		
Coleoptera	Curculionidae	
	Scirtidae	
	Staphylinidae	
Diptera	Dolichopodidae	
	Empididae	
	Simuliidae	
	Stratiomyidae	
	Tabanidae	
Ephemeroptera	Baetidae	
	Leptohyphidae	
Hemiptera	Gerridae	
	Hebridae	
	Naucoridae	
Odonata	Lestidae	
Hirudinea		
Gastropoda	Planorbiidae	
Coleoptera	Dytiscidae	
	Hydrophilidae	
Diptera	Psychodidae	
Ephemeroptera	Caenidae	
Hemiptera	Belostomatidae	
	Ochteridae	
Megaloptera	Corydalidae	
Odonata	Calopterygidae	
	Gomphidae	
	Libellulidae	
8	Diptera	Ceratopogonidae
		Chironomidae
9	Gastropoda	Physidae
	Diptera	Ephydriidae
		Muscidae
Odonata	Coenagrionidae	
10	Oligochaeta	
	Diptera	Culicidae
		Syrphidae

Tabla 5. Evaluación de la calidad del agua usando el IBF

CLASE	IBF	CALIFICACION	GRADO DE CONTAMINACIÓN ORGÁNICA
1	0.00-3.75	Excelente	Contaminación orgánica improbable
2	3.76-4.25	Muy Buena	Posible contaminación orgánica ligera
3	4.26-5.00	Buena	Alguna contaminación orgánica probable
4	5.01-5.75	Regular	Probable contaminación regular considerable
5	5.76-6.50	Regular-Pobre	Probable contaminación considerable
6	6.51-7.25	Pobre	Probable contaminación muy considerable
7	7.26-10.00	Muy Pobre	Probable contaminación orgánica severa

Tabla 23. Rango de concentración de Oxígeno Disuelto y consecuencias ecosistémicas frecuentes.

OD (mg/dm ³)	Condición	Consecuencias
0	Anoxia	Muerte masiva de organismos aerobios
0-5	Hipoxía	Desaparición de organismos y especies sencibles
5-8	Aceptable	(OD) adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.
8-12	Buena	(OD) adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.
>12	Sobresaturada	Sistemas en plena producción fotosintética

Goyenola, 2007

Tabla 24. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario

Parámetro	Unidad de medida	*TULSMA	**OMS 1993	*** EPA
Temperatura		Condiciones naturales + 3 Máxima 32		
Conductividad			250	
STD				100
pH	-----	6,5 – 9		

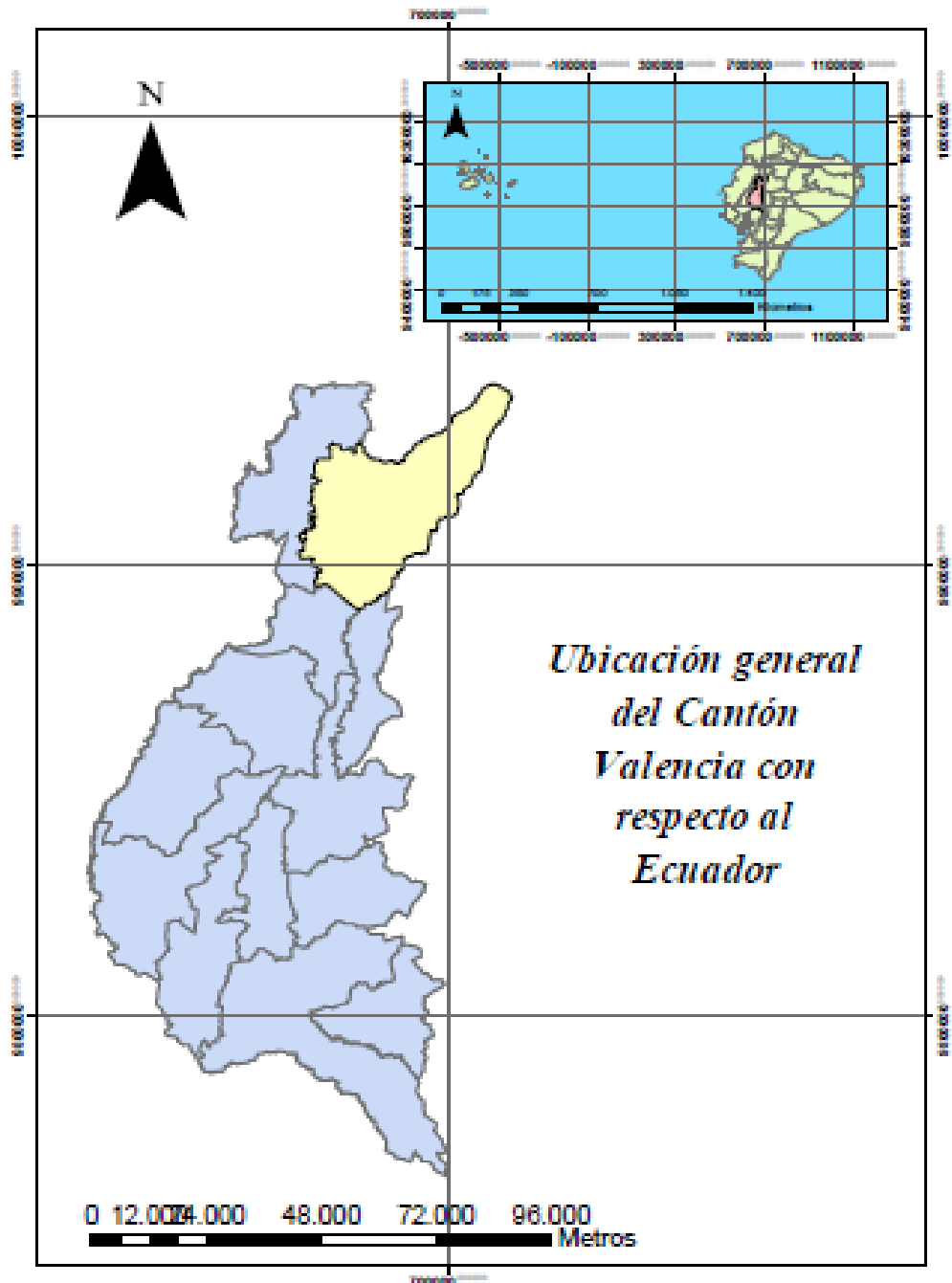
* TULSMA. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario

** Lenntech BV. 1998 – 2012. Tabla Comparativa de Estándares de calidad del agua de la OMS; (a) No hay directriz, pero es deseable

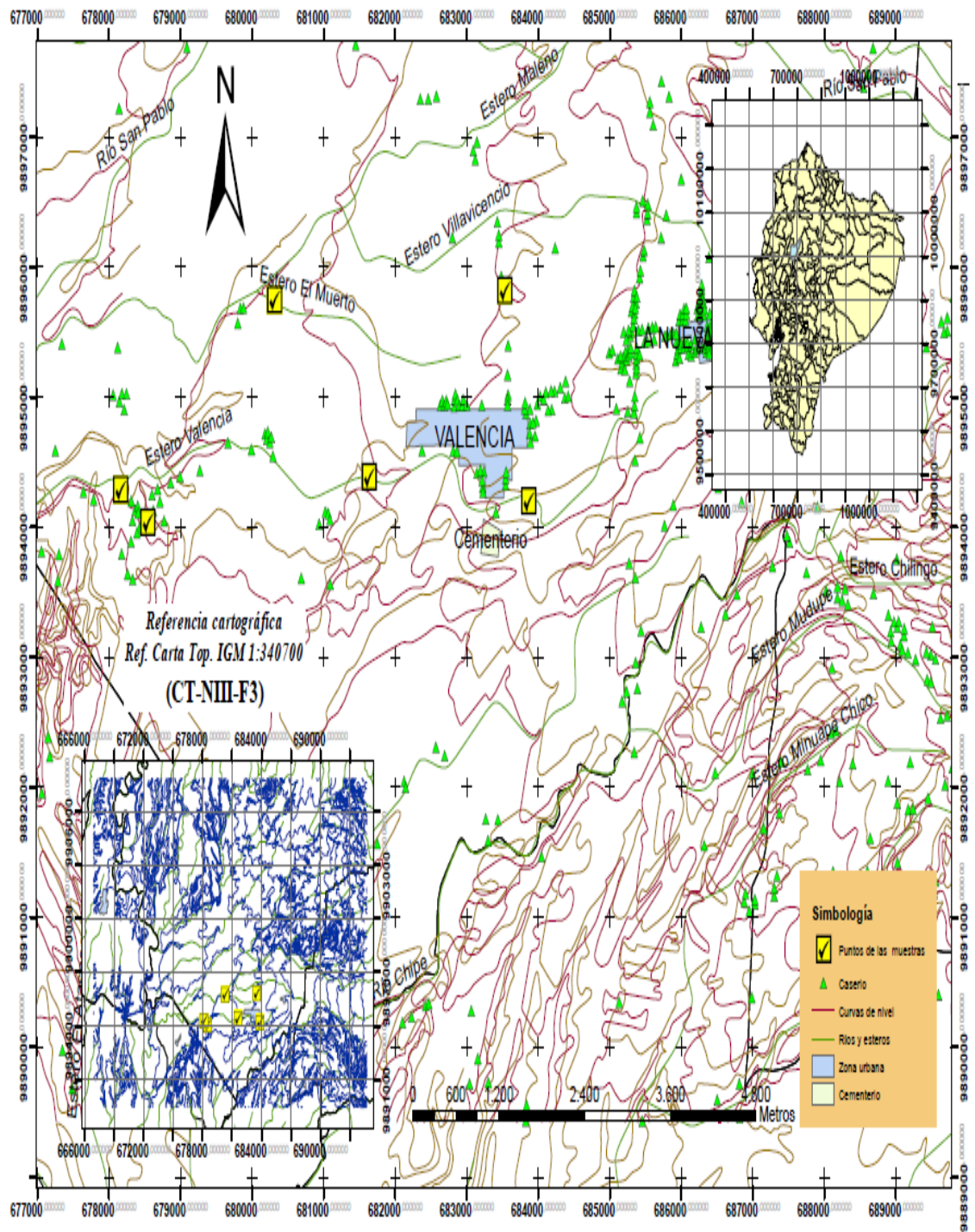
*** ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, EPA. US. Recommended Ambient Water Quality Freshwater.

ANEXO 2. MAPAS DE UBICACIÓN

UBICACIÓN GENERAL DEL CANTÓN VALENCIA RESPECTO DEL ECUADOR



UBICACIÓN DE LA ESTACIONES DE BIOMONITOREO EN LA ZONA DE VALENCIA



ANEXO 3. MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS PRESENTES EN LOS ESTEROS ESTUDIADOS.



Orden Gastropoda, estero Valencia “aguas arriba”, 2012



Orden Ephemeroptera, estero Valencia “aguas arriba”, 2012



Figura 12. Orden Trichoptera, estero Valencia “aguas arriba”, 2012



Orden Odonata, estero Valencia "aguas abajo", 2012



Orden Ephemeroptera, estero Valencia "aguas abajo", 2012



Orden Díptera, estero Aguas Blancas "aguas arriba", 2012



Orden Ephemeroptera, estero Aguas Blancas “aguas arriba”, 2012



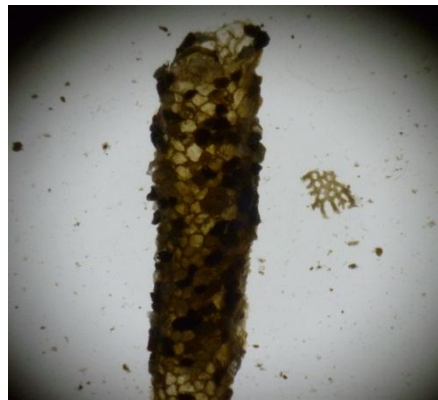
Orden Odonata, estero Aguas Blancas “aguas abajo”, 2012



Orden Trichoptera, estero Aguas Blancas “aguas abajo”, 2012



Orden Ephemeroptera, estero El Muerto "aguas arriba", 2012



Casa de Trichoptera, estero El Muerto "aguas arriba", 2012



Orden Díptera, estero El Muerto "aguas arriba", 2012



Orden Diptera, estero El Muerto “aguas abajo”, 2012



Orden Odonata, estero El Muerto “aguas abajo”, 2012