



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
**UNIDAD DE POSTGRADO INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO**
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL

TEMA:

“INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD BANANERA, EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO CAUJE Y PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO, EN EL CANTÓN VALENCIA PROVINCIA DE LOS RÌOS 2014”.

Tesis que se presenta como requisito para optar por el grado Académico de Magister en Administración Ambiental

Autora: Norma Guerrero Chuez

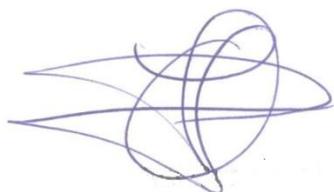
Tutora: Blga. Olga Quevedo Pinos, M.Sc.

Guayaquil, Junio del 2015

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: "INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD BANANERA, EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO CAUJE Y PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO, EN EL CANTÓN VALENCIA PROVINCIA DE LOS RÍOS 2014"	
AUTOR: ING. NORMA MARÍA GUERRERO CHUEZ	TUTORA: BLGA. OLGA QUEVEDO PINOS, M.SC.
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL	REVISORES: ING. VÍCTOR HUGO BRIONES MBA
	FACULTAD: UNIDAD DE POSTGRADO INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
CARRERA: PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL	
FECHA DE PUBLICACIÓN: JUNIO 2015	No. DE PÁGS: 130
TÍTULO OBTENIDO: MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL	
ÁREAS TEMÁTICAS: BIODIVERSIDAD	
PALABRAS CLAVE: indicadores biológicos, calidad del agua, insectos, impacto del cultivo de banano.	
RESUMEN La presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de las actividades bananeras en la calidad del agua del estero Cauje para esto se utilizó como punto de control el estero Pise el mismo que presentaba en su ribera asociaciones agroforestales y cultivos de cacao, diferente al estero Cauje caracterizándose por la presencia de cultivos de banano y descargas de agua provenientes de los procesos del banano en ambos esteros se realizaron análisis físico-químicos del agua como Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos Totales, Demanda Biológica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y análisis de Plomo en sedimento de los sitios estudiados, además se recolectaron muestras de entomofauna acuática con una red tipo "D" en diferentes tipos de hábitat, que luego fueron separados con pinzas y depositados en frascos debidamente rotulados para su posterior identificación en el laboratorio hasta nivel de familia. Los macro-invertebrados identificados y utilizados como bio-indicadores biológicos fueron confrontados en el índice BMWP-Cr para determinar la calidad de agua de los sitios.	
No. DE REGISTRO (en base de datos):	No. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0968786922 E-mail: normaguerreroch@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Unidad de Postgrado Investigación y Desarrollo
	Teléfono: 2325530-38 Ext. 114
	E-mail:

CERTIFICADO DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del programa de maestría en Administración Ambiental, nombrado por el Director General de la Unidad de Postgrado, Investigación y Desarrollo, CERTIFICO: que he analizado la tesis presentada como requisito para optar por el grado académico de Magister en Administración Ambiental, titulada: “INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD BANANERA, EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO CAUJE Y PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO, EN EL CANTÓN VALENCIA PROVINCIA DE LOS RÍOS 2014”, la misma que cumple con los requisitos académicos, científicos y formales que demanda el reglamento de postgrado.



Blga. Olga Quevedo Pinos, M.Sc.

Guayaquil, Junio del 2015

C.I. 0909642936

Tutora

CERTIFICACIÓN DE REDACCIÓN Y ESTILO

Lcda. Mercedes Solís Plúas, Diplomado Superior en Docencia Universitaria con el registro del SENESCYT No. 1006-09-690248 por medio del presente tengo a bien **CERTIFICAR**: Que he revisado la redacción, estilo y ortografía de la tesis de grado elaborada por la **Srta. NORMA MARÍA GUERRERO CHUEZ** con C.I. # 1206133413, previo a la obtención del título de **MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL**

TEMA DE TESIS:

“INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD BANANERA, EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO CAUJE Y PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO, EN EL CANTÓN VALENCIA PROVINCIA DE LOS RÍOS 2014”

Trabajo de investigación que ha sido escrito de acuerdo a las normas ortográficas y de sintaxis vigentes.

Mercedes Solís Plúas

Lcda. Mercedes Solís Plúas

C.I. # 1206133413

NÚMERO DE REGISTRO:

1006-09-690248

NÚMERO DE TELÉFONO FIJO Y CELULAR:

042 216561 - 0986205931

AUTORÍA

Los pensamientos, ideas, opiniones, interpretaciones, conclusiones y recomendaciones, así como la información obtenida en este trabajo de investigación, son de exclusiva responsabilidad de la autora.

Debo manifestar además que éste trabajo de grado no ha sido presentado anteriormente para optar por ningún otro título o grado.

F. _____

Ing. Norma Guerrero Chuez.

C.I. 1206133413

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este logro en mi vida

A Dios que me ha dado la vida, demostrando tantas veces su existencia y con ello darme fuerzas para salir delante de cada adversidad, por mostrarme que con fe todo es posible

A mis padres, gracias por su amor y confianza, por haber fomentado en mí el deseo de superación y anhelo de ser cada día mejor

A mis hermanos que son mi incentivo y el orgullo en mi vida

Guayaquil, Junio/ 2015

AGRADECIMIENTOS

Aprovecho este momento irreplicable que me brinda el final de esta investigación para rendir un merecido homenaje a todas aquellas personas que me ayudaron en este trayecto.

A mi amado Otto López Chiang por llenar mi vida de alegría y amor y dedicar su tiempo, y apoyo fundamentales para el éxito de esta investigación.

A mis queridos amigos Mariela, Edwin, Katherine, Guillermo, Julio y Mauro con los que he compartido momentos de amistad en diferentes etapas de mi vida

Al Ing. Jorge Neira Mosquera por compartir sus conocimientos y experiencia

Mi más sincero agradecimiento a mi tutora Blga. Olga Quevedo Pinos, M.Sc. y al Ing. Segundo Delgado M.Sc. por su tiempo y asesoramiento brindado en la realización de este estudio

Y a todas aquellas personas y amigos que he podido mencionar, que han estado dispuestos a ayudar cuando lo he necesitado. Muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

ITEM	CONTENIDO DEL ÍNDICE	PÁGS.
	CARÁTULA	I
	REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	II
	CERTIFICADO DEL TUTOR	III
	CERTIFICACIÓN DE REDACCIÓN Y ESTILO	IV
	AUTORÍA	V
	DEDICATORIA	VI
	AGRADECIMIENTOS	VII
	ÍNDICE GENERAL	VIII
	ÍNDICE DE TABLAS	XII
	ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIII
	RESUMEN	XIV
	ABSTRACT	XV
	INTRODUCCIÓN	1
	CAPÍTULO 1	4
	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1	Contextualización de la problemática	4
1.2	Situación actual de la problemática	5
1.3	Problema de la investigación	6
1.4	Delimitación del problema	6
1.5	Hipótesis	7
1.6	JUSTIFICACIÓN	8
1.7	OBJETIVOS	9
1.7.1	Objetivo General	9
1.7.2	Objetivos Específicos	9
1.8	CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN	10
	CAPÍTULO 2	11
2.1	Fundamentación Teórica	11
2.1.1	El Cultivo de banano y demás actividades agrícolas en el Ecuador	11
2.1.2	Los plaguicidas y su efecto en la salud humana	14
2.2	Fundamentación conceptual	15
2.2.1	Hábitat	15
2.2.2	Nicho Ecológico	15
2.2.3	Sistemas acuáticos	16
2.2.4	Tipos de sistemas acuáticos	16
2.2.4.1	Ecosistemas de corrientes de agua	17
2.2.4.2	Ecosistemas lénticos	17

2.2.5	Tipos de los organismos acuáticos	17
2.2.5.1	Plancton	17
2.2.5.2	Necton	18
2.2.5.3	Bentos	18
2.2.5.4	Neuston	18
2.2.5.5	Seston	18
2.2.5.6	Perifiton	18
2.2.6	Calidad biológica del agua	18
2.2.7	Bio-indicadores	19
2.2.8	Macro-invertebrados acuáticos	20
2.2.9	Características de los órdenes de macro-invertebrados acuáticos	21
2.2.9.1	Orden Ephemeroptera	21
2.2.9.2	Orden Odonata	22
2.2.9.3	Orden Hemiptera	22
2.2.9.4	Orden Coleoptera	22
2.2.9.5	Orden Trichoptera	22
2.2.9.6	Orden Lepidoptera	23
2.2.9.7	Orden Díptera	23
2.2.9.8	Clase Vivalvia	23
2.2.10	Ventajas del uso de macro-invertebrados acuáticos como bioindicadores	24
2.2.11	Índices bióticos	25
2.2.11.1	Índice BMWP-Cr	26
2.2.12	Métodos de recolección de insectos acuáticos	27
2.2.12.1	Métodos para ambientes de aguas poco profundas	27
2.2.12.2	Métodos para ambientes de aguas profundas	28
2.2.13	Parámetros físico-químicos	28
2.2.13.1	pH	28
2.2.13.2	Turbidez	29
2.2.13.3	Oxígeno disuelto	29
2.2.13.4	Demanda bioquímica de oxígeno	29
2.2.13.5	Demanda química de oxígeno	29
2.2.13.6	Temperatura	30
2.2.13.7	Plomo	30
2.2.14	Plan de Manejo de Cuencas Hidrográficas	30
2.3	Fundamentación Legal	31
	CAPÍTULO 3	32
	MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1.	Materiales	32
3.1.1	Lugar de la investigación	32
3.1.2	Periodo de la investigación	33
3.1.3	Recursos empleados	33
3.1.4	Universo	34

3.1.5	Muestra	34
3.2	Métodos	35
3.2.1	Identificación de los insectos acuáticos presentes un sector del estero Cauje y Pise	36
3.2.1.1	Selección de puntos de muestreo aleatorio	36
3.2.1.2	Recolecta y procesamiento de las muestras	37
3.2.1.3	Comparación de la calidad del agua mediante análisis físico-químico y la diversidad de insectos en el estero Cauje mediante la utilización del Índice Biológico BMWP-Cr y la zona de control	39
3.2.1.4	Plan de acción para la recuperación de los nichos de insectos acuáticos en zonas de producción bananera	42
3.2.1.5	Análisis e interpretación de los resultados	43
3.2.2	Tipo de Investigación	45
3.2.3	Diseño de Investigación	45
	CAPÍTULO 4	47
	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	47
4.1	Ubicación y descripción de la información empírica pertinente a cada hipótesis	47
4.1.1	Variable Independiente: Las actividades bananeras y la diversidad de la entomofauna en los esteros Cauje y Pise	47
4.1.1.1	Diversidad de la entomofauna en los esteros Cauje y Pise	48
4.1.1.1.1	Estero Cauje	48
4.1.1.1.2	Estero Pise	52
4.1.1.1.3	Índice de diversidad	54
4.1.2	Variable dependiente: Calidad del agua del estero Cauje	55
4.1.2.1	Caracterización físico-química de la calidad del agua y sedimento de los esteros Cauje y Pise	55
4.1.2.2	Determinación de la calidad del agua a través de la identificación de los macro-invertebrados acuáticos encontrados en los esteros Cauje y Pise aplicando el Índice Biológico de calidad BMWP-Cr	57
4.2	Discusión de la información obtenida en relación a la naturaleza de la hipótesis	58
4.2.1	Análisis cuantitativos (modelos estadísticos de comprobación de la hipótesis)	58
4.2.2	Análisis cualitativo (modelos descriptivos)	60
4.3	Comprobación/desaprobación de la hipótesis	62
	CAPÍTULO 5	64
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1	Conclusiones	64
5.2	Recomendaciones	67

	CAPÍTULO 6	69
	LA PROPUESTA	69
6.1	Título de la Propuesta	69
6.2	Justificación	69
6.3	Fundamentación	69
6.4	Objetivos	70
6.4.1	Objetivo General	70
6.4.2	Objetivos Específicos	70
6.5	Importancia	70
6.6	Ubicación sectorial y física	70
6.7	Factibilidad	71
6.7.1	Factibilidad Social	71
6.7.2	Factibilidad Legal	72
6.8	Plan de trabajo	77
6.9	Actividades	78
6.9.1	Plan de prevención y mitigación de impactos	83
6.9.1.1	Objetivos	83
6.9.1.2	Justificación	83
6.9.1.3	Resultados esperados	83
6.9.1.4	Programa de manejo de recursos naturales	84
6.9.1.4.1	ACTIVIDADES	84
6.9.2	Plan de Educación Ambiental	85
6.9.2.1	Objetivos	85
6.9.2.2	Justificación	85
6.9.2.3	Resultados esperados	86
6.9.2.4	Programa de Educación Ambiental e investigación	86
6.9.2.5	Actividades	86
6.9.3	Plan de monitoreo y seguimiento ambiental	87
6.9.3.1	Objetivos	87
6.9.3.2	Justificación	87
6.9.3.3	Resultados esperados	88
6.9.3.4	Programa de Monitoreo Ambiental	88
6.9.3.4.1	Actividades	88
6.9.3.5	Programa de Calidad del Agua	89
6.9.3.5.1	Actividades	89
6.10	Recursos Administrativos, financieros, tecnológicos	89
6.11	Impacto	89
	BIBLIOGRAFÍA	90
	ANEXOS	98

ÍNDICE DE TABLAS

ITEM	CONTENIDO DEL ÍNDICE	PÁGS.
1	Productos agrícolas de exportación en el Ecuador	13
2	Actividades, residuos y vertidos generados en del cultivo de banano	14
3	Climatología general de la zona de estudio	32
4	Unidades muestrales	35
5	Información de los puntos de muestreo	37
6	Nivel de calidad del agua en función del puntaje total obtenido en el índice BMWP-Cr	38
7	Parámetros con los límites permisibles para cuerpos de aguas dulces, marinas y de estuario	39
8	Escala de clasificación de la calidad del agua conforme a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	40
9	Escala de clasificación de la calidad del agua conforme a la demanda química de oxígeno (DQO)	41
10	Guía de calidad de sedimentos	42
11	Formato de propuesta de Plan de Manejo de recuperación del estero Cauje	43
12	Número de individuos encontrados en el punto de monitoreo "Cauje 1" del estero Cauje. Valencia-2014	48
13	Número de individuos encontrados en el punto de monitoreo "Cauje 2" del estero Cauje. Valencia-2014	50
14	Número de individuos encontrados en el punto de monitoreo "Cauje 3" del estero Cauje. Valencia-2014	51
15	Número de individuos encontrados en el punto de monitoreo "Pise" del estero Pise. Valencia-2014	53
16	Índice de equidad de Shannon-Wiener	54
17	Similitud de Jaccard de las familias de macroinvertebrados	54
18	Análisis de parámetros físico-químico de los sitios estudiados	56
19	Resultados de la calidad del agua de los esteros Cauje y Pise utilizando el índice BMWP-Cr	58
20	Resultados del análisis de parámetros físico-químicos y el índice BMWP-Cr	63
21	Plan de Trabajo de la propuesta de Plan de Manejo para la recuperación del estero Cauje en el cantón de Valencia	77
22	Propuesta de Plan de Manejo Ambiental para la recuperación del Estero Cauje	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ITEM	CONTENIDO DEL ÍNDICE	PÁGS.
1	Composición de la fauna bentónica en la sección Cauje 1 del estero Cauje	49
2	Composición de la fauna bentónica en la sección Cauje 2 del estero Cauje	50
3	Composición de la fauna bentónica en la sección Cauje 3 del estero	52
4	Composición de la fauna bentónica en el estero Pise	53
5	Análisis de clúster de las estaciones de muestreo	55



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
UNIDAD DE POSGRADO INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
“INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD BANANERA, EN LA CALIDAD
DEL AGUA DEL ESTERO CAUJE Y PROPUESTA DE PLAN DE
MANEJO, EN EL CANTÓN VALENCIA PROVINCIA DE LOS RÍOS
2014”**

**Autora: Ing. Norma Guerrero Chuez
Tutora: Blga. Olga Quevedo Pinos, M.Sc.**

RESUMEN

La presente investigación tuvo la finalidad de determinar la influencia de las actividades bananeras en la calidad del agua del estero Cauje en la ciudad de Valencia, para ésto se utilizó el estero Pise como punto de control caracterizándose por la presencia de árboles, cultivos de cacao y asociaciones agroforestales, lo que difiere del estero afectado el mismo que presentaba cultivos de banano en las riberas y descargas de agua provenientes de los procesos del banano, en ambos esteros se realizaron análisis físico-químicos del agua como Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos Totales, Demanda Biológica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y análisis de Plomo en sedimento, además se recolectaron muestras de entomofauna acuática con una red tipo “D” en diferentes tipos de hábitat, que luego fueron identificados en el laboratorio hasta nivel de familia. Los macro-invertebrados identificados fueron confrontados en el índice BMWP-Cr para determinar la calidad de agua de los sitios mostrando que el estero Cauje presenta una calidad de agua mala, contaminada, a diferencia del estero Pise con calidad de agua buena, no contaminada alterada de manera sensible. Los valores obtenidos del análisis físico-químico y de sedimento del lecho se encontraron dentro de los límites permisibles establecidos por la Normativa Ambiental Nacional e Internacional. En cuanto a los resultados del Índice de equidad de Shannon-Wiener, presentó valores más altos de diversidad para el punto de monitoreo Pise (2,745), en comparación con las demás estaciones de muestreo correspondiente al sitio afectado mostrando valores inferiores a 2,5 indicando que el sistema está sometido a tensión por actividades antropogénicas. De acuerdo a los resultados obtenidos se elaboró la propuesta de Plan de Manejo para la recuperación del estero Cauje que permitirá establecer medidas, para elevar la calidad de vida de las personas y contrarrestar la contaminación generada en el lugar.

Palabras Clave: Macro-invertebrados acuáticos - Calidad de Agua - Plan de Manejo



UNIVERSITY OF GUAYAQUIL
POSTGRADUATE, RESEARCH AND DEVELOPMENT UNIT
ENVIRONMENTAL MANAGEMENT MASTER
BANANA INFLUENCE OF ACTIVITY IN WATER QUALITY OF ESTERO
CAUJE AND PROPOSED MANAGEMENT PLAN IN THE VALENCIA
PROVINCE RIVERS CANTON 2014

Author: ING. NORMA GUERRERO CHUEZ
Advisor: BLGA. OLGA QUEVEDO PINOS, M.SC.

ABSTRACT

This research was intended to determine the influence of the banana activities in water quality of the estuary Cauje in the city of Valencia, to the estuary Depress this was used as a control point characterized by the presence of trees, cacao and agroforestry associations, which differs from the estuary affected the same as presented banana plantations on the banks and water discharges from processes banana in both estuaries physico-chemical analysis of water as dissolved oxygen, pH, Total Suspended Solids were performed , biological oxygen demand, chemical oxygen demand and analysis of lead in sediment samples also were collected aquatic insect fauna with a "D" type network in different habitat types, which were subsequently identified in the laboratory to family level. Macroinvertebrates identified were confronted in the BMWP-Cr index to determine the water quality of the sites showing the estuary Cauje presents a poor quality of water, contaminated, unlike the estuary Depress quality good water, uncontaminated altered appreciably. The values of the physico-chemical and bed sediment analysis were within the permissible limits set by national and international environmental regulations. As for the results of equity index Shannon-Wiener, he presented higher diversity for monitoring Depress point values (2,745), compared with other sampling stations corresponding to the affected site showing values below 2.5 indicate the system is under stress due to anthropogenic activities. According to the results of the proposed management plan for the estuary Cauje recovery that will establish measures to improve the quality of life of people and counteract the pollution generated at the site was developed.

Keywords: aquatic macroinvertebrates - Water Quality – Management Plan

INTRODUCCIÓN

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 1990), citado por Medianero & Samaniego (2004, p .279), afirma: “La contaminación de muchas masas de agua ha sido una característica notable de la última parte del siglo XX en relación con el uso de los recursos hídricos de América Latina y el Caribe”. La contaminación de las aguas los asentamientos humanos, las empresas o plantas de tratamiento portadoras de mercurio, y los detergentes que liberan fosfato contribuyen al aumento de los nutrientes incorporados al fitoplancton, causan eutrofización que posteriormente dará lugar a la desoxigenación de las aguas aumentando la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) hasta valores críticos para cualquier forma de vida (Machado, 1978), citado por Medianero & Samaniego (2004, p. 280)

El ecosistema de agua dulce es de importancia por contribuir a mantener la vida y por contener una alta diversidad de flora y fauna (Jonsson *et al.* 2001), citado por Meza *et al.*, (2012, p. 444). Dentro de las cuencas hidrográficas el sedimento acumulado en las partes bajas producto del transporte de materia orgánica y partículas generados en la cabecera, produce una relación entre estero y el uso de suelo en sus riberas (Giller & Malmqvist, 1998), citado por Meza *et al.*, (2012, p. 444), lo que concuerda con (Corbacho *et al.* 2003), citado por Meza *et al.*, (2012, p. 444) quien afirma: “la vegetación ribereña se encuentra más conectada a la vida que sucede dentro del río que a la que sucede fuera de él, ejerciendo un papel fundamental en la cadena trófica de estos ambientes”.

(Jorcin & Nogueira, 2008) citado por Meza *et al.*, (2012, p. 444) mencionan que:

A pesar de su destacada importancia, los ecosistemas dulceacuícolas vienen sufriendo grandes impactos por factores antropogénicos, como el represamiento y remoción de la vegetación

riberaña, que ocasionan cambios drásticos en el flujo natural de la materia y la energía y modificaciones en el ciclo de nutrientes, especialmente del nitrógeno y fósforo, y en la disponibilidad de sustratos orgánicos”.

A fin de explicar los efectos en el recurso agua (Hayward 2005, Coutinho *et al.*, 2009) citado por Meza *et al.*, (2012, p. 444) afirma: “los cambios en el uso del suelo hacen que los recursos hídricos sufran degradación de la calidad a través de la contaminación agroquímica, incremento de la carga orgánica y aumento de la sedimentación”.

Según Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega (1988) citado por Castellano *et al.*, (2004), explica que los macro-invertebrados en los cursos de agua determinan la calidad de la misma ya que estos presentan adaptaciones a distintos niveles de perturbación, siendo unos sensibles y otros más tolerantes, si la perturbación llega a un nivel letal para los intolerantes, éstos mueren y su lugar es ocupado por comunidades de organismos tolerantes. Es por eso que, las variaciones insospechadas en la constitución y estructura de las comunidades de organismos en los sistemas acuáticos pueden interpretarse como signos de algún proceso de contaminación en el lugar.

Debido a que las variables fisicoquímicas sólo dan una idea puntual sobre la calidad del agua y no ofrecen información sobre las variaciones en el tiempo (Alba-Tercedor, 1996), el estudio de las comunidades de macro-invertebrados acuáticos tiene gran importancia, en razón a la interacción existente entre estos organismos y el medio abiótico que les rodea y les sirve de hábitat (Nieves, 1989).

Los insectos acuáticos son muy susceptibles a los cambios físico-químicos en los ecosistemas acuáticos. Además, muchas especies son depredadoras de vectores de enfermedades y constituyen fuente de alimento para los peces y otros animales acuáticos (Andersen y Weir, 2004). La composición y estructura de los macro-invertebrados acuáticos

ha recibido una considerable importancia en el estudio de las aguas corrientes superficiales.

Las razones se fundamentan en que estos organismos poseen una alta respuesta a los cambios en el ambiente acuático; siendo, en su mayoría, sedentarios, lo que ayuda en el análisis de las condiciones ambientales; y presentan ciclos de vida largo, lo que permite una evaluación temporal de los efectos de la contaminación (Rosenberg y Resh, 1993; Alba- Tercedor, 1996; Shimizu, 1998).

De acuerdo a lo señalado anteriormente los macro-invertebrados acuáticos juegan un rol importante en los sistemas dulceacuícolas, por lo que esta investigación tuvo como objetivo evaluar el grado de afectación a las especies de insectos bio-indicadores de la calidad del agua, por la actividad bananera en los esteros Cauje (sitio afectado) y Pise (sitio de control) del Cantón Valencia que sirva de base para la generación de una propuesta de manejo

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Ubicación y contextualización de la problemática

El cantón Valencia se encuentra ubicado al Norte de la Provincia de Los Ríos, limita al Norte con La Provincia de Santo Domingo de Los Tsáchilas; al Sur con los Cantones Quevedo y Quinsaloma; al Este con la Provincia de Cotopaxi, al Oeste con el cantón Buena Fe. Posee una temperatura media de 25 ° C, el rango altitudinal está entre 90 y 2100 msnm., y la cabecera cantonal en 110 msnm. La mayor parte del cantón es Bosque Húmedo Tropical, a medida que se va ascendiendo por la vertiente occidental de la cordillera de Los Andes, el clima cambia a Bosque Húmedo y Muy Húmedo Pre-Montano.

Valencia está caracterizado por sistemas hidrográficos muy importantes. Los principales ríos y esteros son los siguientes: San Pablo, Quindigua, Lulo, Chipe, Tonglo, Manguila, Manguilita y los esteros, Valencia, Villavicencio, El muerto, Atascoso, Aguas blancas, Luna Grande, Guanchiche, Alicia, De damas, Los compadres, Pinela, Machala, El plátano, Aserrío, lampa, el tigre, Chollo, Pise, Guampe, Chipumbo, Canchurín, Baltasar, Guantupí, Trambal.

Su población según información del censo de 2010, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) el Cantón Valencia cuenta con 45.556 habitantes, los cuales están distribuidos en la zona urbana 16.983 y en la zona rural 25.573. La actividad principal es la agricultura, ya que el 80% de la población del cantón se dedica a esta actividad, los productos cultivados son: el banano, la palma africana (*Elaeis guineensis*), el cacao (*Theobroma cacao*), y sembríos de ciclo corto, además se estima que la actividad económica comercial oscila en un 15% y el 5% se encuentra en los servicios públicos y en menor escala en la producción artesanal.

1.2 Situación actual de la problemática

Las crecientes actividades agrícolas llevadas en la zona de Valencia demandan el elevado uso de pesticidas y fertilizantes que no sólo llegan a las aguas superficiales, sino que también pueden pasar a las aguas subterráneas, generando altos niveles de concentración de sustancias potencialmente nocivas en estos importantes recursos acuíferos, todo esto sumado a las malas prácticas agrícolas que resulta de un excesivo uso de agroquímicos, causando daños a las personas, la fauna, y los ecosistemas acuáticos.

El estero Cauje atraviesa varias zonas de producción de banano en el Cantón Valencia las mismas que generan un impacto en la calidad del agua ya sea por el lavado del suelo contenido por pesticidas y fertilizantes utilizados en la producción como por lavado de bombas y descargas de agua provenientes del lavado del banano, esto sumado a la falta de cobertura vegetal en su ribera, está causando la disminución de la calidad del agua que es utilizada por las comunidades asentadas en la zona ya que no cuentan con un sistema de agua potable

De acuerdo a (Alonso & Camargo, 2005), en Walteros y Paiba, (2010) el ecosistema acuático juega un papel importante en la generación de recursos utilizados por la población. Sin embargo (Manjarrés & Manjarrés, 2004), en Walteros y Paiba, (2010) expresan que el aumento de la población y las necesidades que derivan de ello ha provocado una disminución de los recursos afectado la calidad de los mismos.

Los efectos de la contaminación generaron perturbación en los investigadores por lo que surgieron medidas para contrarrestarlos entre ellos está la utilización de análisis físico-químicos del agua pero, se presentaron inconvenientes ya que solo evalúan la situación actual y no la evolución de los contaminantes en el ambiente es por ello que aplicaron

métodos biológicos alternativos para su evaluación (Sánchez-Vélez & García-Núñez, 1999) en Walteros y Paiba, (2010). Entre los más utilizados como bio-indicadores para la evaluación de la calidad del agua se encuentran los macroinvertebrados debido a la facilidad que tienen de ser identificados en el laboratorio, bajos costos de inversión, son sensibles a diferentes niveles de contaminación, y están presentes en casi todos los ambientes acuáticos, siendo recomendados como una herramienta útil en los sectores que desean conocer rápido y con bajo esfuerzo la calidad del agua que consumen Walteros y Paiba, (2010).

1.3 Problema de la investigación

El problema de la presente investigación se centró en la siguiente pregunta:

¿En qué medida la actividad bananera influye en la calidad del agua del estero Cauje?

Para lo cual se establecieron las siguientes variables:

Variable independiente (X) = Las actividades bananeras y la diversidad de la entomofauna en los esteros Cauje y Pise.

Variable dependiente (Y) = Calidad del agua del estero Cauje.

1.4 Delimitación del problema

Se realizó la evaluación de la influencia del cultivo de banano en la calidad del agua y en la riqueza biológica de los macro-invertebrados del estero Cauje para lo cual se utilizó el estero Pise como sitio de control debido a las diferencias de uso de suelo respecto al sitio afectado, además de realizar análisis físico-químicos y aplicación del Índice BMWP-Cr para conocer la calidad del agua y posteriormente establecer las diferencias entre los sitios estudiados.

1.5 Hipótesis

Se realizó la evaluación de la calidad del agua para verificar si la influencia de la actividad bananera en los esteros genera problemas en la calidad del agua y en la entomofauna acuática para ésto se establecieron las siguientes hipótesis:

H_0 = Existen diferencias significativas en la diversidad de la entomofauna y en la calidad del agua de los esteros que tienen la influencia de la actividad bananera.

H_a = No existe diferencias significativas en la diversidad de la entomofauna y en la calidad del agua de los esteros que tienen la influencia de la actividad bananera.

1.6 JUSTIFICACIÓN

Con el paso de los años, se ha producido una explotación de los recursos naturales lo que ha llevado a su degradación a través del tiempo, es difícil no imaginarse actualmente un país que no se encuentre sumergido en esta problemática. La degradación del suelo va a depender del uso al que esté sometido el mismo y la región en la que se encuentre, De acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2001) citado por Cardona., (2003, p. 1) estudios han demostrado que el suelo cuando esta desprovisto de vegetación sea de bosque o pasto, el reciclaje de nutrientes tendera a ser menor ya que los bosques reciclan los elementos químicos, evitando de esta forma su arrastre hacia los cuerpos de agua (Basterrechea *et al.*1987) citado por Cardona., (2003, p. 1).

La degradación del ecosistema acuático mantiene una relación directa con el uso de suelo por diferentes factores que influyen uno de ellos es la utilización inadecuada de los agroquímicos en los cultivos y su mal disposición constituyéndose en un problema ambiental debido a su persistencia y su fácil movilización ya sea en cuerpos hídricos como en el suelo (Richters, 1995; PNUMA, 2001) citado por Cardona., (2003, p. 1). La contaminación de los cuerpos de agua generan algunos problemas además de los mencionados anteriormente (Hinrichsen *et al*, 1998) citado por Cardona., (2003, p. 2) afirma que se produce una: “reducción del suministro de agua” por su parte (Wall, 1991 citado por Cardona., (2003, p. 2) manifiesta que también se generan: “riesgos en la salud, la inutilización del uso del agua para diversos usos, el impacto negativo sobre la vida acuática (e industria pesquera) y la desaparición del valor estético, son solo algunos de los efectos asociados a calidad de agua”. En La zona de estudio, los problemas por mal uso y manejo de los cuerpos de agua han llevado a la disminución en la calidad de los mismos afectando ambiental, social y económicamente a la población en general.

Por lo anterior, los macro-invertebrados acuáticos son usados en monitoreo de contaminación en los cursos fluviales, ya que constituyen un valioso método para determinar los impactos causados por los desechos domésticos e industriales en los ríos y las quebradas que cruzan por los pueblos y las ciudades, además, se genera un precedente para desarrollar programas de protección, conservación, ordenamiento territorial y manejo de las áreas de drenaje. Así, el empleo de bio-indicadores resulta una herramienta de mucha utilidad para determinar la calidad del agua en el curso fluvial y, con base en la información obtenida, ejecutar las medidas de mitigación necesarias (Roldán, 1995).

Es por ello que este tipo de estudios permite encontrar soluciones a las necesidades de la población en cuanto a la calidad del agua garantizando su acceso y suministro para el consumo contribuyendo a la salud de los pobladores del sector

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo General

- Determinar la influencia de la actividad bananera en la calidad del agua del estero Cauje, del Cantón Valencia.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Identificar los insectos acuáticos presentes en un sector del estero Cauje.
- Comparar la calidad del agua mediante análisis físico-químicos y la riqueza de insectos en el estero Cauje mediante la utilización del Índice Biológico BMWP-Cr y la zona de control.
- Proponer un Plan de manejo para la recuperación de los nichos de insectos acuáticos en zonas de producción bananera.

1.8 CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN

Evaluar la influencia de la actividad bananera, en la calidad del agua del estero Cauje, permitirá establecer un plan de manejo que sirva como herramienta de apoyo a las comunidades locales interesadas en conocer tanto el estado de las aguas que corren en sus esteros, como la salud de los organismos que habitan en ellos.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación Teórica

2.1.1 El Cultivo de banano y demás actividades agrícolas en el Ecuador

De acuerdo al III Censo Nacional Agropecuario del 2000, citado por Parraga y Galarza, (2009) la superficie de tierra dedicada a la producción agropecuaria en el Ecuador era de 12 654.242 hectáreas, dividida en 842.910 unidades de producción agrícola. Esta superficie tiene las siguientes características de uso de suelo: el 24% corresponde a superficie dedicada a cultivos permanentes, transitorios, barbecho y descanso, el 40% está destinado a pastos y páramos, y el 36% corresponden a bosques y otros usos.

Escobar (2002) explica que:

La actividad agropecuaria es una fuente de contaminación en crecimiento. Es responsable de la introducción de fertilizantes (nutrientes), plaguicidas y sedimentos a las aguas costeras a través de los ríos. Las alteraciones de la cubierta vegetal y la corteza terrestre es la principal fuente de introducción de sedimentos a los ríos por acción humana. Se estima que cerca del 80% de los sedimentos finos que llegan a las aguas superficiales, son movilizados por prácticas agrícolas y cambios en la cobertura vegetal. (p. 18).

La actividad agrícola utiliza un promedio cercano al 70% de todas las fuentes de suministro de agua y ha sido reconocida como una de las principales fuentes difusas de contaminación de las aguas dulces, estuarinas y costeras. Todas las fuentes causan contaminación por la descarga de contaminantes agrícolas y sedimentos a las aguas

superficiales y subterráneas por efecto de la escorrentía que erosiona y causa pérdidas netas de suelo. Ello transmite enfermedades a los consumidores de productos agrícolas, irrigados con estas aguas. La industria agro–procesadora de productos agrícolas es también una fuente importante de contaminación orgánica. Demostrando que en nuestro país la actividad agrícola es una de las principales fuentes de contaminación ambiental, entre las cuales también destacan los desechos y residuos industriales, de hidrocarburos y mineros, y los desechos domésticos (Párraga & Galarza, 2009).

Párraga & Galarza (2009) mencionan que:

En el Ecuador los cultivos permanentes ocupan una superficie de 1363.414, entre los principales se encuentran: banano, cacao, café, caña de azúcar, palma africana y plátano, siendo el cacao el cultivo permanente de mayor área sembrada en el Ecuador (alrededor de 434.000 hectáreas). Los cultivos transitorios y barbecho, ocupan una superficie de 1231.711 hectáreas, los de mayor producción son: arroz, maíz, papa y soya, cerca de la mitad de los productores agropecuarios del país siembran arroz o maíz en una superficie de 785.000 hectáreas. Las diferentes variedades de flores se producen en una superficie de 3.821 hectáreas. Más de la mitad, alrededor de 2.500 hectáreas se destinan a la producción de rosas. (p. 50, 51). La tabla 1 muestra los productos agrícolas de exportación en el Ecuador.

Tabla 1. Productos agrícolas de exportación en el Ecuador

Producto	Millones de dólares FOB	Miles de toneladas	% variación en toneladas 2000/2006
Banano y plátano	1093	4454	19
Flores	369	89	21
Cacao y elaborados	142	85	18
Jugos y conservas de frutas	127	95	60
Maderas	99	272	38
Café y elaborados	84	27	1
Frutas	64	155	184
Vegetales (hortalizas)	60	117	40
Hierbas naturales y plantas medicinales	6	4	31

Fuente: Párraga & Galarza, 2009

Elaborado por: Guerrero, 2014

El banano es uno de los cultivos en el Ecuador, que más genera ingresos ocupando los primeros lugares respecto a otros cultivos, tiene un efecto multiplicador en las plazas de trabajo directamente relacionadas con el mantenimiento y cosecha del producto durante todo el año, lo que no sucede con otros cultivos. Las principales zonas de producción son: El Oro y Los Ríos con el 31%, Guayas con el 30%, y en menor proporción Cañar, Esmeraldas y Cotopaxi (Párraga & Galarza, 2009).

Parraga & Galarza (2009) indican que:

La producción bananera da impulso a la economía a través de un conjunto de actividades como el transporte naviero y terrestre, las industrias de papel, cartón, plásticos, pesticidas, etc. los cuales se benefician de las exportaciones de banano. Sin embargo, cuando hablamos de la sostenibilidad de este cultivo, encontramos que existen oportunidades de mejorías en las buenas prácticas agrícolas, en dos aspectos: la aplicación adecuada de pesticidas y el manejo de desechos durante los procesos. (p. 52). La tabla 2 muestra las actividades, residuos y vertidos generados en esta actividad.

Tabla 2. Actividades, residuos y vertidos generados en del cultivo de banano

Actividades	Residuos	Vertidos
Durante la preparación de la tierra se utiliza maquinaria con el objetivo de nivelar el terreno además de la construcción de canales de riego y de drenaje.	Aceite lubricante quemado. Piezas de mantenimiento de maquinaria.	Disposición en el suelo de combustible y aceite lubricante
El control de malezas se lo realiza de forma manual y con tratamientos químicos mediante bomba de motor o de mochila mientras que el control de plagas y enfermedades se los realiza de forma terrestre y aérea	Envases plásticos. Piezas de mantenimiento de maquinaria. Aceite lubricante	Aguas con contenido de herbicidas (glifosato) Aguas residuales del lavado de los tanques de las avionetas fumigadoras y de las bombas aplicadoras ambas contenidas con benomil, clorotalonil, mancozeb.
La fertilización se la realiza mediante la aplicación de Nitrógeno y Potasio	Envases plásticos. Sacos de polietileno.	Agua con alto contenido de nutrientes (nitrógeno y potasio)
Deshije, deshoje, apuntalado, enfunde del racimo y encintado.	Material vegetal. Puntales de caña guadua en desuso. Fundas y cintas de polietileno usadas.	
Labores post cosecha y cosecha consisten en el corte del racimo, desmane, lavado en tina, desinfección, empaque.	Material vegetal. Material de empaque. Banano de rechazo.	Aguas residuales del lavado con fungicida (Sulfato de Aluminio)

Fuente: Parraga & Galarza, (2009)

Elaborado por: Guerrero, 2014

2.1.2 Los plaguicidas y su efecto en la salud humana

Los agroquímicos constituyen hoy en día uno de los tratamientos más utilizados por los agricultores con el objetivo de eliminar las plagas y todo tipo de enfermedades en los cultivos además de ello evitar pérdidas en la producción y en la calidad de los productos (Parraga & Galarza, 2009, p. 28).

“Por desgracia, los beneficios aportados por la química han ido acompañados de una serie de perjuicios, algunos de ellos tan graves que ahora representan una amenaza para la supervivencia a largo plazo de

importantes ecosistemas y para la salud humana". (Parraga & Galarza, 2009, p. 28).

Parraga & Galarza (2009) dicen que:

Los efectos en la salud humana de los plaguicidas son provocados por medio del contacto dérmico, inhalación o ingestión, que se da durante la manipulación de plaguicidas, la respiración de los polvos o presencia de estos en el agua o alimentos consumidos.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (1993), citado por Parraga & Galarza (2009, p. 32): "se ha establecido directrices para el agua potable en relación a 33 plaguicidas. Muchos organismos encargados de la protección de la salud y el medio ambiente han establecido valores de "ingesta diaria admisible" (IDA), que indican la ingestión máxima diaria admisible durante la vida de una persona sin riesgo apreciable para su salud".

2.2 Fundamentación conceptual

2.2.1 Hábitat

El hábitat se determina a un área tan grande como un océano, un desierto, o una tan pequeña como una roca o un tronco caído de un árbol. Los hábitats pueden dividirse en terrestres y acuáticos, y en cada uno de ellos se pueden establecer una multitud de subdivisiones. Así, en el hábitat acuático se puede distinguir entre hábitats dulceacuícolas y hábitats marinos (Odum, *et al* 2006).

2.2.2 Nicho Ecológico

En cambio, el nicho ecológico es el estado o el papel de un organismo en la comunidad o el ecosistema. Depende de las adaptaciones estructurales del organismo, de sus respuestas fisiológicas y su conducta. Puede ser útil considerar al hábitat como la dirección de un organismo (donde vive) y al nicho ecológico como su profesión (lo que

hace biológicamente). El nicho ecológico no es un espacio demarcado físicamente, sino una abstracción que comprende todos los factores físicos, químicos, fisiológicos y bióticos que necesita un organismo para vivir (Odum, *et al* 2006).

2.2.3 Sistemas acuáticos

Por definición, un ecosistema es la unidad ecológica en la cual un grupo de organismos interactúa entre sí y con el ambiente (Roldán, 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 físico-químicos y biogeográficos que influyen en el medio en el cual se desenvuelven los organismos acuáticos (Roldán, 1992)

Los sistemas de aguas epicontinentales, presentan grandes diferencias en sus condiciones físico-químicas, las mismas que son heterogéneas con respecto a las de los sistemas de aguas marinas (Margalef, 1983). 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 un sistema de aguas corrientes a un sistema léntico (Margalef, 1983; Roldán, 1992).

2.2.4 Tipos de sistemas acuáticos

Existe una diversidad de recursos hídricos o ambientes acuáticos, que ha hecho necesaria una clasificación. Un criterio general de clasificación ha sido el movimiento de las aguas, si estas son empozadas (lénticas) o fluyentes (lóticas).

2.2.4.1 Ecosistemas de corrientes de agua

Las corrientes de agua o ambientes lóxicos, fueron un sendero principal para el movimiento evolutivo de animales desde el mar a lagos y a la tierra. Las altas turbulencias generalmente mantienen altas concentraciones de oxígeno, se reducen las diferencias de temperaturas dentro del arroyo, y distribuye el plancton y los nutrientes suspendidos o disueltos, comparados con las aguas que no fluyen, o ecosistemas lénticos, los arroyos son generalmente más turbulentos que los lagos, y, por tanto, la estratificación de la cantidad de agua con termoclima es rara (Thorp & DeLong), en Thorp & Covich (2001).

2.2.4.2 Ecosistemas lénticos

Se refiere al agua que permanece o está quieta. Se deriva del latín "*lentus*", lo que significa lento. Los ecosistemas lénticos se pueden comparar con los ecosistemas lóxicos, que incluyen las aguas terrestres que fluyen, tales como ríos y arroyos. Juntos, estos dos campos forman parte en el estudio general de agua dulce o la ecología acuática (Brown 1987; Bronmark y Hansson 2005).

2.2.5 Tipos de los organismos acuáticos

Las condiciones físicas y químicas dominantes en los medios acuáticos determinan el tipo de organismos que viven en ese medio (Marcano, 2009). Se han propuesto varias clasificaciones ecológicas de los organismos acuáticos que se detallan a continuación:

2.2.5.1 Plancton

Comprende los organismos que viven suspendidos en las aguas y que, por carecer de medios de locomoción o ser estos muy débiles, se mueven o se trasladan a merced de los movimientos de las masas de agua o de las corrientes. Generalmente son organismos pequeños, la mayoría microscópicos.

2.2.5.2 Necton

Son organismos capaces de nadar libremente y, por tanto, de trasladarse de un lugar a otro recorriendo a veces grandes distancias (migraciones). En las aguas dulces, los peces son los principales representantes de esta clase, aunque también se encuentran algunas especies de anfibios y otros grupos.

2.2.5.3 Bentos

Comprende los organismos que viven en el fondo o fijos a él y por tanto dependen de éste para su existencia. La mayoría de los organismos que forman el bentos son invertebrados.

2.2.5.4 Neuston

A este grupo pertenecen los organismos que nadan o "caminan" sobre la superficie del agua. La mayoría son insectos.

2.2.5.5 Seston

Es un término adoptado recientemente y se aplica a la mezcla heterogénea de organismos vivos y no vivos que flotan sobre las aguas.

2.2.5.6 Perifiton

Organismos vegetales y animales que se adhieren a los tallos y hojas de plantas con raíces fijas en los fondos.

2.2.6 Calidad biológica del agua

El término calidad, referido a las aguas continentales, no es un concepto absoluto ni de fácil definición. Por el contrario es un concepto relativo que depende del destino final del recurso. De modo que, y a título de ejemplo, las aguas fecales en ningún caso se podrían considerar de calidad apropiada para la bebida, por los problemas sanitarios que

conllevaría su uso. Sin embargo, por su alto contenido en materia orgánica podrían resultar excelentes para el riego de plantas o de plantaciones forestales. Del mismo modo aguas de alta montaña, que intuitivamente se asociarían con pureza y buena calidad, podrían resultar poco apropiadas para la bebida al calmar escasamente la sed, por su bajo contenido en sales y por su bajo pH que les confiere un carácter corrosivo del esmalte dental (Alba-Tercedor, 1996).

No obstante, algunos autores definen la calidad del agua como su aptitud para los usos beneficiosos a que se ha venido dedicando en el pasado, es decir, como medio de sustento para el ser humano y los animales, para el riego de la tierra y la recreación entre otras cosas (Correa, 2000).

Según Chapman (1996), la calidad del ambiente acuático es definida como la composición y bienestar de la biota en un cuerpo de agua. Al mismo tiempo, ésta engloba las concentraciones, expectativas y divisiones físicas de sustancias orgánicas e inorgánicas. Al evaluar la calidad de las aguas mediante el estudio de la composición y estructura de comunidades de organismos surge el término de calidad biológica. Se considera que un medio acuático presenta una buena calidad biológica cuando tiene unas características naturales que permiten que en su seno se desarrollen las comunidades de organismos que les son propias (Alba-Tercedor, 1996).

2.2.7 Bio-indicadores

Se considera bio-indicador respecto a la calidad del agua a un organismo siempre y cuando se conozca el grado de tolerancia del mismo, no todos pueden darnos información por citar algunos organismos que pueden ser usados como bioindicadores están los moluscos, insectos, anélidos hirudeos, peces y el plancton, también es importante considerar la abundancia con que se les encuentra y la época del año. El uso de bioindicadores se propone como una herramienta para conocer la

calidad del agua, esto no quiere decir que desplace al método tradicional de los análisis físico-químicos por lo que su aplicación deberá hacerse de forma conjunta mostrando una visión detallada de la salud de los cuerpos de agua (Vázquez *et al*, 2006) citado por Álvarez & Pérez (2007, p. 8)

2.2.8 Macro-invertebrados acuáticos

Springer *et al.*, (2010) define a: “los macro-invertebrados acuáticos como aquellos invertebrados que se pueden ver a simple vista o bien que son retenidos por una red de malla de aproximadamente 125 μm ” (p. 3).

De acuerdo a (WRC, 2001) citado por Álvarez & Pérez (2007, p. 9) “los macro-invertebrados son sensibles a distintas condiciones físicas y químicas, por lo que un cambio en la calidad del agua, podría cambiar también la estructura y composición de las comunidades acuáticas”. (Chapman, 1996) citado por Álvarez & Pérez (2007, p. 9) manifiesta: “que los organismos indicadores de la calidad del agua determinan los efectos de los impactos en el ecosistema acuático a través de un tiempo más prolongado”.

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

En investigaciones realizadas en Portugal se concluyó que al estudiar algunas características de los macro-invertebrados y la comparación con los resultados de los parámetros físico-químicos analizados han mostrado que cuanto más perturbados son los sistemas, menor es la concentración de oxígeno disuelto y más independientes de su concentración son los organismos presentes. El objetivo de este

trabajo fue definir grupos de organismos, atendiendo a algunas de sus características relacionadas con la obtención de oxígeno. Al final de este estudio fue posible decir que los resultados obtenidos con los grupos de organismos pueden ser más informativos que los obtenidos con el análisis de los parámetros físico y químicos o con otros parámetros biológicos (Jesús, 2008).

2.2.9 Características de los órdenes de macro-invertebrados acuáticos

En los ecosistemas dulceacuícolas, habita una innumerable cantidad de especies ya sea temporal o permanente. Trece órdenes de insectos presentan especies con estadios acuáticos o semiacuáticos. En cinco de esos órdenes (Ephemeroptera, Odonata, Plecóptera, Megalóptera y Trichóptera) todas sus especies tienen sus estadios acuáticos. El resto de los ocho órdenes tienen especies representativas tanto terrestres como acuáticos o semiacuáticos (Ward, 1992) a continuación se detallan los grupos de macro-invertebrados característicos de la Región Litoral en el Ecuador:

2.2.9.1 Orden Ephemeroptera

Springer et al., (2010) define al orden Ephemeroptera como organismos: “acuáticos en sus etapas inmaduras se encuentran en casi todos los ambientes de agua dulce, son más abundantes y diversos en los fondos rocosos de los ríos” (p. 14). Por lo general, se las encuentra en aguas corrientes limpias y bien oxigenadas; pocas especies de este orden resisten cierto grado de contaminación (Roldán, 1988). Con excepción de una especie de Baetidae semiterrestre de Sudamérica, todas las ninfas son estrictamente dulceacuícolas tanto lóxicas como lénticas (Ward, 1992). En su etapa acuática inmadura o ninfa juegan un papel muy importante en el ecosistema dentro del agua dulce alimentándose de partículas de rocas u otro material y de algas, y sirviendo de alimento a peces y otros animales acuáticos Flowers, (1992).

2.2.9.2 Orden Odonata

Springer et al., (2010) explica que los Odonatos: “son acuáticos en sus etapas inmaduras regularmente son depredadores y se reconocen por tener un labio altamente modificado para atrapar presas, el cual es fácil de observar debajo de la cabeza” (p. 14).

2.2.9.3 Orden Hemíptera

Springer et al., (2010) afirma que: “este orden incluye los chinches y los homópteros estos últimos incluyen algunas pocas especies facultativamente acuáticas o semiacuáticas. Los hemípteros se los reconoce por las piezas bucales en forma de proboscis (pico) siendo la gran mayoría de las especies acuáticas depredadoras y muchas de ellas picar muy doloroso” (p. 15).

2.2.9.4 Orden Coleóptera

De acuerdo a Roldán (1988), en su estado maduro presentan cuerpo compacto, y sus antenas varían en forma y número de segmentos. Se caracterizan por vivir tanto en aguas lóxicas como lénticas. Springer et al., (2010) indica que: “los escarabajos acuáticos habitan en casi todos los tipos de agua dulce, su biología es diversa algunos son fitófagas otras se alimentan de hongos, excremento y hasta cadáveres, las larvas son muy variables en su morfología” (p. 15).

2.2.9.5 Orden Trichóptera

Springer et al., (2010) manifiesta que: “todos son acuáticos en sus etapas inmaduras larvas y pupas, este orden es el grupo hermano de lepidóptera y las larvas son similares, pero en vez de propatas a lo largo del abdomen (con una sola uña). Viven en muchos tipos de agua dulce y su biología es diversa. Muchas larvas usan seda para para armar casitas de piedras, material vegetal y hasta de conchas de caracoles; otros

construyen una red de seda para filtrar el agua y algunos no construyen ni casita ni red” (p. 15).

2.2.9.6 Orden Lepidóptera

Springer et al., (2010) afirma que: “casi todos los lepidópteros son terrestres y las únicas especies con larvas y pupas acuáticas son los miembros de la subfamilia *Nymphulinae* (Crambidae). Las larvas de esta subfamilia viven en casitas en plantas acuáticas o sobre rocas en áreas de corriente, donde construyen túneles de tela y se alimentan de algas; algunas respiran del aire y otras tienen branquias” (p. 16).

2.2.9.7 Orden Díptera

El orden Díptera de acuerdo a Springer et al., (2010) opina que: “aunque es principalmente terrestre, este orden contiene más especies dulceacuícolas que cualquier otro grupo de macroinvertebrados sobre todo en la familia Chironomidae (p. 17). Es el orden de mayor distribución sobre el planeta y de los más evolucionados, junto con Lepidóptera y Trichóptera. Respiran a través de la cutícula (piel) o por sifones aéreos, agallas traqueales y hasta pigmentos respiratorios como la hemoglobina (Roldán, 1996). Los dípteros acuáticos habitan en más tipos de agua que cualquier otro grupo de insectos, su biología es sumamente diversa y las larvas son muy variables en su morfología, aunque nunca poseen patas verdaderas.

2.2.9.8 Clase Vivalvia

En la clase Vivalvos (Vivalvia) la cubierta está dividida en dos valvas y se alimentan a través de sus branquias. Como consecuencia de esto último, la cabeza está escasamente desarrollada. Su color puede ser pardo claro, verde, cobrizo o negro. Estos animales son filtradores de plancton y detritus. Es frecuente encontrarlos enterrados en el sustrato o fijados a la vegetación acuática. Por lo general, son característicos de aguas no contaminadas (Roldán, 1996).

2.2.9.9 Clase Gastrópoda

La mayoría de los gastrópodos presentan una concha enrollada en espiral, cuyo tamaño puede variar entre 2 y 70 mm, poseen una porción muscular llamado pie (Roldán, 1996). Los caracoles, en general, se alimentan de materia vegetal (fitófagos), sobre todo de algas y de materia en descomposición, y son miembros importantes de la red trófica, por ser una fuente de alimento para los peces y las aves acuáticas. También hay especies carnívoras y carroñeras. Se les puede considerar como especies indicadoras de aguas duras y alcalinas. La mayoría de las especies requieren altas concentraciones de oxígeno. La familia Hydrobiidae abunda en lugares con mucha vegetación, aguas quietas y poco profundas (Roldán, 1996).

2.2.10 Ventajas del uso de macro-invertebrados acuáticos como bioindicadores

Herbas et al., (2006) expresa que: “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” (p. 3). Según Roldan (1988), los macro-invertebrados desempeñan actividades importantes dentro de la cadena alimentaria acuática, presentando ventajas al ser utilizados como bio-indicadores de ambientes acuáticos debido a las siguientes razones:

- Poseen ciclos de vida largos, abundantes, sedentarios, y de amplia distribución
- Relativamente fáciles de recolectar e identificar comparados con otros grupos de organismos.
- Son sensibles a los efectos de la contaminación
- Se pueden cultivar en el laboratorio
- Responden rápidamente a los cambios ambientales
- Varían poco genéticamente

- Se ven afectados por los factores físicos, químicos y biológicos de un arroyo.
- No pueden escapar a la contaminación y muestran efectos por eventos contaminantes a corto y largo plazo.
- Son una parte importante de la cadena alimenticia, representando un amplio rango de niveles tróficos.
- Son una fuente de alimento para muchas especies de peces recreacionales y comercialmente importantes.

2.2.11 Índices bióticos

El conocimiento de la estructura de los organismos y sus cambios en número y abundancia de especies ha sido una pregunta que siempre ha interesado a los ecólogos. Dichos cambios en los ecosistemas ya sea por estrés o contaminación son aparentes, lo que ha llevado a investigar la manera de cómo cuantificar estos cambios, una de las aproximaciones es el uso de mediciones basadas en organismos indicadores (Washington, 1984).

Álvarez (2006), citado por Arango et al., (2008) expresa que:

Los índices biológicos se utilizan en forma complementaria a los análisis físicos y químicos; aunque con su aplicación es imposible identificar los agentes contaminantes existentes, sus ventajas no se limitan al momento de toma de la muestra, puesto que permiten descubrir cambios producidos a lo largo del tiempo, ya que los organismos vivos presentan adaptaciones evolutivas a unas determinadas condiciones ambientales y tienen unos límites de tolerancia a las diferentes alteraciones, lo que permite tener una cierta visión histórica de los acontecimientos ocurridos en un período, en función de la dinámica de las comunidades biológicas presentes. (p. 124).

Referente a los Índices de diversidad éstos tienen una larga historia en estudios de contaminación, aunque su utilidad ha sido con frecuencia cuestionada, una contaminación intermedia puede estar asociada con el incremento de la diversidad antes de que las características del agua declinen hasta llegar a una contaminación severa. Cuando se usan Índices de diversidad o similitud se calculan normalmente para un grupo taxonómico dado o un grupo estructural de tamaño determinado, en el caso de un ambiente acuático, tales grupos pueden ser macroinvertebrados, peces, diatomeas, etc. Margalef (1980), establece que un Índice de diversidad es una relación entre el número de especies e individuos y que debe incluir la distribución de la abundancia.

La confección de los Índices bióticos conlleva a la realización de un inventario de las especies presentes en un determinado sitio permitiendo crear una base de datos taxonómica y composición de los organismos acuáticos (Burillo, 1997). Para los ecosistemas acuáticos, los Índices de Diversidad son básicamente una aproximación a la calidad biológica a través de la estructura de la comunidad, en cambio los Índices Bióticos son una aproximación a la contaminación del agua haciendo uso del concepto organismo indicador, aunque éstos no representen la estructura de la comunidad.

Según Washington (1984) y De la Lanza (2000) existen numerosos Índices que se han desarrollado para evaluar la calidad del agua con base en la diversidad biológica que se presenta en el sitio. Algunos de ellos, como el Índice de Shannon y Weaver (1948), Simpson (1949) y Margalef (1951) que se utilizan normalmente para estimar la biodiversidad, se pueden utilizar en el monitoreo de la calidad del agua con sus respectivas escalas de calificación. El índice biótico utilizado en el presente estudio es el siguiente:

2.2.11.1 Índice BMWP-Cr

Según el Ministerio de Ambiente, Energía y Mares de Costa Rica (MINAE, 2007), el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP-CR) utiliza una lista de las familias de macro-invertebrados acuáticos identificadas en Costa Rica, cada una de ellas presenta un puntaje de acuerdo a su sensibilidad a la contaminación la calidad de los cuerpos de agua se determina sumando las familias encontradas. De acuerdo a este puntaje establecen se seis niveles de calidad para el agua perteneciendo los dos primeros niveles a agua de buena y excelente calidad” (p. 6).

2.2.12 Métodos de recolección de insectos acuáticos

Ramírez (2010) afirma: “existe una diversidad de formas para recolectar macro-invertebrados acuáticos. La selección de los métodos varía según el tipo de estudio, el cuerpo de agua, hábitat de interés e incluso el presupuesto disponible. Por ello, es importante conocer las ventajas y limitaciones de los diferentes métodos” (p. 41).

2.2.12.1 Métodos para ambientes de aguas poco profundas

Ramírez (2010) informa que:

Los ambientes de aguas poco profundas incluyen ríos, lagos y otros cuerpos de agua donde es posible alcanzar el fondo con las manos y por ende con redes relativamente pequeñas. Para este tipo de cuerpo de agua, hay una diversidad de redes manuales, las cuales se pueden comprar o bien construir con malla fina y resistente. Es importante usar malla fina, ya que muchos macro-invertebrados acuáticos son bastante pequeños. La mayor parte de los estudios usa un tamaño de malla de 500 μm o menos. Muchos estudios ecológicos prefieren mallas de 250 μm .

Estudios cualitativos utilizarían equipo de muestreo como redes tipo D, redes manuales diversas e incluso coladores de cocina. Como el

objetivo es registrar la mayor cantidad de taxa, es posible usar varios tipos de redes o recolectar los organismos directamente del sustrato mediante el uso de pinzas entomológicas. Recolectas directas son importantes para poder obtener aquellos organismos que se encuentran fuertemente adheridos al sustrato, como las larvas de *Petrophila* (Lepidóptera) y varios tricópteros, como *Hydroptilidae* y *Xiphocentronidae*. (p. 42).

2.2.12.2 Métodos para ambientes de aguas profundas

Ramírez (2010) define que:

Los ambientes de aguas profundas incluyen algunos segmentos de ríos, lagos, embalses, entre otros. Logísticamente, estos sitios presentan la limitante de no poder alcanzar el fondo de forma fácil por su profundidad y la textura suave y fangosa del fondo. Para muestreos bénticos en sitios profundos regularmente se utilizan dragas desde un bote, o bien sustratos artificiales (p. 45).

2.2.13 Parámetros físico-químicos

Los parámetros físico-químicos muestran el tipo de contaminante descargado en el agua al detalle. Neumann *et al*, citado por Leiva (2004) afirma el problema de utilizar métodos físico-químicos son los costos elevados y su información es puntual. Según Roldán (1988), los parámetros a los cuales son más sensibles los organismos son a menudo el pH, la conductividad eléctrica, el oxígeno disuelto y la temperatura.

2.2.13.1 pH

El pH de acuerdo a Prieto (2004) determina la acidez o la alcalinidad del agua mostrando su acidez si es menor de 7, mientras que un pH mayor de 7 muestra una tendencia hacia la alcalinidad.

2.2.13.2 Turbidez

Según Crites y Tchobanoglous (2000) la turbiedad como una medida de las propiedades de dispersión de la luz de las aguas es otro parámetro usado para indicar la calidad de las aguas naturales y las aguas residuales, tratadas con relación al material residual en suspensión coloidal. Los resultados de las mediciones de turbiedad se dan en unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

2.2.13.3 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno disuelta los niveles de oxígeno disuelto estos pueden variar de 7 a 12 mg/l, existen algunos factores que pueden influenciar los niveles de OD en el agua como la salinidad, altitud, turbulencias, materia orgánica en descomposición generalmente proveniente de los vertidos industriales en el agua el oxígeno proviene del aire que se ha disuelto en el agua, y de la fotosíntesis realizada por las plantas acuáticas (Guerrero, 2010).

2.2.13.4 Demanda bioquímica de oxígeno

Según Crites y Tchobanoglous (2000), citado por Lara (2011, p. 15), define a la demanda bioquímica de oxígeno como: “una medida indirecta del contenido de materia orgánica (M.O.) biodegradable, expresada mediante la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar biológicamente la materia orgánica en una muestra de agua, a una temperatura estandarizada de 20°C. Si la medición se realiza al quinto día, el valor se conoce como DBO₅, mientras que si esta es tomada luego de que la muestra se ha estabilizado, el valor obtenido se conoce como DBO_u. Sus unidades son mg O₂/L”.

2.2.13.5 Demanda química de oxígeno

Lara (2011) define a la demanda química de oxígeno como: “una medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable,

mediante el uso de un fuerte oxidante en una muestra de agua. Sus unidades son mg O₂/L. Su valor siempre será mayor o igual al obtenido en los ensayos de DBO” (p. 16).

2.2.13.6 Temperatura

Sierra (2011), citado por Girón (2014, p. 9), expresa que la temperatura es un parámetro físico, que permite identificar las variaciones en las corrientes de agua y su efecto en el ambiente, flora y fauna acuática; afecta la viscosidad y velocidad de las reacciones químicas, además eleva el potencial tóxico de sustancias disueltas en el agua originando la disminución del oxígeno disuelto.

2.2.13.7 Plomo

Se encuentra asociado por aguas corrosivas y fontanería de plomo; además, de presentarse por la corrosión de las líneas de servicio y uniones de plomo. Su efecto es acumulativo, se acumula en los huesos, causa constipación, retardo mental, pérdida de apetito, anemia, dolores abdominales y parálisis gradual de los músculos, especialmente brazos. Una fuente adicional es el humo de cigarrillo. Todo sistema que sobrepase el nivel del agua de grifo de 0,015 mg/l está obligado a mejorar el tratamiento de control de corrosión para reducir niveles (USEPA 1994).

2.2.14 Plan de Manejo de Cuencas Hidrográficas

Los planes de manejo de cuencas en el contexto global, se conceptualizan como "instrumentos directrices para ordenar las acciones que requiere una cuenca hidrográfica, para lograr un uso sostenible de sus recursos naturales". El diseño del plan de manejo de cuencas, requiere de una formulación técnica, enfoque, luego definir el modelo que le corresponde y finalmente el proceso técnico y social para definir las actividades (Catie, 2014).

2.3 Fundamentación Legal

La Constitución de la República (2008), en el Título II Derechos, capítulo segundo, sección segunda, en su artículo 4, “garantiza el derecho de vivir en un ambiente sano y saludable que engloba todo el ambiente que rodea al ser humano es por esto que es importante tomar en consideración todas las acciones encaminadas a alcanzar este propósito”.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos (2004), en el capítulo II de la contaminación Art 22, establece que “la ciudadanía tendrá el derecho de denunciar todo tipo actividades que provoquen la contaminación del agua”.

La Ley de Prevención y Control de Contaminación Ambiental (2004), en el Art 6, menciona “queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades”.

El Reglamento de Saneamiento Ambiental Bananero (1994), en su artículo 14. Literal c establece “implementar zonas de protección con una dimensión de 10m de ancho con el fin de proteger ríos, esteros, que se encuentren cerca de las bananeras”. Mientras que en el Art. 17 menciona, “el productor bananero está obligado a prevenir la contaminación de fuentes de agua y ambiente en general, evitando derrames, recogiendo recipientes vacíos y remanentes de plaguicidas”. El Art. 21 muestra que “no se deben realizar mezclas de los residuos de fungicida y que a la vez no deben ser descargados en canales sino en un pozo sedimentador” y finalmente el Art. 22, menciona “el productor bananero deberá instalar trampas de sólidos con el fin de para retener los residuos generados de los procesos de la empacadora”.

CAPÍTULO 3

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Lugar de la investigación

El estudio contó con dos sitios de investigación en el Cantón Valencia Provincia de Los Ríos ubicados en las siguientes coordenadas:

- El estero Cauje (sitio afectado) se encuentra localizado entre las coordenadas 686502 E 9893386 N a 123 msnm. Dentro de este se identificaron tres puntos:
Cauje 1: 0686538E 9893384N
Cauje 2: 0686497E 9893380N
Cauje 3: 0686311E 9893435N
- El estero Pise (sitio de control) se ubica entre las coordenadas 0679805 E 9901001 N a 93 msnm (Anexo 4).

La zona de estudio correspondiente a los esteros Cauje y Pise presentan las siguientes características generales tal como se detalla en la tabla 3

Tabla 3. Climatología general de la zona de estudio

Altitud	60 msnm
Precipitación	2613.93 mm al año
Temperatura media anual	25 °C
Heliofanía	919.73 horas
Humedad relativa	87 %

Fuente: INAMHI.2007

Elaborado por: Guerrero, 2014

3.1.2 Periodo de la investigación

La investigación se llevó a cabo durante el periodo de enero a julio del 2014 en los que se realizó varias actividades que permitieron obtener datos como las características biofísicas del área de estudio además de los tipos y diversidad de familias existentes en cada estero mediante la identificación de las familias de macro-invertebrados además de la obtención de muestras de agua y sedimento que posteriormente fueron de analizadas por un laboratorio acreditado

3.1.3 Recursos empleados

La presente investigación se sustenta en la recopilación de información básica a partir de documentos bibliográficos publicados en revistas indexadas a nivel mundial, referentes al impacto de los cultivos de banano en la calidad del agua y los macro-invertebrados acuáticos como bioindicadores; además de las pautas para la propuesta de un plan de acción las cuales sirven de base para la investigación.

- De campo
 - Botas impermeables
 - Red "D"
 - GPS (Garmin)
 - Recipientes de plástico
 - Alcohol al 70 %
 - Pinzas metálicas de entomología
 - Cuaderno de campo
 - Cámara fotográfica Sony Cyber-shot de 14.1 megapixels
 - Marcador permanente para rotular

- De laboratorio
 - Estereoscopio
 - Caja Petri
 - Alcohol al 70 %
 - Pinzas metálicas de entomología
 - Claves para la identificación de macro-invertebrados acuáticos de Roldán y Springer

- De oficina
 - Impresora
 - Resma de papel bond tamaño A4
 - Computadora

3.1.4 Universo

El universo del presente estudio lo conformaron los esteros Cauje y Pise dentro del estero Cauje se identificó tres sitios debido a la influencia de la actividad bananera a lo largo del mismo, por otro lado para el estero Pise se ubicó un sitio utilizado como punto de control debido a sus características de uso de suelo diferentes al sitio afectado como cultivos de cacao, asociaciones agroforestales y plantaciones forestales

3.1.5 Muestra

El tipo de muestreo empleado en la investigación fue probabilístico (aleatorio) ya que todas las familias de macro-invertebrados de la población podrían ser seleccionados en una muestra tomada al azar, se realizaron tres muestras ubicadas en el estero Cauje y una respectivamente para el estero Pise tanto para la recolección de macro-invertebrados acuáticos como para la obtención de muestras de agua (análisis físico-químicos) tal como se observa en la tabla 4.

Tabla 3. Unidades muestrales

Esteros	Sitios	Coordenadas	Captura insectos		Nº de familias aproximado
Cauje	A	0686538E 9893384N	4 lances	2 horas	7
	B	0686497E 9893380N	4 lances	2 horas	6
	C	0686311E 9893435N	4 lances	2 horas	7
Pise	Control	0679805E 9901001N	4 lances	2 horas	20

Fuente: Estero Cauje y Pise
ELABORADO POR: Guerrero, 2014

3.2 Métodos

Para determinar la influencia de la actividad bananera en el la calidad del agua del estero Cauje se aplicaron los siguientes métodos:

Método Exploratorio (Hernández *et al*, 2006): Se identificaron las familias de insectos acuáticos presentes en los cuerpos de agua además del análisis de varios parámetros para determinar la calidad del agua

Método descriptivo (Hernández *et al*, 2006): Se recopiló información por medio de observación directa para establecer las estaciones de monitoreo de macro-invertebrados acuáticos y la recolección de muestras de los parámetros físico-químicos

Método Analítico (Hernández *et al*, 2006): Permitió analizar los resultados obtenidos de la recolección de muestras de insectos acuáticos y de los parámetros físico-químicos realizando comparaciones de las diferencias de vegetación en las riberas de los esteros y la influencia que podrían tener las actividades bananeras cerca de los cuerpos de agua

Método Estadístico (Hernández *et al*, 2006): Para determinar la diversidad de las familias de macro-invertebrados acuáticos entre los sitios se utilizó software Past 3.0 (Hammer, 2001).

Para la construcción metodológica del objeto de investigación se identificó las siguientes variables de estudio:

Variable independiente (X) = Las actividades bananeras y la diversidad de la entomofauna en los esteros Cauje y Pise

Variable dependiente (Y) = Calidad del agua del estero Cauje

Para lo cual se aplicó la siguiente metodología:

3.2.1 Identificación de los insectos acuáticos presentes un sector del estero Cauje y Pise

3.2.1.1 Selección de puntos de muestreo aleatorio

El siguiente cuadro muestra las características en la zona ribereña, el tipo de sustrato y las actividades que se realizan dentro de la zona cercana a los esteros monitoreados:

Tabla 5. Información de los puntos de muestreo

Sitios de muestreo	Estero Cauje (Sitio Afectado)		Estero Pise (Sitio de Control)	
	Coordenadas Geográficas			
	X	Y	x	y
A	0686538	9893384	0679805	9901001
B	0686497	9893380	Se ubicará un punto de control dentro del mismo cuya información servirá para comparar resultados con el sitio afectado.	
C	0686311	9893435		
Distancia entre tramos	A y B = 16 m B y C = 16 m			
Características de la zona ribereña	Plantaciones de banano en su zona ribereña, algunas secciones de éstas se encuentran desprotegidas de vegetación		Plantaciones de caña guadua, teca y especies frutales en la zona ribereña	
Tipo de sustrato y microhábitat	Plantaciones de banano en su zona ribereña, algunas secciones de éstas se encuentran desprotegidas de vegetación		Hábitat lótico con sustrato de grava, hojarasca, vegetación sumergida	
Descripción física de las estaciones muestreadas	Lavado de bombas de fumigación, descargas de aguas residuales, y desechos sólidos que son utilizados en las actividades de producción de banano lo que ha venido afectando seriamente la calidad del agua del sector imposibilitando su uso para actividades domésticas.		Presencia de cultivos de agroforestales y cacao.	

Fuente: Guerrero, 2010

Elaborado por: Guerrero, 2014

3.2.1.2 Recolección y procesamiento de las muestras

Se realizó por captura manual, con red tipo “D” de 350 cm² aproximadamente y una abertura de malla de nylon de 500 micras que se colectó los macro-invertebrados acuáticos asociados a diferentes tipos de hábitat como: empaques de hojas, vegetación colgante y secciones de los sitios que presenten microhábitat lóticos y lenticos, con un intervalo de 2 horas de esfuerzo para cada unidad de muestreo. Las muestras fueron

extraídas de los sitios, colocadas en una bandeja blanca y almacenadas en recipientes con alcohol al 70% con el objetivo de preservar los organismos los mismos que se identificaron hasta nivel de familia utilizando estereoscopios y claves taxonómicas propuestas por Roldán (1988).

Para el análisis de datos se manejó el índice biótico BMWP-Cr se escogió este Índice debido a que fue utilizado anteriormente en estudios dentro del Cantón Quevedo Provincia de los Ríos determinándose su eficacia en la determinación de la calidad del agua para éste se elaboró tablas de frecuencia de las familias encontradas de las que se obtuvieron los datos para calcular el índice que se detallan a continuación:

El Índice BMWP-CR (Anexo 1), se lo calculó sumando los valores correspondientes a las familias de macro-invertebrados encontrados en los sitios de estudio. La puntuación se otorgó una sola vez por familia en función de la categoría de sensibilidad a la contaminación de acuerdo al Ministerio de Ambiente, Energía y Mares de Costa Rica (MINAE, 2007). Los valores obtenidos de la categorización de las familias por fueron comparados con la Tabla 6 que muestra los niveles de calidad del agua.

Tabla 6. Nivel de calidad del agua en función del puntaje total obtenido en el índice BMWP-Cr

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

Fuente: MINAE, 2007
Elaborado por: Guerrero, 2014

3.2.1.3 Comparación de la calidad del agua mediante análisis físico-químico y la diversidad de insectos en el estero Cauje mediante la utilización del Índice Biológico BMWP-Cr y la zona de control

La calidad del agua obtenida mediante los resultados del índice biológico de los esteros Cauje y Pise, será comparada con la calidad obtenida mediante los resultados de los análisis físico-químico (Anexo 3) para esto se seleccionó al laboratorio Grupo Químico Marcos, acreditado ante la Organización Ecuatoriana de Acreditación (OEA). El personal del laboratorio se encargó de la toma, preservación de las muestras, envío hasta el laboratorio, análisis y elaboración del informe de ensayo posteriormente se verificó su cumplimiento con la normativa ambiental vigente, Acuerdo Ministerial No. 028- Tabla 3. que establece los valores que permiten la preservación de la vida acuática en ecosistemas de dulceacuícolas.

Tabla 7. Parámetros con los límites permisibles para cuerpos de aguas dulces, marinas y de estuario.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible agua cálida dulce
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	>80
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condición natural

Fuente: Acuerdo Ministerial 028-Anexo 1
Elaborado por: Guerrero, 2014

Estos parámetros fueron seleccionados debido a la importancia que éstos tienen para la preservación de la vida dentro del medio acuático. Roldan (1988), menciona que el pH, el oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales y la temperatura frecuentemente son los parámetros que generan mayor sensibilidad en los organismos.

Para la comparación de los resultados de DBO5 y DQO tomados en los sitios de monitoreo se utilizó las tablas de la Comisión Nacional del agua de México, estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana, hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales. A continuación se muestran las escalas de clasificación correspondientes que se utilizaron:

Tabla 8. Escala de clasificación de la calidad del agua conforme a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Criterio	Clasificación	Color
DBO5 ≤ 3	EXCELENTE no contaminada	Azul
3 < DBO5 ≤ 6	BUENA CALIDAD Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable	Verde
6 < DBO5 ≤ 30	ACEPTABLE Con indicio de contaminación, Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente	Amarillo
30 < DBO5 ≤ 120	CONTAMINADA Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas principalmente de origen municipal	Naranja
DBO5 > 120	FUERTEMENTE CONTAMINADA Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales	Rojo

Fuente: Subdirección General Técnica, CONAGUA
Elaborado por: Guerrero, 2014.

Tabla 9. Escala de clasificación de la calidad del agua conforme a la demanda química de oxígeno (DQO).

Criterio	Clasificación	Color
DQO ≤ 10	EXCELENTE No contaminada	Azul
10 <DQO ≤ 20	BUENA CALIDAD Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable	Verde
20 <DBO5 ≤ 40	ACEPTABLE Con indicio de contaminación, Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente	Amarillo
40 <DBO5 ≤ 200	CONTAMINADA Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas principalmente de origen municipal	Naranja
DQO>200	FUERTEMENTE CONTAMINADA Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales	Rojo

Fuente: Subdirección General Técnica, CONAGUA
Elaborado por: Guerrero, 2014

Para el análisis de resultados obtenidos de plomo en sedimento cuyos resultados serán comparados con la Directriz de calidad en sedimentos provenientes de agua dulce Canadiense (GCSC) y con los niveles guías Interinos del Ministerio del Ambiente de Ontario (GIMAO) ya que en Ecuador no se ha encontrado Normas ni niveles referenciales para metales pesados en sedimentos.

Tabla 10. Guía de calidad de sedimentos

Guía de Calidad de Sedimentos	Plomo mg.Kg⁻¹
TEL ¹	35
ERL	35
LEL ²	31

Fuente: ¹Directriz de calidad en sedimentos provenientes de agua dulce Canadiense (GCSC), ²Niveles Guía del Ministerio Ambiental de Ontario (GIMAO)
Elaborado por: Guerrero, 2014

El análisis de plomo en sedimento es utilizado debido a la toxicidad, persistencia y sobre todo abundancia de metales pesados en el entorno natural particularmente en ambientes acuáticos, éste se ha convertido en un elemento altamente peligroso, al no biodegradarse como generalmente sucede con los compuestos de origen orgánico los metales pesados se bio-acumulan e incorporan a la cadena trófica.

3.2.1.4 Plan de acción para la recuperación de los nichos de insectos acuáticos en zonas de producción bananera.

En función de los resultados obtenidos en el bio-monitoreo y la comparación de la calidad del agua con los resultados del análisis de los parámetros físico-químico la propuesta tendrá en su contenido lo siguiente:

- Introducción
- Objetivo General
- Objetivo Especifico
- Áreas estratégicas
- Matriz resumen

Tabla 11. Formato de propuesta de Plan de Manejo de recuperación del estero Cauje

Plan	Programas	Actividades	Indicadores	Tiempo	Responsable	Costo

Fuente: Cordero, 2013
 Elaborado por: Guerrero, 2014

El formato de plan de acción de recuperación del estero Cauje se fundamentó en un estudio realizado por (Cordero 2013), en el que se realizó la evaluación de la Gestión Territorial de la Cuenca del río Paute, aplicando estrategias, estableciendo lineamientos para la planificación y una gestión efectiva de la cuenca hidrográfica.

3.2.1.5 Análisis e interpretación de los resultados

Para estimar la diversidad de las familias de macro-invertebrados bentónicos se utilizó el índice de equidad de Shannon Wiener. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección acuático (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). Se calcula mediante la siguiente expresión.

$$H = - \sum (P_i \cdot \ln P_i)$$

En donde:

P_i: proporción total de la muestra que pertenece a la especie “i”, con i = 1, 2....S; donde “S” es el número total de especies presentes en la muestra.

El valor máximo que adquiere en los ríos para las comunidades de invertebrados bénticos es de 4,5. Valores inferiores a 2,4-2,5 indican que el sistema está sometido a tensión (vertidos, dragados, canalizaciones, regulación por embalses, etc). Es un índice que disminuye mucho en aguas muy contaminadas. Por tanto, cuanto mayor valor tome el índice de Shannon-Weaver, mayor calidad tendrá el agua objeto de estudio (Arce, 2006). Posteriormente se analizó la composición de las familias de macroinvertebrados encontradas en las cuatro estaciones con un análisis Clúster, para lo cual se utilizó la siguiente expresión:

$$d_{mj} = \frac{N_k d_{kj} + N_l d_{lj}}{N_m}$$

Donde:

N_k, N_l, N_m = Número de observaciones en los conglomerados k, l, m

El análisis de Clúster (Fisher, 1937) se lo utilizó para establecer si todas las familias monitoreados en los cuatro sitios se pueden encasillar en un solo grupo o en dos o más grupos esto se complementó con el Índice de Jaccard (1908), el mismo que determinó la disimilitud, y similitud entre los sitios de muestreo este índice adquiere valores de 1 cuando la similaridad de los individuos es completa entre los sitios y 0 cuando no presentan individuos en común se lo calculó mediante la siguiente ecuación:

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a= Número de familias existentes en el sitio A

b= Número de familias existentes en el sitio B

c= Número de familias existentes en A y B

Para todo esto se utilizó el software Past 3.0 (Hammer, 2001). Además de ello para cada estación se estimó el índice BMWP-Cr (MINAE, 2007) con el fin de determinar la calidad del agua en cada uno de los sitios monitoreados

3.2.2 Tipo de Investigación

Se realizó investigación de campo y laboratorio con la finalidad de evaluar la influencia de las actividades bananeras en la calidad del agua del estero Cauje ejecutándose las siguientes actividades:

- Inspección de las áreas de estudio
- Determinación de los puntos de bio-monitoreo
- Identificación de las familias de insectos acuáticos en el laboratorio
- Determinación de la calidad del agua mediante el Índice Biótico BMWP-Cr
- Análisis de los parámetros físico-químico
- Comparación de resultados obtenidos de los parámetros físico-químico y del biomonitoreo

3.2.3 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es de tipo no experimental debido a que los macro-invertebrados fueron observados en su ambiente (in situ) tanto en el estero Cauje como el estero Pise y analizados posteriormente en el laboratorio. Para la determinación de la calidad del agua mediante el uso de macro-invertebrados se utilizó el índice BMWP-Cr, por su parte los resultados obtenidos de los análisis de físico-químicos del agua fueron comparados con la tabla 3 del Acuerdo Ministerial 028, Comisión

Nacional del Agua de México (CONAGUA), y del sedimento del lecho de los sitios estudiados con la Directriz de calidad en sedimentos provenientes de agua dulce Canadiense (GCSC) y con los niveles guías Interinos del Ministerio del Ambiente de Ontario (GIMAO).

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

4.1 Ubicación y descripción de la información empírica pertinente a cada hipótesis

4.1.1 Variable Independiente: Las actividades bananeras y la diversidad de la entomofauna en los esteros Cauje y Pise

La Finca Bananera “La Chiquita” de acuerdo al recorrido de campo realizado se observó que esta poseía sistemas de drenaje para la evacuación del agua de los procesos con productos químicos proveniente del lavado de la fruta contenidas en las tinas y del lavado de los contenedores de las fumigaciones manuales que luego era descargada al canal de riego la misma que desembocaba en un sector del cauce del estero Cauje.

Los diferentes procesos que se realizan en las etapas de cultivo, cosecha y pos-cosecha del banano generan desechos comunes, desechos no peligrosos y desechos peligrosos. Los desechos comunes como: corte de la fruta, pedazos de fundas y desechos peligrosos (recipientes de plaguicidas, fundas de empaque cuello de monja) se presentan dispuestos en el suelo dentro de las instalaciones y en la plantación lo que conlleva a un grave problema de contaminación ya que las altas precipitaciones que se dan en el sector lavan y arrastran las partículas de plaguicidas suspendidas en la vegetación que luego son conducidas al estero Cauje perjudicando las diferentes formas de vida acuática y daños en el fitoplancton afectando la capacidad de liberación de oxígeno sobre el agua.

Para el control de malezas dentro de la finca se utilizan tratamientos químicos los mismos se ejecutan de forma manual con bomba de mochila generalmente se los aplica tres veces al año. Uno de los principales problemas fitosanitarios que presenta la finca “La Chiquita” es la plaga

Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*), para controlar esta enfermedad se realiza un control químico aplicándose de forma terrestre dos fungicidas el propiconazol y el mancozeb con un intervalo de 20 días entre uno y otro las aplicaciones de estos productos varían de 18 a 21 aplicaciones por año. En cuanto al control del picudo negro se realizan aplicaciones del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* en dosis de 6 g/trampas.

4.1.1.1 Diversidad de la entomofauna en los esteros Cauje y Pise

4.1.1.1.1 Estero Cauje

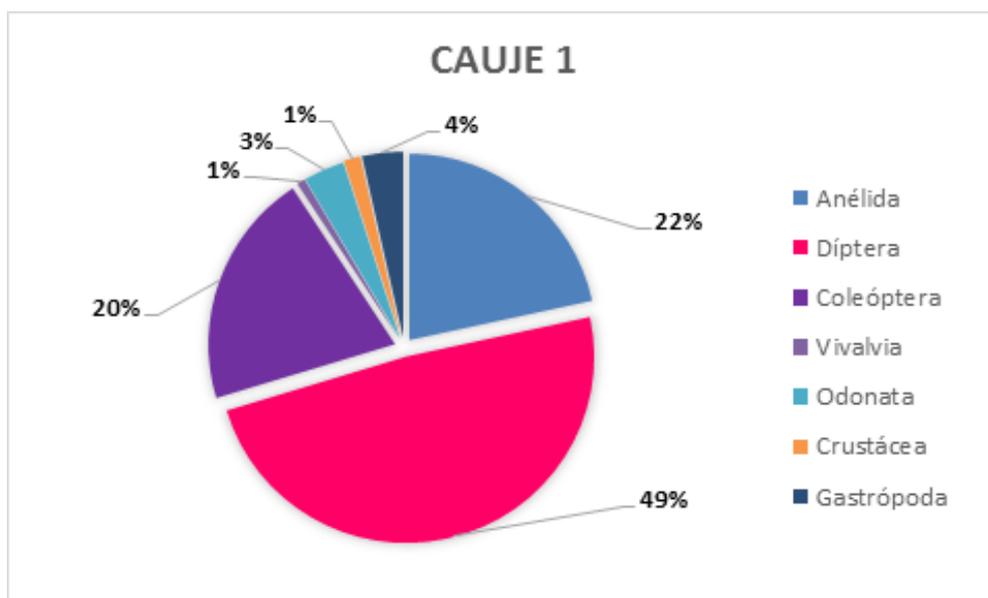
En la sección “Cauje 1” del estero Cauje se colectaron 141 individuos, distribuidos en 12 familias, 7 ordenes (Tabla 12), siendo el orden más representativo **Díptera** con 69 individuos (48,94%), seguido de **Anélida** con 30 individuos (21,28 %) y **Coleóptera** con 29 individuos (20,57%) y en los últimos lugares los órdenes que presentaron una menor abundancia, fueron: Crustácea con 2 individuos (1,42%) y Vivalvia con 1 individuo (0,71%) respectivamente (Gráfico1).

Tabla 12. Número de individuos encontrados en el punto de monitoreo “Cauje 1” del estero Cauje. Valencia-2014

Orden	Familia	Total	Porcentaje (%)
Anélida	<i>Oligoqueta</i>	30	22
	<i>Hirudea</i>		
Díptera	<i>Chironomidae</i>	69	49
	<i>Simulidae</i>		
	<i>Tipulidae</i>		
	<i>Cerapotogonidae</i>		
Coleóptera	<i>Dytiscidae</i>	29	20
	<i>Scirtidae</i>		
Vivalvia	<i>Curbiculidae</i>	1	1
Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	5	3
Crustácea	<i>Crustacea</i>	2	1
Gastrópoda	<i>Ancylidae</i>	5	4
Total		141	100

Fuente: Laboratorio de entomología UTEQ, 2014
Elaborado por: Guerrero, 2014.

Gráfico 1. Composición de la fauna bentónica en la sección Cauje 1 del estero Cauje



Fuente: Laboratorio de entomología UTEQ, 2014

Elaborado por: Guerrero, 2014.

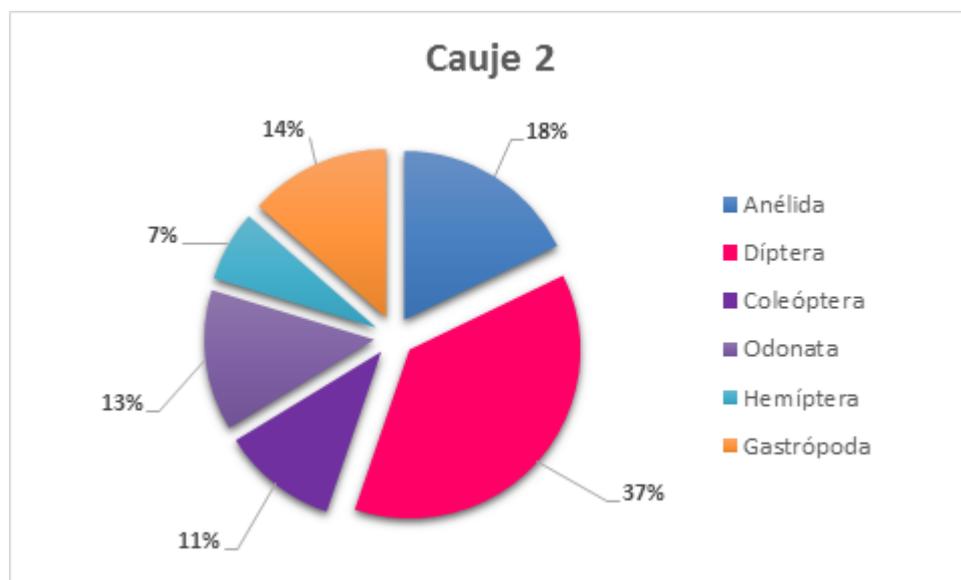
En la sección “Cauje 2” se colectaron 163 individuos, distribuidos en 14 familias y 6 órdenes (Tabla 13), siendo el orden más representativo **Díptera** con 61 individuos (37,42%), seguido de **Anélida** con 29 individuos (17,79 %), **Odonata** y **Gastrópoda** con 22 (13,5%) y en el último lugar el orden que presentó una menor abundancia fue **Hemíptera** con 11 individuos (6,75%) (Gráfico 2).

Tabla 13. Número de individuos encontrados en el punto de monitoreo “Cauje 2” del estero Cauje. Valencia-2014

Orden	Familia	Total	Porcentaje (%)
Anélida	<i>Oligoqueta</i>	29	18
	<i>Hirudea</i>		
Díptera	<i>Chironomidae</i>	61	37
	<i>Simulidae</i>		
	<i>Tipulidae</i>		
	<i>Cerapotogonidae</i>		
Coleóptera	<i>Dytiscidae</i>	18	11
	<i>Scirtidae</i>		
	<i>Dryopidae</i>		
Odonata	<i>Libellulidae</i>	22	13
	<i>Coenagrionidae</i>		
Hemíptera	<i>Corixidae</i>	11	7
Gastrópoda	<i>Thiaridae</i>	22	14
	<i>Pachychilidae</i>		
Total		163	100

Fuente: Laboratorio de entomología UTEQ, 2014
Elaborado por: Guerrero, 2014.

Gráfico 2. Composición de la fauna bentónica en la sección Cauje 2 del estero Cauje



Fuente: Laboratorio de entomología UTEQ, 2014
Elaborado por: Guerrero, 2014

Se encontraron en la sección “Cauje 3”, 260 individuos, distribuidos en 12 familias y 7 órdenes (Tabla 14). En cuanto a nivel de órdenes, el que presentó mayor representatividad fue el orden **Díptera** con 95 individuos (36,54%), seguido por **Anélida** con 63 individuos (24,23%), **Coleóptera** con 40 individuos (15,38%). Entre tanto, el orden que presentó menor abundancia fue **Lepidóptera** habiéndose 2 individuos (0.77 %) (Gráfico 3).

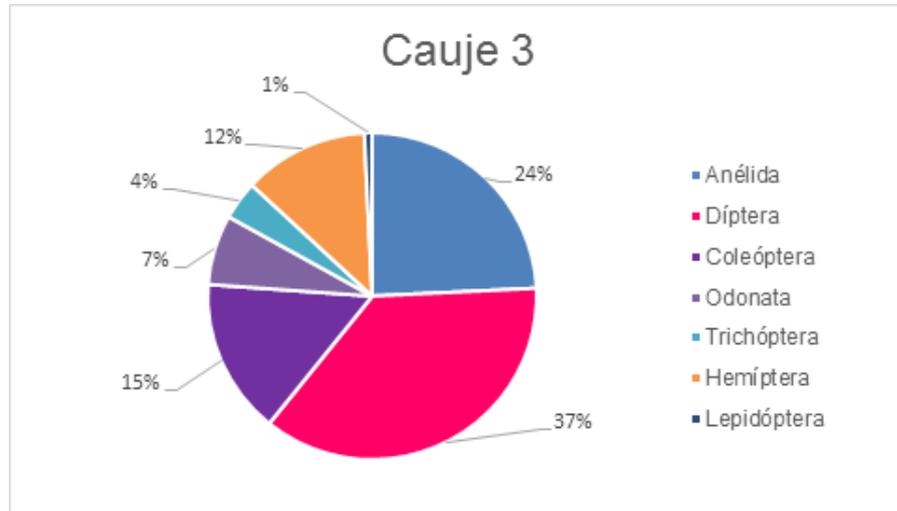
Tabla 14. Número de individuos encontrados en el punto de monitoreo “Cauje 3” del estero Cauje. Valencia-2014

Orden	Familia	Total	Porcentaje (%)
Anélida	<i>Oligoqueta</i>	63	24
	<i>Hirudea</i>		
Díptera	<i>Chironomidae</i>	95	37
	<i>Tipulidae</i>		
	<i>Cerapotogonidae</i>		
Coleóptera	<i>Dytiscidae</i>	40	15
	<i>Scirtidae</i>		
Odonata	<i>Libellulidae</i>	18	7
Trichóptera	<i>Hidropsychidae</i>	10	4
Hemíptera	<i>Corixidae</i>	32	12
	<i>Belostomatidae</i>		
Lepidóptera	<i>Noctuidae</i>	2	1
Total		260	100

Fuente: Laboratorio de entomología UTEQ, 2014

Elaborado por: Guerrero, 2014.

Gráfico 3. Composición de la fauna bentónica en la sección Cauje 3 del estero Cauje



Fuente: Laboratorio de entomología UTEQ, 2014
Elaborado por: Guerrero, 2014

4.1.1.1.2 Estero Pise

En el sitio de control (estero Pise) se colectaron 411 individuos, distribuidos en 17 familias, y 7 órdenes (Tabla 15). Por su parte, a nivel de órdenes el más representativo fue **Efemeróptera** con 126 individuos (30,66%), seguido de **Trichóptera** con 110 individuos (26,76%). Entre el orden que presento menor abundancia fue **Gastrópoda**, registrándose 13 individuos (3,16%) (Gráfico 4).

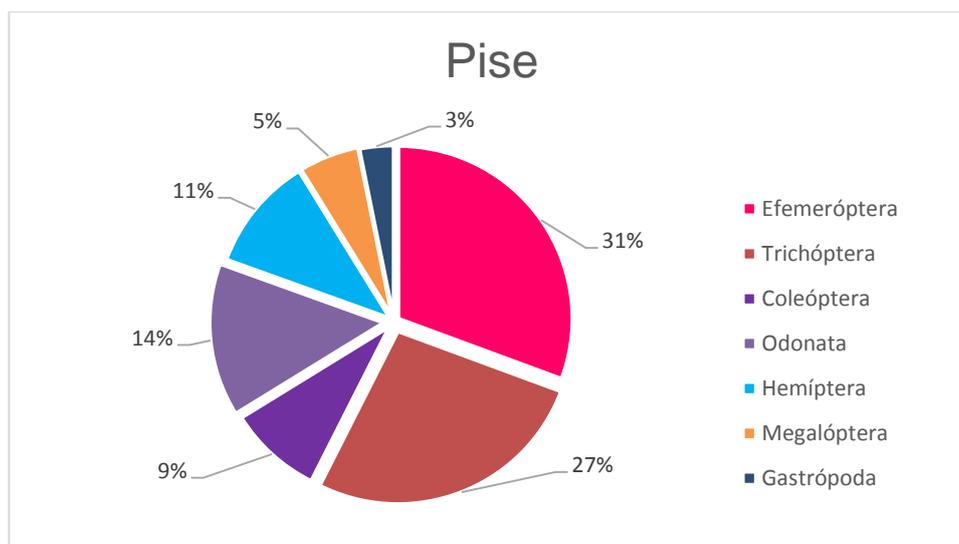
Tabla 15. Número de individuos encontrados en el punto de monitoreo “Pise” del estero Pise. Valencia-2014.

Orden	Familia	Total	Porcentaje (%)
Efemeróptera	Leptophlebiidae	126	31
	Leptohyphidae		
	Baetidae		
Trichóptera	Odontoceridae	110	27
	Hydrobiosidae		
	Philopotamidae		
Coleóptera	Hidropsychidae	36	9
	Elmidae		
	Scirtidae		
Odonata	Libellulidae	59	14
	Aeshnidae		
Hemíptera	Megapodagrionidae	44	11
	Veliidae		
	Gerridae		
Megalóptera	Belostomatidae	23	5
	Corydalidae		
Gastrópoda	Thiaridae	13	3
Total		411	100

Fuente: Laboratorio de entomología UTEQ, 2014

Elaborado por: Guerrero, 2014

Gráfico 4. Composición de la fauna bentónica en el estero Pise



Fuente: Laboratorio de entomología UTEQ, 2014

Elaborado por: Guerrero, 2014

4.1.1.1.3 Índice de diversidad

Tabla 16. Índice de equidad de Shannon-Wiener

ÍNDICES	Cauje 1	Cauje 2	Cauje 3	Pise
Equidad de Shannon-Wiener	2,294	2,546	2,348	2,745

Fuente: Índice de equidad de Shannon-Wiener
Elaborado por: Guerrero, 2014.

De acuerdo a la tabla 16 el índice de Shannon-Wiener, en el estero Pise mostro (2,745), lo que indica que existe en estos sitios una alta diversidad en las familias de macro-invertebrados, en tanto que los puntos Cauje 1 (2,2), Cauje 2 (2,5) y Cauje 3 (2,3) generaron valores inferiores a 2,5 indicando que el sistema en los sitios afectados está sometido a tensión por actividades antropogénicas

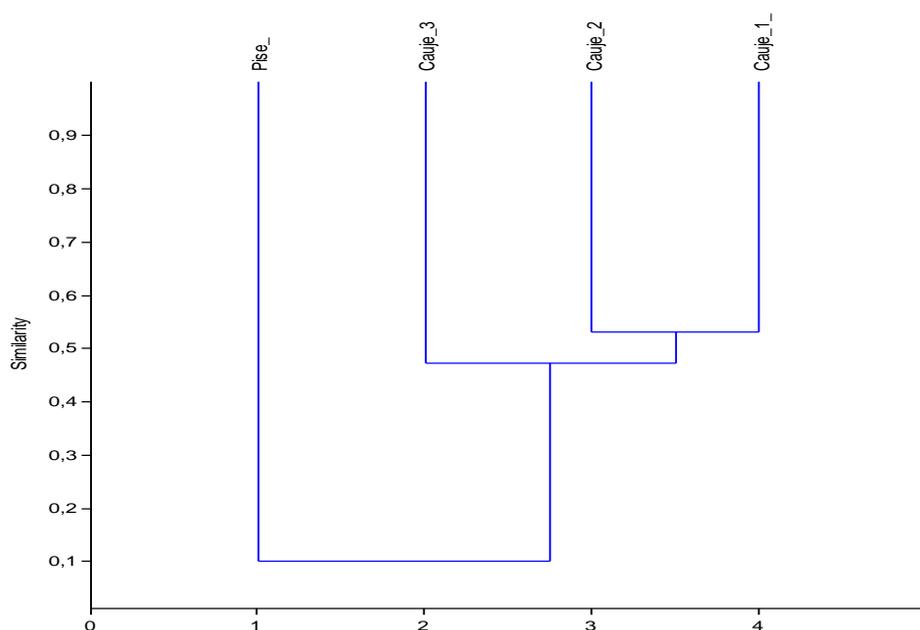
Tabla 17. Similitud de Jaccard de las familias de macroinvertebrados

SITIOS	Cauje 1	Cauje 2	Cauje 3	Pise
Cauje 1	1	0,529	0,411	0,035
Cauje 2		1	0,529	0,107
Cauje 3			1	0,16
Pise				1

Fuente: Resultados del índice de similitud de Jaccard esteros Cauje y Pise
Elaborado por: Guerrero, 2014.

Existen diferencias en el porcentaje de similaridad de familias entre los puntos de muestreo de los esteros Cauje y Pise, obtenido cómo resultando para los puntos de muestreo Cauje 1 y 2 presentan la mayor similitud (0,529), de las familias de macro-invertebrados encontradas entre los sitios al igual que los puntos de muestreo Cauje 2 y 3 mientras que los puntos de muestreo Cauje 1 y Pise presentaron la menor similitud con el 0,036 de familias de macro-invertebrados acuáticos (Tabla 17).

Gráfico 5. Análisis de clúster de las estaciones de muestreo



Fuente: Análisis de Clúster de las estaciones de muestreo
Elaborado por: Guerrero, 2014.

Según el análisis de clúster (gráfico 5), se forman dos comunidades por debajo del 45% donde Pise difiere totalmente de los demás con una diferencia del 0,16% con el estero Cauje mostrando que existen diferencias entre las familias encontradas en los dos sitios estudiados.

4.1.2 Variable dependiente: Calidad del agua del estero Cauje

4.1.2.1 Caracterización físico-química de la calidad del agua y sedimento de los esteros Cauje y Pise

Para esto se establecieron tres sitios de muestro dentro del estero Cauje (sitio afectado) y uno en el estero Pise (sitio de control) en el que se llevó a cabo la toma de muestras que luego fueron comparadas con la Normativa ambiental vigente del Ecuador TULSMA, además de las normativas internacionales como la Comisión Nacional del agua de México (CONAGUA), Directriz de calidad en sedimentos provenientes de agua dulce Canadiense (GCSC) y con los niveles guías Interinos del

Ministerio del Ambiente de Ontario (GIMAO) que permitió identificar que los resultados se encuentren dentro de los límites permisibles mostrando los siguientes datos:

Tabla 18. Análisis de parámetros físico-químico de los sitios estudiados

Parámetros	Unidades	Método	Cauje 1	Cauje 2	Cauje 3	Pise	TULSMA. Anexo 1. Tabla 3	CONAGUA	GCSC	GIMAO
Oxígeno Disuelto	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-37	8,53	8,48	7,93	8,28	> 80	0	0	0
Demanda Biológica de Oxígeno	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-05	6	14	6	6	0	6 <DBO ₅ ≤ 30	0	0
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-16	8	20	12	10	0	10 <DQO ≤ 20	0	0
Sólidos. S Totales	(mg/l)	PEE-GQM-FQ-06	< 2	< 2	2	< 2	Max incremento de 10% de la condición natural	0	0	0
pH			7,35	7,37	7,19	7,27	6,5-9	0	0	0
Plomo en sedimento de lecho de estero	mg.Kg ⁻¹	3110 B	5,35	0,13	0,13	1,97	0	0	35	31

Fuente: Resultados de Análisis de Agua "Químicos Marcos"
Elaborado por: Guerrero, 2014.

Los valores de oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales y pH en los sitios estudiados de acuerdo a la tabla 18 se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial 028. Tabla 3. De igual forma los datos referentes a la Demanda Biológica de Oxígeno conforme a la Comisión Nacional del Agua de México (CONAGUA) éstas se encuentran dentro de un rango ACEPTABLE con indicio de contaminación, aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Por su parte la demanda química de oxígeno mostró un rango BUENA CALIDAD: aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable. Referente al contenido de plomo en sedimento del lecho de los esteros estudiados éstos se encuentran dentro del rango permisible por la Directriz de calidad en sedimentos provenientes de agua dulce Canadiense (GCSC) y con los niveles guías Interinos del Ministerio del Ambiente de Ontario (GIMAO).

4.1.2.2 Determinación de la calidad del agua a través de la identificación de los macro-invertebrados acuáticos encontrados en los esteros Cauje y Pise aplicando el Índice Biológico de calidad BMWP-Cr

Al evaluar la calidad del agua del estero Pise y de los diferentes puntos de muestreo del estero Cauje se encontró que al aplicar Índice BMWP-Cr la calidad del agua para los puntos Cauje 1,2 y 3 fue de calidad mala, contaminadas, mientras el estero Pise presentó una calidad de agua buena, no contaminada alterada de manera sensible (Tabla 19). Hay que tener en cuenta para este puntaje y valoración, el promedio de los puntajes obtenidos en cada estación pues, según el índice, se considera el puntaje como la suma de los valores obtenidos para cada familia en cada punto de muestreo.

Tabla 19. Resultados de la calidad del agua de los esteros Cauje y Pise utilizando el índice BMWP-Cr

Sitios de monitoreo	Resultados	Nivel de calidad Índice BMWP-CR
Cauje 1	41	36-60 Aguas de calidad mala, contaminadas
Cauje 2	51	36-60 Aguas de calidad mala, contaminadas
Cauje 3	46	36-60 Aguas de calidad mala, contaminadas
Pise	107	Aguas de calidad buena, no contaminadas alteradas de manera sensible

Fuente: Laboratorio de entomología UTEQ, 2014
Elaborado por: Guerrero, 2014.

4.2 Discusión de la información obtenida en relación a la naturaleza de la hipótesis

4.2.1 Análisis cuantitativos (modelos estadísticos de comprobación de la hipótesis)

De acuerdo al análisis de similitud de Jaccard, el primer grupo está conformado por, Pise el mismo que difiere de los demás sitios probablemente por la presencia de vegetación riparia en sus orillas lo que permite mayor protección del recurso hídrico, garantizando una mejor calidad de hábitat (Walteros & Paiba, 2010), y favoreciendo una mayor diversidad de entomofauna acuática en comparación a Cauje, donde disminuye la cobertura vegetal natural reemplazada por cultivos agrícolas. Blinn & Kilgore (2001), citado por Gonzáles *et al.*, (2012,p.140) afirma que: "el bosque ripario juega un papel importante al retardar y reducir la escorrentía superficial, utilizar el exceso de nutrientes, atrapar los sedimentos y otros contaminantes que se desprenden de los suelos descubiertos o suelos de cultivos y de esta manera proteger los cuerpos de agua".

Lo que concuerda con Alonso (2006), Arcos (2005), Guevara *et al.* (2006) y Meza & Rubio (2010), citado por Gonzáles *et al.*, (2012, p.140)

quienes expresan: “encontraron una reducción de la diversidad en lugares con una reducción de la vegetación ribereña por actividades antrópicas como ganadería y agricultura”.

El segundo grupo está conformado por Cauje 1, 2 y 3, primeras estaciones guardan una mayor similaridad y evidencias de contaminación por concentración de vertimientos provenientes de las descargas de aguas residuales provenientes de la bananera y disposición inadecuada de residuos generadas tanto por la actividad bananera como por la actividad humana. Mientras “Cauje 3” difiere un poco, esto puede ser explicado debido a que en este punto existe presencia de piedras en el fondo y mayor corriente en el cauce del estero.

La poca similitud encontrada entre los esteros Cauje y Pise puede estar asociada con características físicas, químicas, biológicas y geomorfológicas de cada uno de los ríos muestreados como por ejemplo el caudal del río, su profundidad y ancho. No obstante, factores debido a cambios en las condiciones naturales del río, como las causadas por el vertido de aguas domésticas, agricultura o actividades industriales a lo largo del cauce del río pueden afectar la estructura de sus comunidades (Domínguez *et al*, 2005). De aquí y debido a que las condiciones de los diferentes ríos muestreados no sea idéntica afecta las comunidades que viven en ellos, dando, por lo tanto diferencias entre sí.

Roldán, (2003) afirma que una comunidad natural se caracteriza por presentar una gran diversidad de especies mientras que una comunidad bajo la presión de la contaminación se caracteriza por poseer un bajo número de especies con un gran número de individuos por especie. Confirmando lo que ocurre en el estero Pise el mismo que mostro una gran diversidad de familias (*efemerópteras*, *trichópteros*) propias de sitios con afectaciones leves de contaminación en contraste con el estero Cauje el mismo que mostro una reducida diversidad de familias (Dípteras y *Anéolidas*) propias de lugares bajo presión de contaminación.

4.2.2 Análisis cualitativo (modelos descriptivos)

El sitio de control Pise registró a los órdenes *Ephemeroptera* (30,66%), *Trichoptera* (26,76%) y *Odonata* (14,36%) como más representativos. Esta sección presentó un hábitat lótico con sustrato de grava, hojarasca, vegetación sumergida y presencia de cultivos de agroforestales caña guadua, teca y especies frutales en la zona ribereña mostrando un hábitat propio del orden *Ephemeroptera* ya que sus ninfas se encontraron en los remansos, rápidos y adheridas a troncos, hojas, vegetación sumergida.

De acuerdo a Domínguez *et al*, (1992) el grupo *Ephemeroptera* se desarrolla en aguas corrientes y someras, pero también en estanques y ríos profundos ciertas especies resisten cierto grado de perturbación por lo general se encuentra en aguas de buena calidad. En su etapa acuática inmadura o ninfa juegan un papel muy importante en el ecosistema dentro del agua dulce alimentándose de partículas de rocas u otro material y de algas, y sirviendo de alimento a peces y otros animales acuáticos (Flowers, 1992). Según (Bispo *et al*. 2002) *Trichoptera* y *Ephemeroptera* se asocian a ecosistemas donde aún la contaminación es incipiente o nula.

En cuanto a la sección "Cauje 1" los órdenes más representativos fueron *Diptera* (48,94%), *Anélida* (21,28%) y *Coleoptera* (20,57%), debido a que esta sección del estero presentó un hábitat propicio para la vida de los *Diptera*, sustrato fangoso, pozas profundas con presencia de hojarasca, poca vegetación en sus orillas además de descargas de efluentes provenientes de las actividades bananeras. Por otra parte la sección "Cauje 2" mostró a *Diptera* (37,42%), y *Anélida* (17,79%) como los representativos. En tanto la sección "Cauje 3" mostró a los órdenes *Diptera* (36,54%), y *Anélida* (24,23%)

La aparición de *Diptera* en el grupo de los órdenes predominantes en los sitios "Cauje 1" (48,94%), "Cauje 2" (37,42%) y "Cauje 3" (36,54%)

respectivamente puede estar relacionada con ligera incorporación de contaminantes (Carrasco *et al.* 2001). En Díptera aparece la familia más frecuente en la recolección dentro de los sitios, *Chironomidae*, citada por Marques *et al.* (2001) como taxón tolerante y además usado como bioindicador de ecosistemas acuáticos contaminados por metales pesados.

Por otro lado la aplicabilidad del Índice BMWP-Cr en los esteros estudiados mostró que los puntos Cauje 1,2 y 3 tienen calidad mala, contaminadas, mientras el estero Pise presentó una calidad de agua buena, no contaminadas alteradas de manera sensible. Posiblemente, esto se deba a que en estas estaciones la vegetación ribereña está compuesta por cultivos agrícolas y desprotegidas de vegetación en sus orillas.

Robins & Cain (2002), citado por Meza *et al.*, (2012, p. 452), afirman “la importancia del bosque ribereño como área de amortiguamiento, tras los impactos que pueden tener la agricultura y la ganadería sobre la calidad de agua en la cuenca y en la estabilización del suelo de las quebradas”.

Mientras que Blinn & Kilgore (2001) citado por Meza *et al.*, (2012, p. 452), confirman el papel importante de los bosques ribereños “al retardar y reducir la escorrentía superficial, utilizar el exceso de nutrientes, atrapar los sedimentos y otros contaminantes que se desprenden de los suelos descubiertos o suelos de cultivos y proteger los cuerpos de agua”.

4.3 Comprobación/desaprobación de la hipótesis

La presente investigación planteo las siguientes hipótesis:

H₀= Existen diferencias significativas en la diversidad de la entomofauna y en la calidad del agua de los esteros que tienen la influencia de la actividad bananera.

H_a= No existe diferencias significativas en la diversidad de la entomofauna y en la calidad del agua de los esteros que tienen la influencia de la actividad bananera.

De acuerdo a la tabla 20 que muestra los resultados de los análisis físico-químicos y del índice de Biótico BMWP-Cr realizados en los sitios investigados.

Se acepta la hipótesis nula (**H₀**) y se rechaza la hipótesis alternativa (**H_a**), lo que demuestra que existen diferencias significativas en la diversidad de la entomofauna y en la calidad del agua de los esteros que tienen la influencia de la actividad bananera de acuerdo al Índice BMWP-Cr, confirmando que las perturbaciones producidas por las acciones del ser humano en la calidad del agua de un río pueden provocar cambios en toda la comunidad, llegando al punto de reducir la comunidad a unas pocas especies tolerantes además de que los macro-invertebrados pueden ser utilizados como bioindicadores de la calidad del agua.

Tabla 20. Resultados del análisis de parámetros físico-químicos y el índice BMWP-Cr

Parámetros	Cauje	Pise	TULSMA. Anexo 1. Tabla 3	CONAGUA	GCSC	GIMAO
Oxígeno Disuelto	8,31	8,28	> 80	0	0	0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	8,66	6	0	6 < DBO5 ≤ 30	0	0
Demanda Biológica de Oxígeno	13,33	10	10	0	10 < DQO ≤ 20	0
Sólidos Suspendedos Totales	< 2	< 2	Max incremento de 10% de la condición natural	0	0	0
pH	7,30	7,27	6,5-9	0	0	0
Plomo en sedimento del lecho del estero	1,87	1,97	0	0	35	31
INDICE BMWP-CR						
Esteros	Resultado	Nivel de Calidad Índice BMWP-Cr				
Cauje	46	Aguas de calidad mala, contaminadas				
Pise	107	Aguas de calidad buena, no contaminadas alteradas de manera sensible				

Fuente: Resultados de Análisis de Agua "Químicos Marcos"
Elaborado por: Guerrero, 2014.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El estero Pise (sitio de control), reportó siete órdenes distribuidas en 17 familias mostrando a los órdenes *Ephemeroptera* (30,66%), *Trichoptera* (26,76%) y *Odonata* (14,36%) y a las familias del orden *Ephemeroptera Leptophlebiidae* (12,17%) y *Leptohyphidae* (9,98%) como más representativos.

En el estero Cauje se obtuvieron en total 10 órdenes distribuidas en 19 familias. La sección “Cauje 1” reportó a los órdenes *Diptera* (48,94%) y *Anélida* (21,68%) y a las familias *Chironomidae* (14,89%) y *Tipulidae* (14,18%) como más representativos, en cuanto que la sección “Cauje 2” ubicó a los órdenes *Diptera* (37,42%) y *Anélida* (17,79%) y a las familias *Chironomidae* (13,50%) y *Simulidae* (11,04%) como más representativos mientras que la sección “Cauje 3” se obtuvieron siete órdenes distribuidos en 12 familias siendo los más representativos los órdenes *Diptera* (36,54%) y *Anélida* (24,23%) y las familias *Chironomidae* (17,37%) y *Oligoqueta* (12,36%).

El estero Pise presenta valores altos de diversidad (2,745), como se mencionó anteriormente este sitio presento siete órdenes y 17 familias destacándose *Ephemeroptera* y *Trichoptera* propias de sitios con bajo nivel de contaminación del agua lo que difiere notablemente de los sitios Cauje 1(2,2), Cauje 2(2,5) Cauje 3(2,3) los mismos que de acuerdo al nivel de interpretación del Índice de Equidad de Shannon-Wiener indican que el sistema está sometido a tensión por actividades antropogénicas, cada uno de los sitios en el estero Cauje mostró al menos siete órdenes y un máximo de 14 familias destacándose los órdenes *Diptera* y *Anélida* como más representativas en los tres sitios, la diferencia entre Pise y los puntos Cauje 1, Cauje 2 y Cauje 3 se da por la presencia de diferentes órdenes y familias encontradas entre ellos.

Los puntos de monitoreo “Cauje 1”, “Cauje 2” y “Cauje 3” presentan un 0,52% de similitud entre ellos en cuanto a la diversidad familias de macro-invertebrados acuáticos debido posiblemente a las características de la zona ribereña y sustrato del estero similares

Los valores obtenidos de oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos totales tanto para el estero Pise y Cauje no sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial 028, debido posiblemente a las condiciones ambientales y a las características de cada sitio de estudio al momento del muestreo.

En lo que respecta a la demanda biológica de oxígeno ésta se encuentra dentro de un rango ACEPTABLE con indicio de contaminación, aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Por su parte la demanda química de oxígeno mostró un rango BUENA CALIDAD: aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable.

En cuanto a los resultados de los análisis de sedimento en el lecho de los esteros estos mostraron para Cauje 1 (5,35), Cauje 2(0,13), Cauje 3(0,13) y Pise (1,97) éstos conforme a la comparación de los resultados con la Directriz de calidad en sedimentos provenientes de agua dulce Canadiense (GCSC) y con los niveles guías Interinos del Ministerio del Ambiente de Ontario (GIMAO) se determinó que el contenido de plomo en el sedimento de lecho de los esteros se encuentra dentro del rango permisible

El estero Pise de acuerdo al Índice Biológico BMWP-Cr presentó una calidad de agua buena, no contaminada alterada de manera sensible entre tanto que las secciones Cauje 1, Cauje 2 y Cauje 3 del sitio afectado fue de calidad mala, contaminadas

Los análisis físico-químicos no indicaron efectos de perturbación en el ecosistema acuático, a pesar de la influencia de los cultivos de banano establecidos en los márgenes del estero en el sector estudiado, lo que no coincide con el puntaje obtenido del Índice BMWP-Cr, que caracteriza al estero Cauje con aguas de calidad mala, contaminadas debido a las condiciones ambientales en los sitios investigados como a la influencia de la vegetación en la zona ribereña a los esteros

Los parámetros físico-químicos indicativos de contaminación orgánica como el Oxígeno Disuelto y el Demanda Biológica Oxígeno, mostraron ausencia de perturbación en todas las estaciones de muestreo del estero Cauje, lo que resalta la gran efectividad de emplear a los macro-invertebrados por su sensibilidad a los cambios en contraste a las evaluaciones físico-químicas, que solo describen el entorno de manera puntual o directa.

Las actividades de descarga de agua residual proveniente del proceso productivo parte de la Finca “La Chiquita” no cumple con la Ley de Prevención y control Ambiental (2004), artículo 6 que menciona, “la prohibición de descargar a los cuerpos de agua contaminantes que perjudiquen tanto la salud de las personas como a la flora y fauna del lugar”.

La disposición inadecuada de desechos de plaguicidas y el lavado de bombas en el estero Cauje infringe lo estipulado en el Reglamento de Saneamiento Ambiental Bananero (1994), Art. 17 que establece, “el productor bananero está obligado a prevenir la contaminación de fuentes de agua y ambiente en general, evitando derrames, recogiendo recipientes vacíos y remanentes de plaguicidas. Los residuos de plaguicidas y las aguas de los diferentes procesos deben ser depositados en tanques de sedimentación”.

La plantación de banano asentada a menos de 10 metros del estero Cauje contrarresta lo establecido en el Reglamento de Saneamiento

Ambiental Bananero (1994), que expresa en su artículo 14. Literal c, “establecer franjas de protección de mínimo 10m de ancho con el fin de proteger los ríos y esteros que linderen con los cultivos de banano”.

Se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alternativa (H_a), lo que demuestra que existen diferencias significativas en la diversidad de la entomofauna y en la calidad del agua de los esteros que tienen la influencia de la actividad bananera de acuerdo al Índice BMWP-Cr.

5.2 Recomendaciones

Promover el uso de técnicas de bio-monitoreo en la Provincia de Los Ríos lo que permitiría establecer una lista de familias de macro-invertebrados que sirvan de base para la identificación y adopción de un Índice que pueda ser utilizado en la Provincia y de esta forma conocer los valores de sensibilidad a distintos niveles de contaminación.

Dar continuidad a la investigación implementando bio-monitoreos regulares acompañados de análisis físico-químicos de manera continua para conocer la variación de la calidad del agua en las diferentes épocas del año con la finalidad de identificar las especies de macro-invertebrados predominantes en cada una de ellas.

Capacitar a instituciones dentro de la Provincia con el tema de conservación de los recursos naturales y el agua enfocado a la implementación de técnicas de biomonitoreo, que permita conocer el estado actual y continuo del recurso agua en la Provincia.

Dar a conocer la investigación realizada en este estudio a las autoridades de los Municipios del Cantón Valencia, que se tome como punto de partida de futuras investigaciones en cuanto a temas de conservación, deforestación y crecimiento de la frontera agrícola.

Se recomienda la adopción de un Plan de Ordenamiento Territorial (POT) que garanticen la vida acuática y la calidad del agua como un bien nacional necesario para el desarrollo de la vida.

Establecer una zona de protección con especies nativas del sector, retirando las plantas de banano y construyendo una zona protectora de 10 m de ancho a lo largo del Estero Cauje.

El agua de descarga de la empacadora contiene residuos de fruta y restos de protectores, para minimizar el impacto de la misma se debe instalar filtros a la salida de la empacadora, para retener los de menor tamaño se debe colocar una tela metálica de aproximadamente 0.5cm x 0.5cm y para los residuos de fruta, una malla metálica cuadrada con dimensiones de 1cm x 1cm.

Se debe establecer un lugar adecuado para la disposición temporal de los desechos peligrosos provenientes de las plantaciones y de los procesos productivos, además de realizar capacitaciones continuas sobre el manejo de desechos peligrosos dentro de la Finca.

Los resultados biológicos del estudio son de gran utilidad para la evaluación de la calidad de agua del cantón Valencia por el uso de bio-indicadores como herramienta novedosa y aún no aprovechada en la Provincia de Los Ríos.

La información obtenida del estudio servirá para crear de una base de datos de la biodiversidad acuática de macro-invertebrados en el cantón Valencia y se iniciara al mismo tiempo una colección de las especies recolectadas durante el estudio que servirán como base fundamental para conocer la composición de las comunidades de entomofauna acuática.

CAPÍTULO 6

LA PROPUESTA

6.1 Título de la Propuesta

Plan de Manejo para la recuperación del estero Cauje, Cantón Valencia, Provincia de los Ríos, 2014

6.2 Justificación

Según Carrera (2002), los planes de Manejo de cuencas constituyen una alternativa válida para salvaguardar los recursos naturales y convertirse en un modelo de desarrollo sustentable, éstos requieren de responsabilidades compartidas a todo nivel de la sociedad, a fin de identificar los principales objetivos, estrategias y componentes que sirvan como alternativa para un desarrollo sostenible de la cuenca.

En el cantón Valencia se ha identificado una diversidad de uso de suelo, además de ello existe una falta de políticas definidas de ordenamiento territorial, el uso y consumo de los recursos naturales, considerando el elemento integrador común como es el agua, lo que conlleva a crear herramientas que contengan estrategias enfocadas en un Plan de Manejo de Cuencas Hidrográficas integrando a diferentes sectores y actores con el objetivo de poder disminuir la contaminación, ordenar el uso de los recursos, mejorar la calidad y cantidad de agua para uso y consumo humano, restaurar los ecosistemas dulces y de esta manera contribuir con el bienestar social y económico de la población.

6.3 Fundamentación

En la actualidad los Planes de Manejo son tratados con mayor intensidad a nivel mundial, ya que involucra el análisis de factores sociales, económicos y ambientales que interactúan y se relacionan entre sí dentro de una Cuenca Hidrográfica. Mediante el seguimiento y

mejoramiento de los mismos se pretende alcanzar soluciones que lleven a un desarrollo sustentable (Francke, 2002).

La base de todo proceso de desarrollo y como condición especial para alcanzar objetivos específicos y definidos se encuentra en el manejo eficiente de los recursos naturales renovables (agua, flora y fauna). La utilización óptima de éstos es un requerimiento cada vez más necesario y debe constituirse en una de las estrategias más importantes. El manejo y conservación de una cuenca hidrográfica o de una parte de esta, representa el ejemplo más claro en que múltiples disciplinas deben integrarse en la pretensión de alcanzar resultados positivos en el aprovechamiento de una área que tenga estas características (Carrera, 2002).

6.4 Objetivos

6.4.1 Objetivo General

Proponer un Plan de Manejo para la recuperación del estero Cauje de la ciudad de Valencia, 2014

6.4.2 Objetivos Específicos

- Elaborar un diagnóstico de situación actual en lo que se refiere a calidad del agua del estero Cuaje en el Cantón Valencia, Provincia de Los Ríos.
- Determinar los programas que se van a desarrollar dentro del Plan de Manejo Ambiental.
- Estructurar un Plan de Manejo Ambiental para la conservación del estero Cauje.

6.5 Importancia

Según Montaguano H. et al (2009), el Plan de Manejo Ambiental formula las medidas necesarias para la mitigación, compensación, y

prevención de los efectos adversos, críticos y severos, causados por las actividades naturales o antrópicas sobre los elementos ambientales, así como las recomendaciones para el futuro control, seguimiento y mejoramiento de dichos efectos.

En este sentido un Plan de Manejo tiene en cuenta las características ecológicas de los ríos y de los sistemas sociales que inciden e impactan en sus condiciones naturales, orientado a cambiar el enfoque que tradicionalmente se le ha dado, dirigido a la implementación de programas de conservación de cuencas hidrográficas, enfocados al control de la erosión en zonas agrícolas, el mejoramiento y protección de las fuentes de aguas superficiales (Maass y Cotler, 2007).

6.6 Ubicación sectorial y física

El Plan de Manejo del estero Cauje, se desarrollará en la Parroquia la Unión del Cantón Valencia, con la proyección de recuperar el área del estero afectada por las actividades bananeras implementando acciones de conservación, manejo y desarrollo de los recursos existentes

6.7 Factibilidad

Es factible el proyecto, debido a que la propuesta de Plan de Manejo será socializada con las autoridades del Municipio del cantón Valencia y busca el apoyo de la comunidad de tal manera que se llegue a convenios y consensos que beneficien a la población y no perjudiquen el estado de los recursos que se han venido afectando dentro del estero Cauje

6.7.1 Factibilidad Social

Contar con un Plan de Manejo ayudará a la recuperación del estero Cauje mitigando los efectos negativos que han sido detectados, estableciendo estrategias para un buen manejo de los recursos naturales y sensibilizando a la población a través de la educación ambiental para

propiciar el cambio de actitudes y comportamientos que favorezcan una mayor conservación ambiental.

6.7.2 Factibilidad Legal

La Constitución de la República del Ecuador (2008), Título II de Derechos, capítulo segundo, sección segunda, artículo 14, garantiza el “derecho de vivir en un ambiente sano y saludable que engloba todo el ambiente que nos rodea es por esto que es importante tomar en consideración todas las acciones encaminadas a alcanzar este propósito”. Mientras que el artículo 411, señala “el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua”.

En tanto que en el Título VI régimen de desarrollo, capítulo primero, artículo 276, “el régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural”.

En el capítulo segundo, biodiversidad y recursos naturales, artículo 396, “el Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas. La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar

integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente”.

Artículo 411, menciona “el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua”.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición (Ley de Aguas Codificación 16, Registro Oficial 339 de 20 de Mayo del 2004, en su capítulo II de la contaminación Art. 22, manifiesta que “concede acción popular para denunciar los hechos que se relacionan con la contaminación de agua”.

En el título segundo Recursos Hídricos, capítulo I definición, Infraestructura y clasificación de los recursos hídricos, artículo 12, muestra que “el Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución del Ecuador (2008) y en la Ley de agua (2004)”.

El artículo 13, menciona que “constituyen formas de conservación y protección de fuentes de agua: las servidumbres de uso público, zonas de protección hídrica y las zonas de restricción. Los terrenos que lindan con los cauces públicos están sujetos en toda su extensión longitudinal a una zona de servidumbre para uso público, que se regulará de conformidad con el Reglamento y la Ley. Para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, se establece una zona de protección hídrica. Cualquier aprovechamiento que se pretenda desarrollar a una distancia del cauce, que se definirá reglamentariamente, deberá ser objeto de autorización por la Autoridad Única del Agua, sin perjuicio de otras autorizaciones que procedan”.

En el capítulo segundo Institucionalidad y Gestión De Los Recursos Hídricos Sección Segunda Planificación Hídrica artículo 28, establece “el Estado y los Gobiernos Autónomos Descentralizados deberán sujetarse a la planificación hídrica en lo que respecta al ejercicio de sus competencias. Igualmente los planes de gestión integral de recursos hídricos por cuenca, vincularán a las entidades dedicadas a la prestación de servicios comunitarios relacionados con el agua”.

Mientras que la sección tercera Gestión y Administración de los Recursos Hídricos (2004) en su artículo 32, menciona que “la gestión del agua es exclusivamente pública o comunitaria. La gestión pública del agua comprende, de conformidad con lo previsto en esta Ley, la rectoría, formulación y ejecución de políticas, planificación, gestión integrada en cuencas hidrográficas, organización y regulación del régimen institucional del agua y control, conocimiento y sanción de las infracciones así como la administración, operación, construcción y mantenimiento de la infraestructura hídrica a cargo del Estado entre tanto que el artículo 66 establece que la restauración del agua será independiente de la obligación del Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos afectados por la contaminación de las aguas o que dependan de los ecosistemas alterados. La indemnización económica

deberá ser invertida en la recuperación de la naturaleza y del daño ecológico causado; sin perjuicio de la sanción y la acción de repetición que corresponde. Si el daño es causado por alguna institución del Estado, la indemnización se concretará en obras”.

La Ley de Prevención y Control de Contaminación Ambiental (2004), en el artículo 6, establece “queda prohibido realizar vertidos, sin sujetarse a las regulaciones, a las redes de alcantarillado, quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades”.

El Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (2010), en su artículo 431, hace mención que “los gobiernos autónomos descentralizados de manera concurrente establecerán las normas para la gestión integral del ambiente y de desechos contaminantes que comprende la prevención, control y sanción de actividades que afecten al mismo. Si se produjeran actividades contaminantes por parte de actores públicos o privados, el gobierno autónomo descentralizado impondrá los correctivos y sanciones a los infractores sin perjuicio de la responsabilidad civil y penal a que hubiere lugar y pondrán en conocimiento de la autoridad competente el particular, a fin de exigir el derecho de la naturaleza contemplado en la Constitución”.

El Reglamento de Saneamiento Ambiental Bananero (1994), artículo 14. Literal c, menciona que se deberán “reservar franjas protectoras de por lo menos 10 metros de ancho a lo largo de ríos, esteros, pozas, canales de aducción de agua, canales perimetrales de drenaje, carreteros, camaroneras o estanques de agua que linderen con las bananeras”.

Mientras que en el Art. 17 este reglamento establece “el productor bananero está obligado a prevenir la contaminación de fuentes de agua y ambiente en general, evitando derrames, recogiendo recipientes vacíos y remanentes de plaguicidas. Estos remanentes de plaguicidas así como las aguas utilizadas en el lavado del equipo empleado, deben ser depositados en lugares apropiados como pozos de sedimentación, debidamente tratados para el efecto” en su Art. 21, menciona “los productores bananeros están obligados a diseñar o rediseñar su planta empacadora para recoger los residuos de fungicidas (resultantes del control de pudrición de corona) del agua con látex. Los residuos de mezcla fungicida no deben ir a canales sino a un pozo sedimentador”.

6.8 Plan de trabajo

Tabla 21. Plan de Trabajo de la propuesta de Plan de Manejo para la recuperación del estero Cauje en el cantón de Valencia

PROYECTO	OBJETIVOS	LOCALIZACIÓN	ACTIVIDADES PROPUESTAS	META	COSTOS (USD)	RESPONSABLE
Plan de Manejo para la recuperación del estero Cauje en el cantón Valencia	Determinar las medidas del PMA del estero Cauje en el cantón Valencia, 2014.	Parroquia la Unión, Cantón Valencia	Elaborar un diagnóstico de situación actual en lo que se refiere a calidad del agua del estero Cuaje en el Cantón Valencia, Provincia de Los Ríos	Para el 2015, identificar al 100% las actividades del cultivo de banano que ocasionan efectos en la calidad del agua	3000,00	GOBIERNO AUTONOMO DESENTRALIZADO DE LA MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN DE VALENCIA SECRETARIA NACIONAL DEL AGUA (SENAGUA) MINISTERIO DEL AMBIENTE (MAE)
			Determinar los planes y programas que se van a desarrollar dentro del Plan de Manejo Ambiental.	Para el 2015, contar con los planes y programas que se incluirán en el PM		
			Estructurar un Plan de Manejo Ambiental para la conservación del Estero Cauje	Para el 2015, elaborar el Plan de Manejo para la recuperación del estero Cauje		

Fuente: Guerrero, 2010

Elaborado por: Guerrero, 2014

6.9 Actividades

Los programas propuestos se basan en el análisis de los resultados generados en los capítulos anteriores y están dirigidos a las autoridades de los gobiernos locales y a la población asentada en el sector con el objetivo de minimizar los efectos generados por las actividades bananeras.

Tabla 22. Propuesta de Plan de Manejo Ambiental para la recuperación del Estero Cauje

Nombre del Plan	Programas	Actividades	Indicador de verificación	Tiempo	Responsable	Valor estimado (USD)
Plan de Prevención y Mitigación de Impactos	Programa de Manejo de Recursos Naturales	Recuperar con especies forestales un área aproximada de 3 hectáreas con 5000 especies propias de la zona (Fernán Sánchez, bambú, caña guadua, marañón, laurel, fruta de pan, entre otras especies) y delimitar zonas de protección de 10 metros de ancho a lo largo del estero Cauje	Nº de reuniones informativas con los actores involucrados Nº de acuerdos logrados Nº de especies reforestadas	10 años	Secretaría Nacional del Agua Prefectura de la Provincia de Los Ríos Ministerio del Ambiente Ilustre Municipio del Cantón Valencia Juntas Parroquiales Comunidades ONGs	4000
		Proponer normativas que permitan la conservación de las áreas que se encuentren degradadas por las actividades bananeras	Nº de fichas de registro a reuniones Nº de actores identificados Nº de acuerdos	6 meses	Ilustre Municipio del Cantón Valencia Juntas Parroquiales Comunidades	600

		Capacitar a los moradores sobre el manejo de suelos en el área del estero Cauje	No. de informes de charlas de capacitación ambiental. Archivo fotográfico	2 años	Ministerio del Ambiente Ilustre Municipio del Cantón Valencia Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca Universidad Técnica Estatal de Quevedo	2500
		Realizar levantamiento cartográfico del tipo y uso de suelo mediante la utilización de herramientas de SIG con el objetivo de generar planos que describan la situación actual del área del proyecto	Nº de visitas al campo Nº de mapas generados Archivo fotográfico	6 meses	Prefectura de la Provincia de Los Ríos Ilustre Municipio del Cantón Valencia Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca Universidad Técnica Estatal de Quevedo	1000
		Generar Ordenanzas que prohíban el asentamiento de población y respeto al área de protección permanente del estero Cauje	Nº de fichas de registro a reuniones Nº de actores identificados Nº de acuerdos	6 meses	Ilustre Municipio del Cantón Valencia	1000
		Instalar letreros de prohibición en cuanto a arrojar desechos al cauce y conservación a los recursos naturales	Nº de letreros instalados Archivo fotográfico	3 meses	Ilustre Municipio del Cantón Valencia Universidad Técnica Estatal de Quevedo	1500

Programa de Educación Ambiental e investigación	Capacitación en temas de cómo reciclar, reutilizar y reducir los desechos sólidos a los moradores de la zona del estero Cauje	Nº de charlas dictadas Informe de registro de participantes Archivo fotográfico	2 años	Ilustre Municipio del Cantón Valencia Universidad Técnica Estatal de Quevedo ONGs	500
	Generar campañas de reforestación en los centros educativos del Cantón	Nº de charlas dictadas Informe de registro de participantes Archivo fotográfico	4 años	Ilustre Municipio del Cantón Valencia Universidad Técnica Estatal de Quevedo ONGs	2500
	Relacionar a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo con la comunidad motivándola a participar mediante el programa vinculación con la comunidad en las campañas de Educación Ambiental	Informe de aprobación y participación de estudiantes de UTEQ Nº de estudiantes participando en el proyecto Informe de registro de charlas dictadas	5 años	Ilustre Municipio del Cantón Valencia Universidad Técnica Estatal de Quevedo	2500
	Involucrar a estudiantes y al área de investigación de la UTEQ a generar información y esta forma crear una base de datos de los esteros de la zona con la influencia de actividades bananeras	-Informe de aprobación y participación de estudiantes de UTEQ -Nº de estudiantes participando en el proyecto -Informe de registro de charlas dictadas -Base de datos generada	4 años	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	4000

		Taller de capacitación a los propietarios de la "Finca La Chiquita" sobre el manejo de desechos sólidos y líquidos dentro de las instalaciones	Nº de talleres dictados. Registro de asistentes a la capacitación.	2 meses	Ilustre Municipio del Cantón Valencia Ministerio del Ambiente Universidad Técnica Estatal de Quevedo	200
Plan de Monitoreo y Seguimiento Ambiental	Programa de Monitoreo Ambiental	Campañas de biomonitoreo de macro-invertebrados acuáticos con las escuelas y colegios del sector con la finalidad de incentivar al cuidado y protección de las especies y su importancia como bioindicadores de calidad del agua	Nº de colegios registrados. Registro de participantes. Fotografías	3 años	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	3000
		Proponer Ordenanzas en el municipio de Valencia de manera que exista un control continuo del manejo y uso de los esteros de la zona	Nº de Acuerdos establecidos. Nº de reuniones. Nº de actas.	6 meses	Ilustre Municipio del Cantón Valencia	500
		Monitoreo de manejo y disposición final de los desechos generados en el sector	Nº de visitas al campo. Nº de casos registrados.	2 años	Ilustre Municipio del Cantón Valencia Juntas Parroquiales Comunidades	2500
		Seguimiento del Plan de Manejo Ambiental para la recuperación del estero Cauje	Fiscalización por parte de I Municipio de Valencia.	10 años	Ilustre Municipio del Cantón Valencia	3000
		Crear comités de gestión de los ríos y esteros, integrados por pobladores de la zona que actúen de manera voluntaria para controlar las actividades realizadas	Encuestas. Nº de encuentros. Nº de charlas dictadas. Nº de acuerdos logrados. Informe de asistencia y orden del día.	2 años	Secretaría Nacional del Agua Ilustre Municipio del Cantón Valencia Juntas Parroquiales Comunidades	3000

	Programa de Calidad del Agua	Control de calidad del agua a través de análisis de parámetros físico-químicos y macro-invertebrados acuáticos	Nº de visitas al campo. Nº de análisis físico-químicos realizados. Nº de familias de macro-invertebrados acuáticos registradas. Nº de participantes. Registro fotográfico.	5 años	Secretaria Nacional del Agua Ilustre Municipio del Cantón Valencia Juntas Parroquiales Comunidades	6000
		Establecer una red de monitoreo de calidad de agua a lo largo del estero Cauje	Nº de visitas al campo. Registro de información obtenida. Mapas con los puntos establecidos.	1 año	Secretaria Nacional del Agua Ilustre Municipio del Cantón Valencia Juntas Parroquiales Universidad Técnica Estatal de Quevedo Comunidades	1000
Fuente: Guerrero, 2010 Elaborado por: Guerrero, 2014					Total	41.300

6.9.1 Plan de prevención y mitigación de impactos

A través del Plan de Prevención y mitigación de impactos se establecerán programas con el fin de mitigar y prevenir los efectos negativos que se produzcan en las distintas etapas del proyecto

6.9.1.1 Objetivos

- Conservar y proteger el cauce del estero Cauje equilibrando su ecosistema y mejorando la calidad del ambiente
- Recuperar y proteger el suelo que se encuentra en proceso de erosión dentro del área que conforma el estero
- Reforestar las áreas degradadas por la actividad bananera
- Establecer viveros en la zona de estudio
- Preservar la biodiversidad de las especies naturales propias de la zona.

6.9.1.2 Justificación

Se pretende contrarrestar los procesos de degradación del ambiente generados por la actividad bananera mediante la implementación de prácticas de manejo de uso de suelo, manejo de desechos sólidos y líquidos, técnicas para la conservación de hábitat de flora y fauna mediante la utilización de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), y capacitaciones constantes a la población asentada en la zona de estudio que en su mayoría se dedican a la producción agrícola.

6.9.1.3 Resultados esperados

- Recuperación o mantenimiento de la flora y fauna dentro de la zona del estero Cauje
- Mantenimiento del equilibrio ecológico a través de la orientación a la población al desarrollo agropecuario de una manera sustentable

- Participación y organización de las comunidades en cuanto a la importancia y manejo de los recursos naturales del sector y definición de políticas conservacionistas.
- Plantaciones forestales realizadas en las orillas del estero utilizando las especies propias de la zona y técnicas adecuadas.

6.9.1.4 Programa de manejo de recursos naturales

El programa de manejo de recursos naturales buscara proteger las áreas que conforman el estero Cauje, las mismas que se han visto afectadas por la deforestación y expansión de la frontera agrícola, generando una pérdida del ecosistema y del hábitat de especies de la flora y fauna

6.9.1.4.1 Actividades

- Recuperar un área aproximada de 3 hectáreas con 5000 especies forestales propias de la zona (Fernán Sánchez, bambú, caña guadua, marañón, laurel, fruta de pan, entre otras especies) a través de técnicas agroforestales tradicionales y delimitar una zona de protección del cauce de 10 metros de ancho a lo largo del estero Cauje
- Proponer normativas que permitan la conservación de las áreas que se encuentren degradadas por las actividades bananeras
- Capacitar a los moradores sobre el manejo de suelos en el área del estero Cauje
- Realizar levantamiento cartográfico del tipo y uso de suelo mediante la utilización de herramientas de SIG con el objetivo de generar planos que describan la situación actual del área del proyecto.
- Generar Ordenanzas que prohíban el asentamiento de población y respeto al área de protección permanente del estero Cauje

- Instalar letreros de prohibición en cuanto a arrojar desechos al cauce y conservación de recursos naturales

6.9.2 Plan de Educación Ambiental

El Plan de Educación Ambiental se orientara a incluir la participación de los actores involucrados en el Manejo de los recursos Hídricos de la zona de estudio mediante el desarrollo de capacitaciones, creando una cultura ambiental lo que va a posibilitar un manejo adecuado de los recursos naturales y la apropiación de la comunidad en el cuidado de sus propios recursos ambientales.

6.9.2.1 Objetivos

- Brindar asistencia técnica a la población en el manejo y aprovechamiento de los recursos hídricos.
- Minimizar los efectos generados sobre el estero Cauje mediante la capacitación y educación ambiental
- Sensibilizar a los pobladores y orientarlos en los procesos de participación comunitaria en cuanto al manejo sostenible de los recursos y a una nueva cultura ambiental
- Concienciar a la comunidad sobre el cuidado del ambiente a través de talleres
- Identificar la interacción entre los factores naturales y la intervención humana.

6.9.2.2 Justificación

Las actividades agropecuarias desarrolladas en el perímetro que conforma el estero Cauje han provocado intervenciones en el territorio por la descarga de aguas residuales provenientes de actividades bananeras, deforestación, disposición inadecuada de desechos agrícolas y domésticos, falta de control por parte de las entidades encargadas en el permiso de uso de suelo hacia las actividades no permitidas, todo esto

sumado al desconocimiento de las leyes ambientales y de prácticas ecológicas por parte de los pobladores repercuten de forma negativa en los recursos naturales del sector

6.9.2.3 Resultados esperados

- Los pobladores del sector son concientizados mediante talleres de importancia de conservación de los recursos hídricos
- Los recursos hídricos del sector son protegidos y optimizados por toda la comunidad
- Las comunidades utilizan y manejan de forma adecuada el recurso agua

6.9.2.4 Programa de Educación Ambiental e investigación

Para evitar y disminuir el deterioro de la biodiversidad y de la calidad de vida de las personas en el sector del estero Cauje es necesario la implementación de prácticas educativas de Educación Ambiental, lo que permitirá adquirir hábitos acordes al cuidado y protección del ambiente.

6.9.2.5 Actividades

- Capacitación en temas de cómo reciclar, reutilizar y reducir los desechos sólidos a los moradores del sector del estero Cauje
- Generar campañas de reforestación en los centros educativos del Cantón.
- Relacionar a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo mediante el programa vinculación con la comunidad a participar en las campañas de Educación Ambiental
- Involucrar a estudiantes y al área de investigación de la UTEQ a generar información de los esteros y de esta forma crear una base de datos con esteros de la zona con la influencia de actividades bananeras

- Taller de capacitación a los propietarios de la “Finca La Chiquita” sobre el manejo de desechos sólidos y líquidos dentro de las instalaciones

6.9.3 Plan de monitoreo y seguimiento ambiental

El Plan de monitoreo y seguimiento ambiental se lo propone en el presente estudio debido a las modificaciones positivas que se establecerán en el entorno natural del estero Cauje, los resultados del mismo ayudarán en la toma de decisiones de las actividades desarrolladas y en el control de la efectividad de las mismas

6.9.3.1 Objetivos

- Realizar seguimiento ambiental de las actividades propuestas
- Capacitar a la comunidad en temas de bio-monitoreo y calidad del agua
- Crear un Comité de gestión Recursos Hídricos de la zona, integrado por la comunidad de la Parroquia la Unión
- Proponer normativas que aseguren la protección y el uso racional del recurso agua
- Generar una red de monitoreo y control de calidad del agua mediante la utilización de parámetros físico-químicos y macro-invertebrados acuáticos

6.9.3.2 Justificación

El monitoreo estará destinado de manera sistemática a determinar la calidad del desempeño de un sistema, subsistema o proceso, además permitirá analizar el avance y proponer acciones para alcanzar los objetivos, identificar los éxitos o fracasos y realizar ajustes oportunos para su sostenibilidad (OEI, 2008)

Los resultados obtenidos del Plan de Monitoreo y seguimiento servirán en la toma de decisiones de los trabajos asociados a las

actividades y en el control de la efectividad de las medidas tomadas para el buen desempeño ambiental.

6.9.3.3 Resultados esperados

- El estero Cauje posee una red de monitoreo de calidad del agua
- La comunidad del estero Cauje cuenta con un comité de gestión de ríos y esteros
- Manejo y disposición adecuada de desechos sólidos y líquidos

6.9.3.4 Programa de Monitoreo Ambiental

El programa de monitoreo ambiental permitirá evaluar de forma continua los procesos y las actividades desarrolladas dentro del Plan de Manejo del estero Cauje

6.9.3.4.1 Actividades

- Campañas de bio-monitoreo de macro-invertebrados acuáticos con las escuelas y colegios del sector con la finalidad de incentivar al cuidado y protección de las especies y su importancia como bio-indicadores de calidad del agua
- Proponer Ordenanzas en el Municipio de Valencia de manera que exista un control continuo del manejo y uso de los esteros de la zona
- Monitoreo de manejo y disposición final de los desechos generados en el sector
- Seguimiento del Plan de Manejo Ambiental para la recuperación del estero Cauje

6.9.3.5 Programa de Calidad del Agua

El presente programa se enfoca en la determinación de la calidad del agua y la aplicación de técnicas que permitan la participación de la comunidad para lograr el éxito en la gestión del recurso agua, además

prevenir y controlar la degradación de las características físico-químicas e hidrológicas del estero Cauje

6.9.3.5.1 Actividades

- Crear comités de gestión de los ríos y esteros, integrados por pobladores de la zona que actúen de manera voluntaria para controlar las actividades realizadas
- Control de calidad del agua a través de análisis de parámetros físico-químicos y macro-invertebrados acuáticos
- Establecer una red de monitoreo de calidad de agua a lo largo del estero Cauje

6.10 Recursos Administrativos, financieros, tecnológicos

La responsabilidad al implementar el Plan de Manejo para la recuperación del estero Cauje en el Cantón Valencia de Quevedo, se asigna al Ilustre Municipio de Valencia y a la Junta Parroquial del sector

6.11 Impacto

Realizar un diagnóstico de la situación actual del estero Cauje y los efectos generados por las actividades bananeras permitirá la ejecución de prácticas ambientales a través del Plan de Manejo Ambiental que incluye la aplicación de medidas de mitigación y de control que permitan garantizar el manejo sustentable de los recursos naturales y el cumplimiento de la legislación ambiental, mejorando de esta forma la calidad de vida de las personas del sector, disminuyendo la contaminación y protegiendo el ambiente

Bibliografía

Alba Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA). Almería, 2,203- 213.

Álvarez, S., & Pérez, L. (2007). Evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del Yeguaré, Honduras. Recuperado de <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/524/1/T2516.pdf>

Andersen, N., Weir, T. (2004). Insectos semi-acuáticos: encuentran 58 especies nuevas. Noticias de Insectos de Argentina y el Mundo Más Noticias. Recuperado de <http://axxon.com.ar/mus/info/040180.htm>.

Arango, M. C., Álvarez, L. F., Arango, G. A., Torres, O. E., & Monsalve, A. D. J. (2008). Calidad del agua de las quebradas la Cristalina y la Risaralda, San Luis, Antioquia. Revista EIA, (9), 121-141. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1492/149216913009.pdf>

Arce, O. (2006). *Indicadores biológicos de calidad del agua*. Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología, Programa de Maestría en Ingeniería Ambiental, Cochabamba, Bolivia.

Arce, O., Claras, R., Rivero, F., & Gonzáles, A. (2006). *Indicadores biológicos de Calidad del agua*. Universidad Mayor de San Simón. Programa de maestría en Ingeniería Ambiental. Cochabamba.

Arce, M., & Leiva, M. (2009). *Determinación de la calidad de agua de los ríos de la ciudad de Loja y diseño de líneas generales de acción para su recuperación y manejo* (Doctoral dissertation, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador).

Baptista Lucio, P., Fernández Collado, C., & Hernández Sampieri, R. (2006). Metodología de la Investigación. *Editorial McGraw-Hill Interamericana, México DF.*

Bispo, P. D. C., Froehlich, C. G., & Oliveira, L. G. (2002). Stonefly (Plecóptera) fauna of streams in a mountainous area of Central Brazil: abiotic factors and nymph density. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19, 325-334.

Blinn, C. R., & Kilgore, M. A. (2001). Riparian management practices: a summary of state guidelines. *Journal of Forestry*, 99(8), 11-17.

Bronmark, C., & Hansson, L. A. (2005). The biology of lakes and ponds. Oxford University Press.

Burillo, B. L. (1997). La calidad de las aguas en los humedales: los indicadores biológicos. *Boletín sede para el estudio de los humedales mediterráneos .Sehumed.1-2.*

Cardona, A. J. (2003). Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la microcuenca del río La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras (Doctoral dissertation, Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE). Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0118E/A0118E.PDF>

Carrasco, C. B., Portal, E. Q., & Ayala, Y. S. (2001). Entomofauna acuática del río Huatatas y su relación con la calidad de sus aguas. Resúmenes. XLIII Convención Nacional de Entomología. Huancayo, Sociedad Entomológica del Perú, 44.

Castellanos, L. A. J., Santos, R. R., & Velásquez, E. V. Evaluación de la integridad biótica del río sabinal, basado en el análisis de la comunidad de peces. *Agricultura Sostenible*, 6, 719-727.

Chapman, D. V. (Ed.). (1996). Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring.

Comisión Nacional del agua (2008). Estadísticas del agua en México, México, Conagua/Sermarnat

Correa, I. (2000). Desarrollo de un índice biótico para evaluar la calidad ecológica del agua en los ríos de la cuenca alta del río Chama, utilizando macroinvertebrados bénticos. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Mérida, Venezuela.

Crites, R., & Tchobanoglous, G. (2000). Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. McGraw-Hill Interamericana.

De La Lanza, E. G., Hernández, P. S. & Carbajal, P. J. L. (2000). Organismos Indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores). Plaza y Valdés. México, 633.

Domínguez, L., Granda, L., Goethals, P., & De Pauw, N. (2005). Aspectos del ambiente físico-químico del río Chaguana: un primer paso en el uso de los macroinvertebrados bentónicos en la evaluación de su calidad de agua. Revista Tecnológica, ESPOL, 18(1).

Escobar, J. (2002). La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. Serie Recursos naturales e infraestructura. División de Recursos Naturales e Infraestructura. ONU CEPAL. Santiago de Chile, Chile. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/aidis-ar/lcl1799e.pdf>

Espino, G., Hernández, S., & Carbajal, JL. (2004). Organismos Indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores).

Flowers, R. W. (1992). Review of the genera of mayflies of Panama with a checklist of Panamanian and Costa Rican species (Ephemeroptera). Insects of Panama and Mesoamerica, Oxford University, Oxford, Inglaterra. [Links], 37-51.

Girón Morillo, J. M. (2015). *Diseño de una planta de tratamiento de agua potable para la parroquia Guanujo del cantón Guaranda provincia Bolívar* Tesis inédita de Ingeniería. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3656/1/96T00271%20U DCTFC.pdf>

Hacienda. La Gaceta Diario Oficial. (2007). Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales. San José, C. Rica. Recuperado de http://www.cimar.ucr.ac.cr/PDFS/Reglamento_Evaluacion_y_Clasificacion_Calidad_Agua_Superficial.pdf

Hammer, Harper, D.A.T., Ryan, PD.2001.PAST: Paleontological Statistics software package for education and, data analysis. *Palaeontologia Electrónica* 4(1): 9

Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de biología tropical*, 58, 3-37.

Herbas, R., Rivero, F., & Gonzales, A. (2006). Indicadores biológicos de calidad del agua. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba. Recuperado de <http://www.fcyt.umss.edu.bo/docentes/29/documentos/indicadoresBiologicosCalidadAgua.pdf>.

INEC, I. (2010). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Ecuador

Jesus, T. (2008). Ecological, anatomical and physiological traits of benthic macroinvertebrates: their use on the health characterization of freshwater ecosystems. *Limnética*, 27(1), 79-91. Recuperado de http://www.limnetica.com/Limnetica/limne27a/L27a079_Macroinvertebrates_health_freshwater_ecosystem.pdf

Leiva, M. (2004). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en la cuenca del Estero Peu Peu comuna de Lautaro IX región de la Araucanía. Universidad Católica de Temuco, Chile.

Marcano, J. (2009). Nociones de Ecología. Ecología de las Aguas Dulces. Recuperado de <http://www.jmarcano.com/nociones/index.html>.

Margalef, R. (1980). La biosfera. Ediciones Omega, Barcelona.

Margalef, R. (1983). Limnología (p. 1010). Barcelona: Omega.

Marqués, M. J., Martínez-Conde, E., & Rovira, J. V. (2001). Los macroinvertebrados como índices de evaluación rápida de ecosistemas acuáticos contaminados por metales pesados. *Ecotoxicology and Environmental Restoration*, 4(1), 25-31.

Medianero, E. & Samaniego, M. (2004). Comunidad de insectos acuáticos asociados a condiciones de contaminación en el río Curundú, Panamá. *Folia Entomológica Mexicana*, 43, 279 – 294.

Meza, A. M., Rubio, J., Días, L., & Walteros, J. (2012). Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná. *Caldasia*, 34(2), 443-456.

MINAE-S. (2007). Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales No. 33903. La Gaceta No. 178.

NIEVES, A. (1989). Estudio de las comunidades macrobénticas en el río Manzanares y sus principales afluentes y su relación con la calidad del agua. *Actualidades Biológicas*, 18 (65), 45-60

Odum, E. P. & Barrett, G. W. (2006). *Fundamentos de Ecología*. México. Cengage Learning Editores

Parraga Lema, C. M., & Galarza Villamar, J. A. (2010). Análisis de la actividad agrícola como contaminante del agua, alternativas tecnológicas para la desinfección del agua para consumo humano en comunidades rurales y recursos legislativos para la prevención y su conservación (Doctoral dissertation). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/11439>

Prieto J. (2004). El agua, sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación. Bogotá DC: Eco Ediciones.

Ramírez, A. (2010). Capítulo 2: Métodos de recolección. Revista de Biología Tropical, 58, 41-50.

Robins, J. D., & Cain, J. R. (2002). The past and present condition of the Marsh Creek watershed. Prepared. Natural Heritage Institute, Berkeley, 71.

Roldán, G. (1992). Fundamentos de Limnología neotropical, editorial Universidad de Antioquia. Ciencia y Tecnología. Primera edición. Medellín, Colombia.

Roldán, G. (1988). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Antioquia: Universidad de Antioquia

Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia, Pama Editores Ltda. Bogotá, Colombia, 217.

Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad de agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia, 164.

Roldán, R. (1995). Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua en Colombia: Estado actual y perspectivas. Biol. 4 (11).

Rosenberg, D. & Resh, V. (1993). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, 488.

Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949). The mathematical theory of communication, The University of Illinois Press, Urbana, IL.

Shimizu, G. A. (1998). Métodos de amostragem de macroinvertebrados bentónicos, em especial para monitoramento biológico. manuscritos curso Bioindicadores de calidad de aguas. Universidad de Antioquia, Medellín.

Sierra, R., & Carlos, A. (2011). Calidad del agua—Evaluación y diagnóstico. George Washington, 170-174.

Simpson, E. (1945). Mesurment of diversity Nature, 163 (4148), 688.

Springer, M. (2010). Capítulo 3: Biomonitorio acuático. Revista de Biología Tropical, 58, 53-59.

Thorp, J. H., & Covich, A. P. (2001). Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. The University of Chicago Press San Diego.

Vásquez, G., Castro, G., González, I., Pérez, R., & Castro, T. (2006). Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. Depto. El Hombre y su Ambiente, UAM-X.

Walteros-Rodríguez, J. M., & Paiba-Alzate, J. E. (2010). Estudio preliminar de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la Reserva Forestal Torre Cuatro. Boletín Científico museo de Historia Natural, 14(1), 137-149.

Ward, J. V. (1992). Aquatic insect ecology. 1. Ecology and habitat. John Wiley & Sons, Inc.

Washington, H. G. (1984). Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water research*, 18(6), 653-694.

ANEXOS

ANEXO 1. 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; 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>Pyralidae</i> <i>Hidropsychidae; Helicopsychidae</i> <i>Dryopidae; Hydraenidae; Elmidae; Limnichidae</i> <i>Leptohyphidae; Oligoneuriidae; Polymitarcyidae; Baetidae</i> <i>Crustacea</i> <i>Turbellaria</i>
4	C D H O E Hi	<i>Chrysomelidae; Curculionidae; Haliplidae; Lampyridae; Staphylinidae; Dytiscidae; Gyrinidae; Scirtidae; Noteridae</i> <i>Dixidae; Simuliidae; Tipulidae; Dolichopodidae; Empididae; Muscidae; Sciomyzidae; Cerapotogonidae; Stratiomyidae; Tabanidae</i> <i>Belostomatidae; Corixidae; Naucoridae; Pleidae; Nepidae; Notonectidae; Calopterygidae; Coenagrionidae</i> <i>Caenidae</i> <i>Hidracarina</i>
3	C D Mo A Cr	<i>Hydrophilidae</i> <i>Psychodidae</i> <i>Valvatidae; Hydrobiidae; Lymnaeidae; Physidae; Planorbidae Bithyniidae; Bythinellidae; Sphaeridae</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>

Fuente: La Gaceta, 2007

Nota: D: Díptera; E: Ephemeroptera; P: Plecóptera; T: Trichoptera; O: Odonata; C: Coleóptera; M: Megaloptera; H: Hemíptera; L: Lepidóptera; B: Blattodea; Tr: Tricladida; Cr: Crustacea; A: Annelida; Mo: Molusco

ANEXO 2. Taxas de macro-invertebrados acuáticos presentes en los esteros estudiados

Orden: Ephemeroptera; estero Pise



Orden: Ephemeroptera; estero Pise



Orden: *Trichóptera*; estero Pise



Orden: *Trichóptera*; estero Pise



Orden: *Díptera*; estero Cauje



Orden: *Odonata*; estero Cauje



Clase: *Gastropóda*; estero Cauje



Orden: *Hemíptera*; estero Cauje



Orden: *Odonata*; estero Pise



Orden: *Trichóptera*; estero Pise



Orden: *Odonata*; estero Pise



Clase: *Gastropoda*; estero Cauje



Orden: *Trichóptera*; estero Pise



Orden: *Odonata*; estero Pise



ANEXO 3. Resultados de los análisis del laboratorio

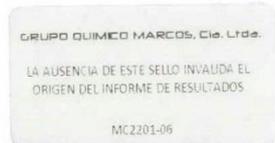
	INFORME DE ENSAYOS No. 34715-1
---	--

GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA

Representante Legal: GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA
 San Camilo, Calle E y Av. Otto Arosemena por la iglesia San Pablo
 Quevedo, Tel. 0527733835/0969786922
 Atención: Ing. Norma Guerrero
 Tipo de Industria

Guayaquil, 14 DE MARZO DEL 2014

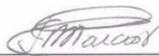
Fecha, Hora, lugar y Duración de Mues.: 07/03/14 10:00 Cantón Valencia, Parroquia la Unión.
 Fecha y Hora de Recepción: 07/03/14 17:11
 Punto e Identificación de la Muestra: Agua del estero Pice
 Norma Técnica de muestreo: INEN 2169:98 - 2176:98
 Matriz de la muestra: AGUA NATURAL ESTERO
 Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
 Muestreador: AV
 Tipo de Muestreo: Simple
 Coordenadas Geográficas: 17M0679805 - 9901001
 Temperatura de muestreo: 26,1 °C



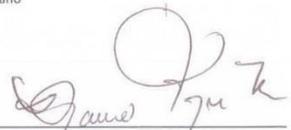
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Solidos Suspendidos Totales (3)	< 2	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	12/03/14 ER
INORGANICOS NO METALES:					
Oxigeno Disuelto equipo (1)	8,28	1,24	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-37	07/03/14 PT
AGREGADOS ORGANICOS:					
Demanda Bioquímica de Oxigeno (3)	6	0,42	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-05	07/03/14 PT
Demanda Química de Oxigeno (3)	10	1,13	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-16	07/03/14 PT

----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.oae.gob.ec



Q. F. FERNANDO MARCOS V.
 Director Técnico



Q. F. LAURA YANQUI M.
 Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653

www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-07

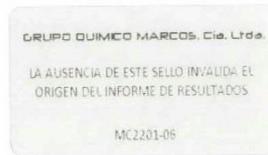
Pág. 1 de 1

GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA

Representante Legal: GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA
San Camilo, Calle E y Av. Otto Arosemena por la iglesia San Pablo
Quevedo, Tel. 0527733835/0969786922
Atención: Ing. Norma Guerrero
Tipo de Industria

Guayaquil, 19 DE MARZO DEL 2014

Fecha, Hora, lugar y Duración de Mues.: 07/03/14 10:20 Cantón Valencia, Parroquia la Unión.
Fecha y Hora de Recepción: 07/03/14 17:11
Punto e Identificación de la Muestra: Sedimento del estero Pice
Norma Técnica de muestreo: N/A
Matriz de la muestra: SEDIMENTO ESTERO
Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador: AV
Tipo de Muestreo: Simple
Coordenadas Geográficas: 17M0679808 - 9901030



Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
INORGANICOS NO METALES:					
Nitrogeno total (1)	3,81	---	mg/Kg	4500 N C	11/03/14 KR
Fosforo Total (1)	3,000	---	mg/Kg	4500 P	11/03/14 KR
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
METALES:					
Plomo (1)	1,97	---	mg/Kg	3120 B	18/03/14 PT

---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.oae.gob.ec


Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico


Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-07

Pág. 1 de 1

GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA

Representante Legal: GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA
San Camilo, Calle E y Av. Otto Arosemena por la iglesia San Pablo
Quevedo, Tel. 0527733835/0969786922
Atención: Ing. Norma Guerrero
Tipo de Industria

Guayaquil, 14 DE MARZO DEL 2014

Fecha, Hora, lugar y Duración de Mues.: 07/03/14 12:00 Cantón Valencia, Parroquia la Unión.
Fecha y Hora de Recepción: 07/03/14 17:11
Punto e identificación de la Muestra: Agua del estero Cauje
Norma Técnica de muestreo: INEN 2169:98 - 2176:98
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL ESTERO
Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador: AV
Tipo de Muestreo: Simple
Coordenadas Geográficas: 17M0686497 - 9893380
Temperatura de muestreo: 26,2 °C

GRUPO QUIMICO MARCOS, Cia. Ltda.

LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS

MC2201-06

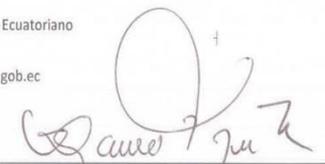
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Sólidos Suspendidos Totales (3)	< 2	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	12/03/14 ER
INORGANICOS NO METALES:					
Oxígeno Disuelto equipo (1)	8,53	1,28	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-37	07/03/14 PT
AGREGADOS ORGANICOS:					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (3)	6	0,39	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-05	07/03/14 PT
Demanda Química de Oxígeno (3)	8	0,90	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-16	07/03/14 PT

---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.oae.gob.ec



Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico



Q. F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653

www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-07

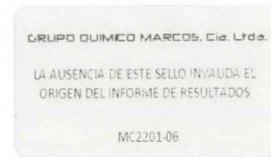
Pág. 1 de 1

GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA

Representante Legal: GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA
San Camilo, Calle E y Av. Otto Arosemena por la iglesia San Pablo
Quevedo, Tel. 0527733835/0969786922
Atención: Ing. Norma Guerrero
Tipo de Industria

Guayaquil, 19 DE MARZO DEL 2014

Fecha, Hora, lugar y Duración de Mues.: 07/03/14 12:10 Cantón Valencia, Parroquia la Unión.
Fecha y Hora de Recepción: 07/03/14 17:11
Punto e Identificación de la Muestra: Sedimento del estero Cauje
Norma Técnica de muestreo: N/A
Matriz de la muestra: SEDIMENTO ESTERO
Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador: AV
Tipo de Muestreo: Simple
Coordenadas Geográficas: 17M0686497 - 9893380



Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
INORGANICOS NO METALES:					
Nitrogeno total (1)	15,04	---	mg/Kg	4500 N C	11/03/14 KR
Fosforo Total (1)	6,200	---	mg/Kg	4500 P	11/03/14 KR
METALES:					
Plomo (1)	5,35	---	mg/Kg	3120 B	18/03/14 PT

---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.oae.gob.ec



Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico



Q. F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-07

Pág. 1 de 1

GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA

Representante Legal: GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA
San Camilo, Calle E y Av. Otto Arosemena por la iglesia San Pablo
Quevedo, Tel. 0527733835/0969786922
Atención: Ing. Norma Guerrero
Tipo de Industria

Guayaquil, 14 DE MARZO DEL 2014

Fecha, Hora, lugar y Duración de Mues.: 07/03/14 12:20 Cantón Valencia, Parroquia la Unión.
Fecha y Hora de Recepción: 07/03/14 17:12
Punto e Identificación de la Muestra: Agua del estero Cauje Punto # 2
Norma Técnica de muestreo: INEN 2169:98 - 2176:98
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL ESTERO
Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador: AV
Tipo de Muestreo: Simple
Coordenadas Geográficas: 17M0686538 - 9893384
Temperatura de muestreo: 26,3 °C

GRUPO QUIMICO MARCOS, Cia. Ltda.

LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS

MC2201-06

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Solidos Suspendidos Totales (3)	< 2	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	12/03/14 ER
INORGANICOS NO METALES:					
Oxígeno Disuelto equipo (1)	8,48	1,27	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-37	07/03/14 PT
AGREGADOS ORGANICOS:					
Demanda Bioquímica de Oxígeno	14	0,98	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-05	07/03/14 PT
Demanda Química de Oxígeno	20	2,26	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-16	07/03/14 PT

-----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.oae.gob.ec



Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico



Q. F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(3S) / 0998-286653

www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-07

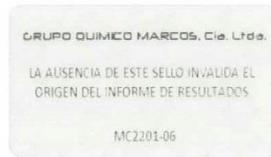
Pág. 1 de 1

GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA

Representante Legal: GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA
San Camilo, Calle E y Av. Otto Arosemena por la iglesia San Pablo
Quevedo, Tel. 0527733835/0969786922
Atención: Ing. Norma Guerrero
Tipo de Industria

Guayaquil, 19 DE MARZO DEL 2014

Fecha, Hora, lugar y Duración de Mues.: 07/03/14 12:25 Cantón Valencia, Parroquia la Unión.
Fecha y Hora de Recepción: 07/03/14 17:11
Punto e Identificación de la Muestra: Sedimento del estero Cauje Punto # 2
Norma Técnica de muestreo: N/A
Matriz de la muestra: SEDIMENTO ESTERO
Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador: AV
Tipo de Muestreo: Simple
Coordenadas Geográficas: 17M0686538 - 9893384



Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
INORGANICOS NO METALES:					
Nitrogeno total (1)	8,52	---	mg/Kg	4500 N C	11/03/14 KR
Fosforo Total (1)	3,160	---	mg/Kg	4500 P	11/03/14 KR
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
METALES:					
Plomo (1)	0,13	---	mg/Kg	3120 B	18/03/14 PT

---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.oae.gob.ec



Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico



Q. F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-07

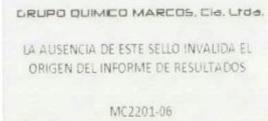
Pág. 1 de 1

GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA

Representante Legal: GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA
San Camilo, Calle E y Av. Otto Arosemena por la iglesia San Pablo
Quevedo, Tel. 0527733835/0969786922
Atención: Ing. Norma Guerrero
Tipo de Industria

Guayaquil, 14 DE MARZO DEL 2014

Fecha, Hora, lugar y Duración de Mues.: 07/03/14 13:01 Cantón Valencia, Parroquia la Unión.
Fecha y Hora de Recepción: 07/03/14 17:13
Punto e Identificación de la Muestra: Agua del estero Cauje Punto # 3
Norma Técnica de muestreo: INEN 2169:98 - 2176:98
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL ESTERO
Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador: AV
Tipo de Muestreo: Simple
Coordenadas Geográficas: 17M0686611 - 9893435
Temperatura de muestreo: 26,3 °C



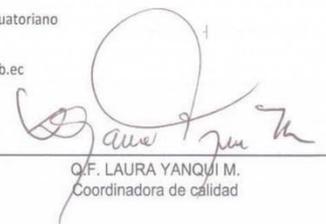
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Solidos Suspendidos Totales (3)	2	0	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	12/03/14 ER
INORGANICOS NO METALES:					
Oxígeno Disuelto equipo (1)	7,93	1,19	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-37	07/03/14 PT
AGREGADOS ORGANICOS:					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (3)	6	0,45	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-05	07/03/14 PT
Demanda Química de Oxígeno (3)	12	1,36	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-16	07/03/14 PT

---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Limite Detectable	L.M.P.	Limite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.oae.gob.ec



Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico



Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-07

Pág. 1 de 1



INFORME DE ENSAYOS
No. 34722-1

GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA

Representante Legal: GUERRERO CHUEZ NORMA MARIA
San Camilo, Calle E y Av. Otto Arosemena por la iglesia San Pablo
Quevedo, Tel. 0527733835/0969786922
Atención: Ing. Norma Guerrero
Tipo de Industria

Guayaquil, 19 DE MARZO DEL 2014

Fecha, Hora, lugar y Duración de Mues.: 07/03/14 12:40 Cantón Valencia, Parroquia la Unión.
Fecha y Hora de Recepción: 07/03/14 17:11
Punto e Identificación de la Muestra: Sedimento del estero Cauje Punto # 3
Norma Técnica de muestreo: N/A
Matriz de la muestra: SEDIMENTO ESTERO
Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador: AV
Tipo de Muestreo: Simple
Coordenadas Geográficas: 17M0686616 - 9893428

GRUPO QUIMICO MARCOS, Cia. Ltda.

LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS

MC2201-06

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
INORGANICOS NO METALES:					
Nitrogeno total (1)	4,79	---	mg/Kg	4500 N C	11/03/14 KR
Fosforo Total (1)	1,730	---	mg/Kg	4500 P	11/03/14 KR
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
METALES:					
Plomo (1)	0,13	---	mg/Kg	3120 B	18/03/14 PT

---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.oae.gob.ec

Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico

Q. F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-07

Pág. 1 de 1

ANEXO 4. Mapa de ubicación de los sitios de estudio

