



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Proyecto de Investigación previo
a la obtención del Título de
Ingeniería en Gestión Ambiental

Perfil del Proyecto de Investigación:

**CALIDAD DEL AGUA Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE
MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE LOS ESTEROS “EL LIMÓN”, “LA
S” Y “EL GUAYABO” DEL CANTÓN EL EMPALME, GUAYAS-ECUADOR.**

Autora:

Mayorga Mutre Kenia Dahiana

Docente Auspiciante:

Ing. Norma Guerrero Choéz, MSc.

Quevedo-Los Ríos- Ecuador

2016-2017

**CALIDAD DEL AGUA Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS
ACUÁTICOS DE LOS ESTEROS “EL LIMÓN”, “LA S” Y “EL GUAYABO” DEL CANTÓN EL
EMPALME, GUAYAS-ECUADOR.**

2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **KENIA DAHIANA MAYORGA MUTRE**, declaro que el presente trabajo es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Kenia Dahiana Mayorga Mutre

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita, **Ing. M.Sc. NORMA GUERRERO CHOÉZ**, docente de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Kenia Dahiana Mayorga Mutre**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“Calidad del Agua y Estructura de la Comunidad de Macroinvertebrados Acuáticos de los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo” del cantón El Empalme, Guayas-Ecuador.”** previo a la obtención del título de **Ingeniera en Gestión Ambiental**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. M.Sc. Norma Guerrero Choéz
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE
PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO
ACADÉMICO**



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

CALIDAD DEL AGUA Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE
MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE LOS ESTEROS “EL LIMÓN”, “LA S”
Y “EL GUAYABO” DEL CANTÓN EL EMPALME, GUAYAS-ECUADOR.

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero en Gestión Ambiental.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Mariela Díaz Ponce

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Blgo. Juan P. Urdánigo Zambrano

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dra. Yarelys Ferrer Sánchez

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2016

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme fuerza, carácter y voluntad para culminar esta meta propuesta en mi vida.

A mis amigos ambientales, los que siempre han estado desde el inicio de esta etapa hasta el final, gracias por su apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo de investigación, por sus sonrisas, sus consejos y sobre todo por su amistad sincera.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a los maestros de la Facultad de Ciencias Ambientales en especial a la Ing. Mariela Díaz y Ing. Julio Pazmiño, por los conocimientos, consejos y experiencias impartidas dentro y fuera del aula de clases.

Un agradecimiento profundo y sincero a mi directora de tesis Ing. M.Sc. Norma Guerrero; por su amistad y motivación constante.

DEDICATORIA

Con el amor y el agradecimiento más profundo dedico esta investigación a mi familia, a mis amigos y mi novio Paul Cano; a todos ellos por su motivación y apoyo incondicional para lograr la culminación de mis estudios profesionales, por sus ejemplos de perseverancia y constancia, por su amor infinito gracias.

Kenia Dahiana Mayorga Mutre

RESUMEN EJECUTIVO

Se realizó un estudio de la calidad del agua en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme, durante cuatros meses correspondientes a noviembre-diciembre (2016) y enero-febrero (2017). Para ello, se escogió al estero “El Limón” como punto de control por el estado ecológico al encontrarse sin alteraciones. Sin embargo, en los esteros “La S y El Guayabo”, los cuales presentaban intervención por actividades agrícolas se estableció tres puntos de muestreo por cada uno de los meses monitoreados. Para la valoración ecológica del estado actual de los esteros se aplicó el índice BMWP-Cr; los índices ecológicos (Shannon, Margalef, Jaccard y Simpson); y para la evaluación de la zona vegetal el índice (QBR). Según los resultados, el índice biológico indica que el estero “El Limón” presenta agua de “buena calidad”, mientras que los esteros “La S” y “El Guayabo” se encuentran contaminados. Los índices ecológicos reflejan que el estero “La S” y “El Guayabo” presentan diferencias significativas en cuanto a diversidad, riqueza y abundancia de macroinvertebrados con relación al punto de control “El Limón”. Con respecto al índice de bosque de ribera: la zona ribereña del “El Limón” se encuentra sin alteración de su estado natural, sin embargo, en los esteros intervenidos muestra disminución en la cobertura vegetal debido a la deforestación, todo esto gracias al desmedido crecimiento de la actividad agrícola y mal uso del recurso suelo. En la investigación se propone implementar un plan de manejo para la recuperación y conservación de los esteros que se encuentran intervenidos, con el objetivo de mejorar la calidad de los ecosistemas existentes.

Palabras clave: Calidad de agua, macroinvertebrados, índice BMWP-Cr, índice QBR.

ABSTRACT

A study was carried out on water quality in the estuaries “El Limón, La S and El Guayabo” in the canton El Empalme, in four months corresponding to November-December (2016) and January-February (2017). For this purpose, the "El Limón" estuary was chosen as a control point because its ecological status is unaltered. However, in the "La S and El Guayabo" estuaries, which presented intervention for agricultural activities, three sampling points were established for each of the monitored months. For the ecological assessment of the current state of the estuaries, the BMWP-Cr index was applied; Ecological indexes (Shannon, Margalef, Jaccard and Simpson); and for the evaluation of the plant area the index (QBR). According to the results, the biological index indicates that the "El Limón" estuary presents "good quality" water, while the "La S" and "El Guayabo" estuaries are contaminated. The ecological indexes reflect that the estuary "La S" and “El Guayabo” present significant differences in diversity, wealth and abundance of macroinvertebrates in relation to the "El Limón" control point. With respect to the riverbank forest index: the "El Limón" waterfront is without alteration of its natural state, however, in intervened marshes shows a decrease in vegetation cover due to deforestation, all thanks to the excessive growth of agricultural activity and poor use of soil resources. The research proposes to implement a management plan for the recovery and conservation of estuaries that have been intervened, with the aim of improving the quality of existing ecosystems.

Key words: Water quality, macroinvertebrates, BMWP-Cr index, QBR index.

TABLA DE CONTENIDO

Portada	i
Declaración de autoría y cesión de derechos	iii
Certificación de culminación del proyecto de investigación	iv
Certificado del reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico	v
Certificado de aprobación por tribunal de sustentación.....	vi
Agradecimiento	vii
Dedicatoria.....	viii
Resumen ejecutivo	ix
Abstract	x
Tabla de contenido	xi
Índice de gráficos.....	xiv
Índice tablas	xv
Índice de anexos	xvi
Código dublin.....	xvi
Introducción	1
Capítulo I.....	3
Contextualización de la Investigación	3
1.1. Problema de investigación	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema	5
1.2. Objetivos	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos específicos	6

1.3. Justificación	7
Capítulo II.....	8
Fundamentación Teórica de la Investigación.....	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.1.1. Ecosistema	9
2.1.2. Ecosistemas acuáticos.....	9
2.1.3. Ecosistema lóticos	9
2.1.4. Ecosistemas lénticos	9
2.1.5. Diversidad biológica.....	10
2.1.6. Ecosistemas de ribera	10
2.1.7. Bosques de ribera	10
2.1.8. Bioindicadores	10
2.1.9. Macroinvertebrados	11
2.1.10. Ventajas de la utilización de macroinvertebrados.....	13
2.1.11. Índices de diversidad	13
2.1.12. Índice bmwp-cr.....	14
2.1.13. Índice qbr.....	14
2.2. Marco referencial.....	14
Capítulo III	17
Metodología de la Investigación	17
3.1. Localización.....	18
3.2. Tipo de investigación	18
3.3. Métodos de la investigación	19
3.2.1. Método de observación	19
3.2.2. Método deductivo	19
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	19

3.5.1. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados en cuanto a la composición, abundancia, diversidad, riqueza y su distribución en los sustratos evaluados de los esteros “el limón”, “la s” y “el guayabo” en el empalme	20
3.5.2. Evaluar la influencia de la zona riparia en la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos en los tres esteros del cantón el empalme.	23
3.5.3. Calidad del agua mediante la aplicación del índice bmwp-cr.	24
3.5.4. Elaborar una propuesta de plan de manejo para la recuperación de los esteros “el limón”, “la s” y “el guayabo” del cantón el empalme	25
3.5. Instrumentos de investigación	26
3.6. Tratamiento de los datos	26
3.7. Recursos humanos y materiales	26
Capítulo IV	27
Resultados y Discusión.....	27
4.1. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados en cuanto a la composición, abundancia, diversidad, riqueza y su distribución en los sustratos evaluados de los esteros “el limón”, “la s” y “el guayabo” en el empalme	28
4.2. Aplicación del índice de diversidad shannon-wiener.....	41
4.3. Aplicación del índice de riqueza de margalef.....	43
4.4. Aplicación del índice de dominancia de simpson.....	45
4.5. Similitud de familias por sustratos jaccard	47
4.6. Aplicación del índice biologicalmonitoringworkingparty de costa rica (bmwp-cr) por cada mes de monitoreo en el estero el limón, la s y el guayabo del cantón el empalme.....	48
4.7. Evaluación de la calidad de agua mediante la aplicación del índice biológico bmwp-cr en función al uso de suelos en los esteros el limón (bosque), la s (palma africana) y el guayabo (cacao) del cantón el empalme	52
4.8. Evaluar la influencia de la zona riparia en la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos en los tres esteros del cantón el empalme	54

4.9. Elaborar una propuesta de plan de manejo para la recuperación de los esteros “el limón”, “la s” y “el guayabo” del cantón el empalme	56
4.9.1. Introducción	56
4.9.2. Objetivos.....	57
4.4.3. Justificación.....	57
4.4.4. Propuesta del plan	58
4.4.5. Difusión de la propuesta de plan de manejos	61
Capítulo V	62
Conclusiones y Recomendaciones	62
5.1. Conclusiones	63
5.2. Recomendaciones	65
Capítulo VI	66
Bibliografía.....	66
6.1. Bibliografía.....	67
Anexos.....	72

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Mapa de puntos de monitoreo del área de estudio.	18
Gráfico 2. ANOVA de Diversidad Shannon-Wiener en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.	42
Gráfico 3. ANOVA de la aplicación del índice de Riqueza de Margalef en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.....	44
Gráfico 4. ANOVA de Dominancia Simpson en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.....	46
Gráfico 5. Dendrograma de similitud de los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.....	47
Gráfico 6. Aplicación del Índice biológico BMWP-Cr por mes de monitoreo en los esteros el Limón (Bosque), la S (Palma africana) y el Guayabo (Cacao) del cantón El Empalme.	48

Gráfico 7. ANOVA del índice BMWP-Cr en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.....	51
Gráfico 8. Aplicación del Índice biológico BMWP-Cr para los esteros el Limón (Bosque), la S (Palma africana) y el Guayabo (Cacao) del cantón El Empalme.	53
Gráfico 9. Aplicación del Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR).	54

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Descripción de órdenes de macroinvertebrados.....	11
Tabla 2. Puntos de muestreo de macroinvertebrados acuáticos en los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo” del cantón El Empalme.	20
Tabla 3. Los cuatro bloques que se consideran para la evaluación de las zonas ribereñas en la metodología de QBR.	24
Tabla 4. Rango de calidad según el QBR.....	24
Tabla 5. Modelo de la estructura del plan de manejo.....	25
Tabla 6. Materiales a utilizar	26
Tabla 7. Presencia y ausencia de macroinvertebrados acuáticos en los diferentes uso de suelo en los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo” del cantón El Empalme.	29
Tabla 8. Composición y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en los diferentes usos de suelo de los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.	32
Tabla 16. Distribución de las familias de macroinvertebrados por sustrato y microhábitat en el “Limón” (Bosque)del cantón El Empalme.	35
Tabla 17.Distribución de las familias de macroinvertebrados por sustrato y microhábitat en el estero La “S” (Palma africana) del cantón El Empalme.....	36
Tabla 18. Distribución de las familias de macroinvertebrados por sustrato y microhábitat en el estero El “Guayabo” (Cultivo de cacao) del cantón El Empalme.	38
Tabla 9. Aplicación del índice de Diversidad Shannon-Wiener en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.....	41
Tabla 10. Aplicación de prueba Tukey-Shannon en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.	41
Tabla 11. Aplicación del índice de Riqueza de Margalef en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme	43

Tabla 12. Aplicación de prueba Tukey-Margalef en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.	43
Tabla 13. Riqueza de especies Kruskal Wallis en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.....	44
Tabla 14. Aplicación del índice de Dominancia Simpson en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.	45
Tabla 15. Aplicación de prueba Tukey-Simpson en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.	45
Tabla 19. Índice BMWP-CR (Anova) (DUNNET/TUKEY EN PRUEBAS DE RANGOS MÚLTIPLES) para los esteros estudiados.	50
Tabla 20. Análisis de varianza ANOVA de la aplicación del índice BMWP-Cr para los tres esteros.	50
Tabla 21. Aplicación de prueba Tukey del Índice BMWP-Cr para los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.....	52
Tabla 22. Plan de Manejo para la recuperación y conservación de los esteros intervenidos.	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Árbol del Problema.....	73
Anexo 2. Puntaje que se le asignó a cada familia demacroinvertebrados de acuerdo a la BMWP-Cr.....	74
Anexo 3. Clasificación de la calidad del agua en función del puntaje total obtenido aplicando el índice BMWP-Cr.	74
Anexo 4. Pruebas de normalidad.....	75
Anexo 5. Aplicación del índice BMWP-Cr el estero El Limón, La S y El Guayabo para los cuatro meses de monitoreo.	75

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Calidad del Agua y Estructura de la Comunidad de Macroinvertebrados Acuáticos de los Esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo” del cantón El Empalme, Guayas-Ecuador”			
Autor:	Mayorga Mutre Kenia Dahiana			
Palabra clave:	calidad de agua	macroinvertebrados	Índice BMWP-Cr	Índice QBR
Fecha de publicación:	Mayo 2017			
Editorial:	UTEQ			
Resumen:	<p>Resumen. - Se realizó un estudio de la calidad del agua en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón el Empalme, durante cuatros meses correspondientes a noviembre-diciembre (2016) y enero-febrero (2017). Para ello, se escogió al estero “El Limón” como punto de control por el estado ecológico al encontrarse sin alteraciones. Sin embargo, en los esteros “La S y El Guayabo”, los cuales presentaban intervención por actividades agrícolas se estableció tres puntos de muestreo por cada uno de los meses monitoreados. Para la valoración ecológica del estado actual de los esteros se aplicó el índice BMWP-Cr; los índices ecológicos (Shannon, Margalef, Jaccard y Simpson); y para la evaluación de la zona vegetal el índice (QBR). Según los resultados, el índice biológico indica que el estero “El Limón” presenta agua de “buena calidad”, mientras que los esteros “La S” y “El Guayabo” se encuentran contaminados. Los índices ecológicos reflejan que el estero “La S” y El Guayabo presentan diferencias significativas en cuanto a diversidad, riqueza y abundancia de macroinvertebrados con relación al punto de control “El Limón”. Con respecto al índice de bosque de ribera: la zona ribereña del “El Limón” se encuentra sin alteración de su estado natural, sin embargo, en los esteros intervenidos muestra disminución en la cobertura vegetal debido a la deforestación, todo esto gracias al desmedido crecimiento de la actividad agrícola y mal uso del recurso suelo. En la investigación se propone implementar un plan de manejo para la recuperación y conservación de los</p>			

	<p>esteros que se encuentran intervenidos, con el objetivo de mejorar la calidad de los ecosistemas existentes.</p> <p>Abstract. - A study was carried out on water quality in the estuaries “El Limón, La S and El Guayabo” in the canton El Empalme, in four months corresponding to November-December (2016) and January-February (2017). For this purpose, the "El Limón" estuary was chosen as a control point because its ecological status is unaltered. However, in the "La S and El Guayabo" estuaries, which presented intervention for agricultural activities, three sampling points were established for each of the monitored months. For the ecological assessment of the current state of the estuaries, the BMWP-Cr index was applied; Ecological indexes (Shannon, Margalef, Jaccard and Simpson); And for the evaluation of the plant area the index (QBR). According to the results, the biological index indicates that the "El Limón" estuary presents "good quality" water, while the "La S" and "El Guayabo" estuaries are contaminated. The ecological indexes reflect that the estuary "La S" and “El Guayabo” present significant differences in diversity, wealth and abundance of macroinvertebrates in relation to the "El Limón" control point. With respect to the riverbank forest index: the "El Limón" waterfront is without alteration of its natural state, however, in intervened marshes shows a decrease in vegetation cover due to deforestation, all thanks to the excessive growth of agricultural activity and poor use of soil resources. The research proposes to implement a management plan for the recovery and conservation of estuaries that have been intervened, with the aim of improving the quality of existing ecosystems.</p>
Descripción:	# hojas: dimensiones 29 x 21 cm + CD – ROM
URI:	

INTRODUCCIÓN

El agua es parte fundamental de toda forma de vida, la disminución disponible del agua ya sea en la cantidad, en la calidad, o en ambas, provocaría daños gravemente negativos sobre los ecosistemas. El sistema biótico tiene una capacidad natural de auto-limpiarse; sin embargo, si se sobrepasa, la diversidad biológica se pierde, los medios de subsistencia disminuyen, las fuentes naturales de alimentos se deterioran y se generan costos de limpieza extremadamente elevados (1).

A pesar de su destacada importancia, los ecosistemas dulceacuícolas vienen sufriendo grandes impactos por factores antropogénicos, como el represamiento y remoción de la vegetación ribereña, 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. Así mismo, 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 (2).

Para evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos, han sido utilizadas las comunidades biológicas como indicadores de las condiciones ambientales, pues reflejan las condiciones físicas, químicas y bióticas; además, integran y acumulan los efectos de diferentes presiones sobre los ecosistemas naturales (3). Estas valoraciones presentan ventajas en relación a otros tipos de medidas de calidad de agua, porque se realizan con organismos indicadores del medio en que habitan, los cuales están integrados al recurso durante toda su vida, y de esta forma pueden reflejar las fluctuaciones de contaminación (4).

Uno de los grupos que cada vez es más usado y aceptado como herramienta importante en la evaluación de la calidad del agua es el de los macroinvertebrados acuáticos, ya que responde a las alteraciones ocasionadas por actividades humanas en ecosistemas fluviales (4), los integrantes de esta comunidad son sensibles a la contaminación orgánica y la degradación del hábitat; por tal razón, en la evaluación ambiental del recurso hídrico es valioso su potencial como bioindicadores de calidad de agua (6).

Dado el papel fundamental que desempeñan los macroinvertebrados en los sistemas dulceacuícolas, este estudio tiene como objetivo evaluar la influencia de la calidad del agua en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos utilizándolos como bioindicadores, en diferentes usos de suelo de los esteros “El Limón” (bosque), “La S” (palma africana) y “El Guayabo” (cacao).

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

El agua y el deterioro en su calidad, se ha convertido en la actualidad en motivo de preocupación gracias al incremento de la población y en el aumento de actividades, que contaminan este recurso, esto se ve reflejado en la alteración de su ciclo hidrológico y su estado ecológico, afectando a la vida acuática que se desarrollan en ellas, además que son fuentes de abastecimiento de agua para uso de consumo humano.

El incremento de las actividades agrícolas que se han establecido alrededor de los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo”, del cantón El Empalme, como la ocupación de los suelos en las zonas ribereñas por cultivos de palma africana (*Elaeisguineensis*) y Cacao (*Theobroma cacao*), podrían provocar cambios en la estructura de las comunidades de los macroinvertebrados y la función biológica de los sistemas acuáticos, afectando su ciclo de vida, crecimiento, abundancia, distribución y diversidad (7).

Según Armijo (2015), las actividades agrícolas hacen un uso intensivo del suelo, además de causar el impacto de cambiar la estructura y diversidad de los ecosistemas donde se implanta, dado que generalmente la agricultura requiere el desbroce y tala de bosques para establecer los cultivos, lo cual provoca una alteración representativa del ecosistema, que podría modificar también la composición de organismos presentes en los hábitats acuáticos que los atraviesan, entre ellos las comunidades de macroinvertebrados, que suelen ser utilizados como bioindicadores de la calidad del agua y del ecosistema, en general (8).

1.1.1.1. Diagnóstico

Debido al incumplimiento de la normativa ambiental establecido en Registro Oficial 272 del lunes 23 de febrero del 2015 artículo 7 y al mal uso de los recursos naturales, la calidad del agua de los esteros “El Limón” (Bosque), “La S” (palma africana) Y “El Guayabo” (cacao), del cantón El Empalme, se ven afectados significativamente por las actividades agrícolas, por esta razón; se puede evidenciar la disminución de las zonas de protección permanente, la alteración a la calidad del agua y pérdida de la diversidad de macroinvertebrados, sumado a todo esto la afectación a la calidad de vida de la población (ver anexo 1).

1.1.1.2. Pronóstico

El inadecuado manejo de los recursos naturales debido a la incompatibilidad en su capacidad de usos de suelo para las actividades agrícolas, ganaderas, y urbanas, sumado a las zonas ribereñas de los esteros desprovistas de vegetación, provocaría una degradación de la calidad del agua, y por ende, de la diversidad de macroinvertebrados presentes dentro del ecosistema acuático, modificando su estructura y distribución, dando como consecuencia la pérdida de información apreciable sobre las familias de los MAIA existentes, y disminución de la calidad de vida de la población asentadas en el lugar.

1.1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la actividad agrícola influye en la calidad del agua y de los ecosistemas ribereños en los tres esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo”, del cantón El Empalme, Ecuador?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuáles son las causas y efectos que ocasionan la pérdida de la cobertura vegetal ribereña en los tres esteros?, ¿El uso de suelo por cultivo de palma influye en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados y en la calidad del agua del estero “La S”?, ¿El uso de suelo por cultivo de cacao influye en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados y en la calidad del agua del estero “El Guayabo”?, ¿El índice biológico aplicado en el proyecto de investigación contribuye con información para determinar la calidad del agua?.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del agua y la estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo” del cantón El Empalme.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, en cuanto a la composición, abundancia, diversidad, riqueza y su distribución en los sustratos evaluados.
- Evaluar la influencia de la zona riparia en la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos en los tres esteros del cantón El Empalme.
- Establecer la calidad del agua mediante la aplicación del índice BMWP-Cr.
- Elaborar una propuesta de plan de manejo para la recuperación de los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo” del cantón El Empalme.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El aumento de interés por conocer cómo proteger los sistemas acuáticos y evaluar sus cambios en el tiempo, ha generado el desarrollo de criterios biológicos que permitan valorar el efecto de las intervenciones humanas en éstos (9). Los esteros del cantón El Empalme, representa de forma directa una importante fuente hídrica de consumo humano, agricultura y otras actividades para los tres sitios identificados.

En los esteros “El Limón”, “La S” y “ El Guayabo” del cantón El Empalme, son zonas en las que no existe información sobre la diversidad de los macroinvertebrados (MAIA), evidenciando la necesidad de aplicar estudios periódicos que permitan identificar la calidad del agua, para ellos, es necesario realizar un análisis integral donde se incluyan análisis biológicos con la finalidad de evaluar su estado ecológico, tomando en consideración los usos de suelo que forman parte de las diferentes fuentes hídricas. La mayoría de estos estudios se realiza con el objetivo de tomar medidas en la conservación y protección de las fuentes de agua; así como, mejorar la cantidad y calidad de la misma (9).

En la presente investigación se aplicó el índice biológico BMWP-Cr, a cada uno de los esteros, basados en el estudio de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, además se identificó el estado actual de las riberas y su influencia en la calidad del agua de los esteros mediante la utilización del Índice QBR complementando la información obtenida del lugar.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. Ecosistema

Los factores bióticos y abióticos son componentes básicos de un ecosistema y se lo puede definir como sistemas funcionales y la suma de elementos vivos y no vivos que se relaciona en un ambiente delimitado por criterios de espacio y tiempo, formado por conjunto de comunidades, estos dos factores mantienen un equilibrio dinámico entre ellos. Así, un ecosistema tiene partes físicas con relaciones particulares en la estructura y función de los ecosistemas (10).

2.1.2. Ecosistemas Acuáticos

En nuestro planeta la mayor parte está compuesta de agua, el ecosistema acuático por ende obtendrá mayor concentración de diversidad biológica, se las puede clasificar en dos partes de agua dulce y salobres, dentro de estos ecosistemas acuáticos encontraremos factores bióticos y abiótico al igual que los terrestres; sin embargo, las condiciones ambientales varían en cada medio acuático ya sean de ríos u océanos, esto implica que toda forma de vida presenta diferentes adaptaciones dependiendo de las zona en que habitan los organismos (5).

2.1.3. Ecosistema lóticos

Los ecosistemas loticos se construyen a partir de procesos geotérmicos como lo es la erosión y otros factores como el transporte de sedimentos y sustratos todo de forma simultánea, todos sus procesos están regulados por el componente agua, formando un fenómeno que se suscita por la combinación de la magnitud del flujo con la pendiente. Este ecosistema se caracteriza por corrientes rápidas de los ríos, quebradas o arroyos, que desempeñan un papel fundamental en la distribución de macroinvertebrados ya que estos organismos se adaptan a estas condiciones (5).

2.1.4. Ecosistemas lénticos

Son aquellos que se desarrollan en aguas quietas o estancadas, como lagos o lagunas, remanso de ríos, en general hábitats lénticos con dependencias geomorfológicas, estos

ecosistemas representan abundancia de macroinvertebrados en las zonas riparia ofreciendo un variado hábitat para un gran número de organismos (5).

2.1.5. Diversidad Biológica

Diversidad biológica o biodiversidad, se compone genéticamente por las variaciones que presenta una especie y por la variación que refleja un ecosistema, siendo todo esto fundamental para la biología y la conservación de los tipos de ecosistemas presentes en el planeta, cada especie y comunidad biológica mantiene un valor propio desligada a la humana, este valor está dado por propia la historia evolutiva de la tierra; por lo tanto, es necesario conservar todas las especies (11).

2.1.6. Ecosistemas de Ribera

Este tipo de ecosistema se constituye por formaciones vegetales que se caracterizan por encontrarse situadas en presencia de abundante agua, el suelo en donde se sitúa esta vegetación es cercano a los ríos y las características principales de estos suelos es que cuentan buena aireación y presencia constante de una capa de agua subterránea, estas condiciones van a favorecer el crecimiento de formaciones de distintas especies de vegetación dependiendo de la humedad del suelo que se encuentre en las zona riparia (12).

2.1.7. Bosques de ribera

Es aquella barrera vegetal que se forma en las riberas o márgenes de un río, están conformadas por varias especies vegetales que tiene como finalidad controlar y regular la calidad y el volumen del agua transformándose en una barrera que detiene las inundaciones; por otro lado, tienen otra función como ser fuente de alimentos a peces y a mantener un ecosistema activo para el desarrollo de otras especies acuáticas (12).

2.1.8. Bioindicadores

Los bioindicadores son organismos muy sensibles a cambios en el ambiente por lo que su existencia depende de muchos factores; por lo tanto, son fundamentales para ayudar a determinar las condiciones de un ecosistema ya sea acuático o terrestre en donde se

desarrollan, de estos Bioindicadores podemos obtener información acerca del estado actual o largo plazo de los cambios que puede presentar un ambiente (13).

2.1.9. Macroinvertebrados

Los macroinvertebrados acuáticos son organismos vivos que se pueden observar a simple vista. Se lo denomina “macro” por su tamaño ya que pueden medir de 2 milímetros a 30 centímetros, ya que no presentan formación ósea de los define “invertebrados”, y “acuáticos” porque se desarrollan en el agua ya sea dulce o salobre (14).

Los principales macroinvertebrados acuáticos de grupo taxonómico son los, anélidos, insectos, moluscos, platelmintos y crustáceos. La diversidad y cantidad de estas especies es muy alta, de igual manera en sus formas de vivir, su importancia en los ecosistemas es fundamental ya que ayudan a procesar la materia orgánica vegetal, reciclan nutrientes y por último son fuente de alimentos de muchos peces (15).

A continuación, se describe en el cuadro las órdenes de macroinvertebrados acuáticos indicadores de calidad de agua:

Tabla 1. Descripción de órdenes de macroinvertebrados.

ORDEN	NOMBRE COMÚN	HÁBITAT	DESCRIPCIÓN
PLECOPTERA	Mosca de las Piedras.	Ríos de aguas turbulentas, lechos de gravas.	Este pequeño orden de insectos acuáticos, está considerado dentro de los grupos más primitivos, de aspecto ortopteroide; se distribuye en todos los continentes excepto la Antártida, y desde el nivel del mar hasta los 5600 m.
EFEMEROPTERA	Efímeras.	Ríos y lagunas.	Las ninfas de Ephemeroptera viven en diferentes ambientes acuáticos, tanto en aguas corrientes como estancadas.

TRICHOPTERA	Frigáneas.	Ríos, aguas quietas y rápidas.	Con más de 1100 especies, es uno de los insectos más diversificados en agua dulce, las larvas son acuáticas, y viven en refugios fijos o transportables que elaboran con seda.
ODONATA	Libélula, caballitos del diablo.	Ríos de aguas quietas.	Se desarrollan en pozos, pantanos con vegetación acuática, requieren de aguas limpias y ligeramente eutrofizadas.
COLEOPTERA	Escarabajos.	Ríos quietos y rápidos.	Se conocen especies en 30 familias, se desarrollan en zonas Salubres y lacustres, su ciclo de vida es largo de meses a años.
DIPTERA	Moscas, mosquitos.	Ríos de aguas estancadas.	Toleran todo tipo de aguas, por ende se encuentran en diferentes tipos de hábitat, su ciclo de vida es corto, su característica es que poseen dos alas, son de tipo lamedores-chupadores, se alimentan de fluido vegetal o descomposición de animales muertos.
HEMIPTERA.	Chinches de agua	Remansos de ríos y quebradas.	Son pocos resistentes a las corrientes rápidas, algunas especies pueden desarrollarse en condiciones de salinidad y temperaturas de aguas termales.

LEPIDOPTERA	Mariposa, gusano, larva, oruga.	Ríos y arroyos	Se desarrollan en aguas muy oxigenadas, y permanecen adheridas a plantas acuáticas.
MEGALOPTERA	Moscas Dopson, Sialidos.	Ríos quietos y rápidos.	Son insecto con ciclo de vidas cortos, ocupan los en el suelo bajo de las aguas como depredadores de otros macroinvertebrados, son muy pequeños, aproximadamente hay 270 especies.

Fuente: Autora

2.1.10. Ventajas de la utilización de macroinvertebrados

La utilización de macroinvertebrados para la determinación de la calidad del agua, es un método bastante utilizado, ofrecen múltiples ventajas tales como simplicidad metodológica, sus muestras pueden ser realizadas con equipo simple y barato, se encuentran en todos los sistemas acuáticos, por lo que favorecen los estudios comparativos, su naturaleza sedentaria, que permite un efectivo análisis espacial de los efectos de las perturbaciones, la taxonomía de la mayoría de los grupos está bien estudiada y existen numerosos métodos para el análisis de datos, incluyendo índices bióticos y de diversidad, rapidez en la obtención de los resultados y alta confiabilidad, lo que hace de estos métodos una herramienta idónea para la vigilancia rutinaria de la calidad del agua (16).

2.1.11. Índices de diversidad

Para evaluar la diversidad se enfocan en los cambios de la riqueza y abundancia de especies como una forma de determinación de los impactos ambientales sobre las comunidades lólicas. El uso de la diversidad para establecer el grado de deterioro del agua, establece que la complejidad incrementa dependiendo de la estabilidad de una comunidad (16).

2.1.12. Índice BMWP-Cr

Este índice se lo modifiqué para utilizarlo en Costa Rica. Su utilización es fácil de aplicar, sumando las puntuaciones que se le asigna a las diferentes órdenes de macroinvertebrados acuáticos identificados, en función del grado de sensibilidad a la contaminación. Se aplica el puntaje una sola vez por familia, independientemente de los géneros que se hayan encontrados, finalmente la suma de los puntajes determinados en el lugar de muestreo nos brinda el valor final del índice (17).

2.1.13. Índice QBR

El índice de bosques de ribera QBR, es una técnica de muestreo para evaluar el estado actual de la vegetación que se encuentra delimitada a los márgenes o alrededores de las orillas ríos, arroyos o esteros para así poder identificar el grado de alteración que contienen estas zonas riparias, lo cual ayuda a determinar la calidad ecológica de hábitat que se está evaluando (18).

2.2. MARCO REFERENCIAL

- ❖ De acuerdo a Armijo (2015), en un estudio realizado en el Bosque protector Murocomba del cantón Valencia-Ecuador, se determinó de la composición y abundancia de las comunidades de familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en tres quebradas con diferentes coberturas vegetal en la zona de ribera, por medio de la utilización de índices ecológicos como: dominancia de Simpson, Shannon – Weaver y Similitud de Sorensen, que ayudaron a establecer la abundancia de los MAIA en cada uno de los sitios estudiados, los resultados mostraron que los índices de diversidad Simpson (D), Shannon - Weaver (H'), presentaron mayor riqueza de fauna bentónica en las quebradas La Victoria y El Congo y menor en La Damita. La máxima similitud (Sorensen C_s), se presentó entre las quebradas El Congo y La Damita debido a la similaridad faunística de taxones entre los puntos estudiados (8).

- ❖ En un estudio realizado por Yong en el (2015), en el Bosque protector Murocomba del cantón Valencia-Ecuador, se evaluó la influencia de tres tipos de cobertura vegetal ribereña sobre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y la calidad hídrica, mediante la utilización índice QBR (Índice de Calidad del Bosque de Ribera), el cual permitió identificar el estado ecológico en las zona riparia de las fuentes hídricas estudiadas, los resultados mostraron que la quebrada El Congo (Intervenido) presenta una “*Alteración fuerte*”, debido a la intervención antropogénica y la agricultura. Por otra parte, la quebrada La Victoria (Bosque Natural) no presento alteraciones *Bosque de Rivera sin Alteración*” debido posiblemente a que dentro de la zona existe un grado de cobertura vegetal muy alto y autóctono, mientras que la quebrada la Damita (Plantaciones) registró de acuerdo al índice “*Inicio De Alteración Importante*” (19).
- ❖ Se aplicó el índice BMWP-Cr en un estudio realizado por Guerrero (2016) en el cantón Pangua-Ecuador, se evaluó el uso de suelo y su influencia en la calidad del agua de la microcuenca “El Sapanal”, para lo cual se aplicó el Índice biológico, que ayudo a determinar la calidad del agua influenciada por tres usos de suelo; bosque, cultivos agrícolas y pastizal, dando como resultado de la aplicación del índice, que el uso del suelo por bosque posee aguas de calidad “*excelente*”, mientras que el uso de suelo por actividades agrícola y pastizal presentaron aguas de calidad “*regular*”, eutrofizadas y contaminación moderada (20).
- ❖ En una investigación realizada por Arroyo en el(2007), en la ciudad de Quito-Ecuador, se evaluó la calidad biológica del agua con análisis comunitarios de macroinvertebrados bentónicos de los ríos: Palmeras, Guajalito y Brincador mediante la aplicación de índices biológicos y de diversidad, los resultados obtenidos mediante la utilización de los índices, la comunidad de invertebrados acuáticos de los ríos G, P y B fue numerosa y diversa con 8807 individuos (4077,3 ind/m²), distribuidos en 10 órdenes y 29 familias, de las cuales 28 corresponden a familias de insectos. A nivel de órdenes, los más representativos fueron Trichoptera con 3781 individuos (44%), seguido por Diptera con 2564 individuos (29%) y Ephemeroptera con 1387 individuos (16%). Las familias más abundantes fueron Hydropsychidae (Trichoptera) con 1821 individuos (21%), seguida de Chironomidae (Diptera) con 1787 individuos (20 %) y Helicopsychidae (Trichoptera) con 1472 individuos (17%) (21).

- ❖ De acuerdo a Fernández (2009), en un estudio realizado en Chile, se evaluó la calidad de la vegetación ribereña del Río Maullín utilizando el índice ecológico QBR, el trabajo de campo fue realizado durante el año 2008, muestreándose un total de 24 estaciones. Previo a la aplicación del índice se diferenció y delimitó visualmente la orilla y la ribera en cada estación. Considerando el total de las estaciones el 16,7 % muestra una degradación extrema y una calidad pésima ($QBR < 25$). El 20,8 % muestra alteración fuerte de la ribera y una calidad mala ($QBR = 30-50$). Un 29,2 % muestra inicio de alteraciones importantes en el área ribereña, con una calidad de tipo intermedia ($QBR = 55-70$). Otro 25,0 % de las estaciones se encuentra con perturbaciones ligeras y buena calidad ($QBR = 75-90$)(22).

- ❖ De acuerdo a Medina (2010), en un estudio realizado en La Libertad-Perú, se evaluó la calidad del agua mediante la aplicación del índice BMWP modificado y adaptado a tres microcuencas del Alto Chicama (Perejil, Chuyugual y Caballo Moro), la utilización del índice biológico muestra que la parte alta de la microcuenca Perejil, se encuentra con una calidad biológica regular, pero las estaciones adyacentes no influenciadas, muestran una calidad biológica aceptable o buena; la parte que discurre hacia abajo muestra una calidad biológica mala. La parte alta o naciente de la microcuenca Caballo Moro, se encuentra con una calidad biológica mala, pero las estaciones adyacentes no influenciadas, muestran una calidad biológica buena o aceptable y la naciente de la microcuenca Chuyugual, se encuentra con una calidad biológica regular, pero las estaciones adyacentes no influenciadas, muestran una calidad biológica aceptable o buena, la parte baja manifiesta una recuperación en su calidad biológica, presentándose aceptable. En general estos ríos, están siendo alterados en su condición físico-químico y los cambios en el Alto Chicama, se deberían a las actividades de minería, ganadería y agricultura, así como a la mala disposición de las aguas residuales de los centros poblados (23).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

Los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo”, se encuentra ubicados en la parroquia Velasco Ibarra perteneciente al cantón El Empalme, provincia del Guayas, Ecuador. El clima es húmedo tropical, se encuentra a 128 msnm, con una temperatura que varía entre 18 a 35 °C y una precipitación promedio anual de 2800mm. Además, su relieve está marcado por colinas y elevaciones hasta de 250m caracterizándose por poseer terrenos irregulares, con pendientes moderadas (24).

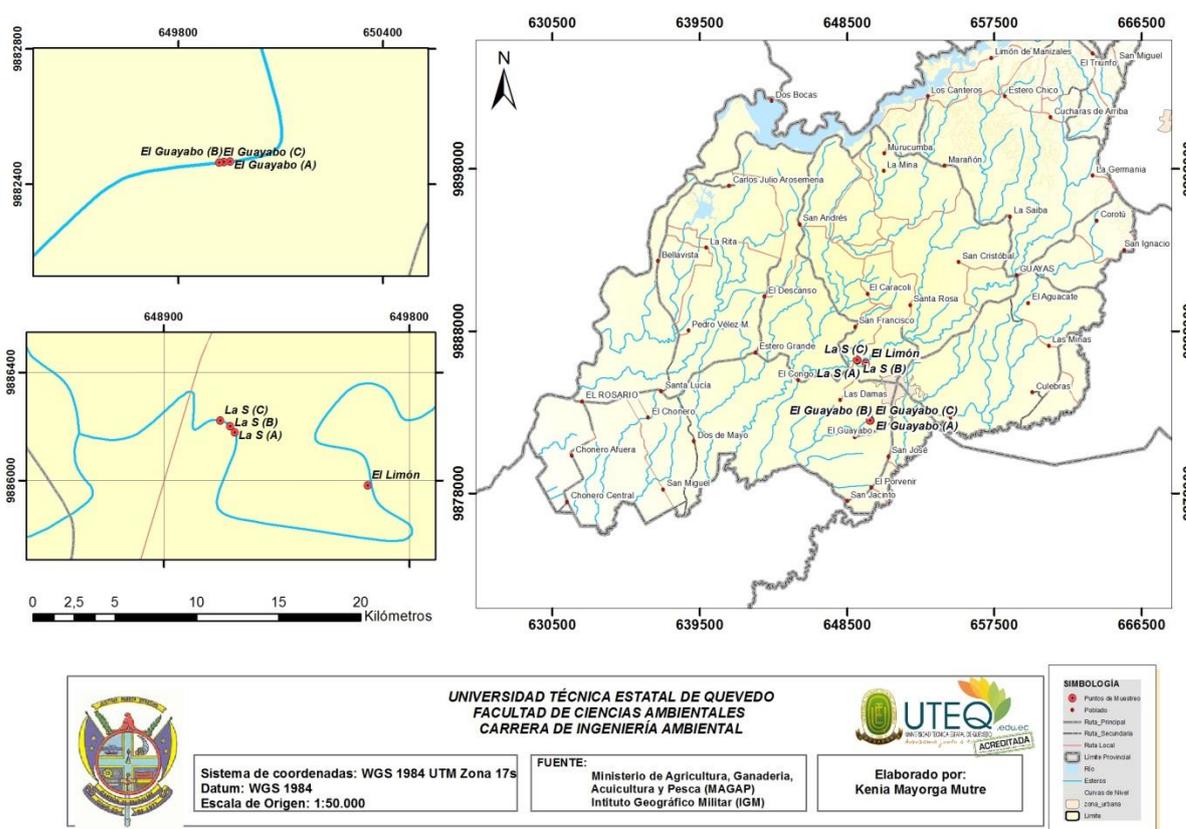


Gráfico 1. Mapa de puntos de monitoreo del área de estudio.

Elaborado: Autora.

3.2. Tipo de Investigación

El presente proyecto de investigación es de tipo diagnóstica y exploratoria, mediante identificación de macroinvertebrados acuáticos MAIA, aplicación de índices ecológicos, se evaluó la correlación entre la cobertura vegetal ribereña, la calidad del agua y los macroinvertebrados acuáticos de los esteros “El Limón” (bosque), “La S” (palma africana) y “El Guayabo” (cacao), adquiriendo conocimiento más actualizado de la problemática.

3.3. Métodos de la Investigación

La presente investigación utilizó los métodos de observación y deducción:

3.2.1. Método de Observación

Mediante un estudio meticuloso y de observación directa se establecieron los sitios de estudio, el cual permitió valorar el entorno actual, entender la problemática y lograr definir las estrategias de protección para los esteros que se encuentren intervenidos por actividades agrícolas, mediante la identificación de macroinvertebrados se evaluó la calidad del agua de los mismos.

3.2.2. Método Deductivo

Se utilizó para el oportuno estudio de los resultados obtenidos de la identificación de los macroinvertebrados acuáticos, el método se requirió para el análisis de datos y poder establecer la calidad de agua de los esteros.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

La información se la obtuvo de fuentes: primarias y secundarias.

Primarias:

- Recolección de muestras de macroinvertebrados en los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo” durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

Secundarias:

- Artículos científicos
- Normativa
- Tesis

3.5. Diseño de la investigación

El presente proyecto de investigación es de tipo no experimental, debido a que la observación de los macroinvertebrados se efectuó en su estado natural, durante los meses de noviembre-diciembre (2016) y los meses de enero-febrero (2017), con una frecuencia de 30 días cada monitoreo. Las estaciones de muestreo se establecieron en tres esteros del

cantón El Empalme que son “El Limón” (bosque), “La S” (palma africana) y “El Guayabo” (cacao), los cuales fueron elegidos por poseer diferencias en la diversidad de la cobertura vegetal ribereña, tipos de sustratos y usos de suelo.

3.5.1. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados en cuanto a la composición, abundancia, diversidad, riqueza y su distribución en los sustratos evaluados de los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo” en el cantón El Empalme

Se seleccionaron tres puntos de monitoreo para cada uno de los esteros “El Guayabo” (cacao) y “La S” (palma africana), cada estación de muestreo se localizó a 20mts de cada uno, agua arriba y aguas abajo, de acuerdo a la metodología aplicada por Guerrero (2010) (25), a excepción del estero “El limón” (punto de control) debido a que esta área no se encontraba intervenida por actividades agrícolas (tabla 2). Por otra parte, la toma de datos se la realizó en los meses de noviembre a enero de los años (2016-2017), considerando las siguientes variables:

- Uso de suelo: (plantación de palma africana, cultivo de cacao y bosque).
- Tipos de microhábitat: (pozos, corrientes rápidas y lentas).
- Sustratos: (arena, grava, roca y hojarasca).

Tabla 2. Puntos de muestreo de macroinvertebrados acuáticos en los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo” del cantón El Empalme.

ZONA DE MUESTREO	ESTEROS AFECTADOS				ESTERO DE CONTROL	
	La "S"		El "Guayabo"		El "Limón"	
	COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
	X	Y	X	Y	X	Y
A	649200	9886217	649945	9882523	649647	9885981
B	649179	9886242	649932	9882474	Se estableció un punto de control dentro de la investigación que se utilizó para comparar los resultados con las zonas afectadas.	
C	649127	9886262	649922	9882446		
Distancias entre tramos	A y B = 20 m B y C = 20 m					

Características en las zonas ribereñas de cada estero.	Plantaciones de Palma Africana en sus zonas riparias, algunas secciones se encuentran protegidas de vegetación.	Cultivo de Cacao en sus zonas riparias, algunas secciones se encuentran desprotegidas de vegetación.	Plantaciones de caña guadua y especies frutales en toda su zona riparia.
Tipo de sustrato y microhábitat	Hábitat léntico con sustrato de grava, hojarasca, vegetación sumergida y rocas.	Hábitat léntico con sustrato de grava, hojarasca, vegetación sumergida y rocas.	Hábitat lótico con sustrato de grava, hojarasca, vegetación sumergida y rocas.
Descripción física de las zonas monitoreadas.	Construcciones sólidas (puentes) que afectan al cauce natural del estero y captación de agua para el riego utilizando bombas.	Lavado de bombas de fumigación, desechos sólidos, construcción de presas artesanales y captación de agua que son utilizados en las actividades agrícolas para la producción del cacao lo que ha venido afectando seriamente la calidad del agua del sector imposibilitando su uso para actividades domésticas.	Presencia de cultivos de agroforestales

Elaborado: Autora.

Para la colecta de los macroinvertebrados se utilizó la red tipo “D” de 350 cm² aproximadamente y una abertura de malla de nylon de 500 micras, siguiendo la metodología utilizada por Guerrero (2010) (25). La recolección se llegó a nivel de familias, las muestras colectadas se depositaron en frascos plásticos debidamente rotulados, con alcohol al 70% para la preservación de los organismos y luego las muestras fueron trasladadas al laboratorio básico de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Este trabajo se llevó a cabo con la ayuda de estereoscopios y claves taxonómicas de Roldan (2003) (5).

3.5.1.1. DISEÑO ESTADÍSTICO

- **Abundancia relativa**

El porcentaje de abundancia relativa se lo determinó con la evaluación de la variación espacial de los macroinvertebrados acuáticos, dicho valor se le asignará a cada una de las familias colectadas en los esteros (26).

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$AR = (ni/N) \times 100$$

Dónde:

AR = Abundancia relativa de la especie.

ni= El número de individuos capturados u observados de la especie.

N = El número total de individuos capturados u observados.

Para determinar la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuático, se utilizaron los siguientes índices ecológicos:

- **Riqueza de Margalef**

Este índice se aplicó para estimar la tasa y los números de individuos que forman partes de las comunidades, en los puntos de muestreos identificados. Se establece como base la distribución cuantitativa de los microorganismos de las diferentes especies en función de la cantidad de individuos reflejados en las muestras analizadas (27).

Su fórmula es:

$$DMg = S - 1 / \ln N$$

Dónde:

S = Número de especies diferentes.

N= Número total de individuos.

- **Diversidad de Shannon- Weaver**

Este índice se utilizó para estimar las densidades poblacionales de macroinvertebrados, su diversidad y la actividad ecológica en las estaciones de muestreo. El presente método asume que todas las especies están reflejadas en la muestra el cual mide el promedio de incertidumbre en especies e indica que tan uniformes están representadas en abundancia (27). Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$H' = - \sum (ni/N) \ln (ni/N)$$

Dónde:

Ni =Número de individuos por especie en una muestra de una población.

N = **Número** total de individuos en una muestra de una población.

Ln = Logaritmo natural.

- **Dominancia de Simpson**

Este índice se utilizó para establecer si existe un valor alto o bajo de especies en las estaciones evaluadas. Este índice se enfoca en las especies que están mejor representadas sin tomar en cuenta las demás. Está refleja la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra de macroinvertebrados correspondan a la misma especie y así determinar cuál estas predominan o se muestra en mayor abundancia (27).

Su fórmula es:

$$\lambda = \sum pi^2/n$$

Dónde:

pi = Abundancia proporcional de la especie i.

3.5.2. Evaluar la influencia de la zona riparia en la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos en los tres esteros del cantón El Empalme.

Para evaluar la influencia de la zona riparia en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos se aplicó el índice QBR, por una sola vez, al inicio de la investigación, dicho método valora a la zona ribereña en cuatro bloques o secciones (tabla 3), con un máximo de veinticinco puntos (25 puntos) por sección, al finalizar la evaluación se obtendrá el puntaje entre un rango de 0 a 100 que ayudó a determinar la calidad de bosques de riberas en los sitios investigados (8).

Tabla 3. Los cuatro bloques que se consideran para la evaluación de las zonas ribereñas en la metodología de QBR.

1	Grado de cobertura riparia	Se evalúa la influencia de la vegetación en función del recubrimiento del terrero de la zona riparia.
2	Estructura de la cobertura	Se trata de determinar la complejidad de la especie vegetal y cuál de ellas influye en la biodiversidad.
3	Calidad de la cobertura	Se identifican las especies de árboles autóctonos y alóctonos.
4	Grado de naturalidad del canal fluvial	Se determina el grado de alteración de las actividades antropogénica que se lleguen a realizar en la zona ribereña.

Fuente: (8).

Tabla 4. Rango de calidad según el QBR.

NIVEL DE CALIDAD	QBR	COLOR REPRESENTATIVO
Bosque de ribera sin alteración, calidad muy buena, estado natural.	≥ 95	Azul
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena.	75 – 90	Verde
Inicio de alteración importante, calidad intermedia.	55 – 70	Amarillo
Alteración fuerte, mala calidad.	30 – 50	Naranja
Degradación extrema, calidad pésima	≤ 25	Rojo

Fuente: (8).

3.5.3. Calidad del agua mediante la aplicación del índice BMWP-Cr.

Para determinar la calidad del agua en los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo” del cantón El Empalme, se aplicó el siguiente índice:

❖ ÍNDICE BMWP-Cr

Se empleó en cada punto establecido de muestreo el índice biótico BMWP-Cr (*Biological Monitoring Working Party*) modificado para Costa Rica, el cual permite analizar las puntuaciones asignadas a las muestras de macroinvertebrados según su grado de sensibilidad a la contaminación citadas en el listado del Anexo 2. El puntaje se le asignará una sola vez por familia, independientemente de la cantidad de individuos encontrados. Para la sumatoria de los puntajes recolectados de todas las familias determinadas en el lugar de evaluación, se obtuvo el valor final del índice utilizado. Este valor permitió evaluar la calidad del agua según lo establecido en las categorías (20).

El reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales de Costa Rica, menciona que el agua en ese país conforme a la clasificación según este índice adquiere valores comprendidos entre 0 y un máximo indeterminado que, en la práctica no suele superar 200. En función de este puntaje se establecieron seis niveles de calidad para el agua de acuerdo a las características que se especifican en el Anexo 3 (28).

3.5.4. Elaborar una propuesta de plan de manejo para la recuperación de los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo” del cantón El Empalme

En función a los resultados obtenidos de la identificación de macroinvertebrados acuáticos y la aplicación del índice biológico que ayudo a la determinación de la calidad de agua en los esteros evaluados, se elaboró una propuesta de plan de manejo la cual cuenta con medidas de mitigación, eliminación y prevención, la estructura considerara lo siguiente:

- Introducción
- Objetivo general
- Objetivo específicos
- Propuesta del plan

Tabla 5. Modelo de la estructura del plan de manejo.

Programas	Medidas Propuestas	Responsable	Indicadores	Medidas de verificación	Plazo (tiempo)

Fuente: (29).

3.5. Instrumentos de investigación

Para la elaboración de esta investigación se utilizaron Índices biológicos y ecológicos, el BMWP-Cr ayudó a evaluar la calidad del agua de los esteros antes mencionados, el QBR contribuyó con información sobre el estado actual de la vegetación ribereña de cada uno de los sitios evaluados, adicional a estos se utilizaron los índices de Margalef, Shannon-Weaver y Simpson, para determinar la abundancia, riqueza y distribución de los macroinvertebrados.

3.6. Tratamiento de los datos

Se aplicó un diseño complementemente aleatorio (DCA) en donde los factores de estudio fueron A (estero) y B (mes), y la interpretación de los factores A*B; las variables de respuesta seleccionadas en el D.C.A fueron: índice de diversidad de Shannon, riqueza de Margalef, índice de dominancia. Se aplicaron pruebas de medidas (Tukey) a los análisis de varianza que presentaron diferencias estadísticas significativas. Además, se realizó un análisis Clúster con método de agrupación de Jaccard entre sitios de muestreo para identificar las similitudes de la composición de familias. Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de significancia $p=0,05$.

3.7. Recursos humanos y materiales

Tabla 6. Materiales a utilizar

DE CAMPO	DE OFICINA	DE LABORATORIO
Libreta	Pendrive	Los análisis serán realizados por un estereoscopio el cual fue facilitado por el laboratorio básico de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Lapicero	Hojas A4	
Cámara Fotográfica	Internet	
GPS	Libros	
	Ordenador	

Elaborado: Autora

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados en cuanto a la composición, abundancia, diversidad, riqueza y su distribución en los sustratos evaluados de los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo” del cantón El Empalme

Con los resultados obtenidos de la caracterización de las familias de macroinvertebrados en los esteros del cantón El Empalme, durante los meses de (noviembre y diciembre del 2016) y (enero y febrero del 2017) en función al uso de suelo, “La S” (Palma africana), “El Guayabo” (Cacao) y “El Limón” (Bosque), se determinó que los órdenes con mayor abundancia fueron: Ephemeroptera familia *Baetidae* (20), *Leptophlebiidae* (17); seguido del orden Trichoptera a la familia *Philopotamidae* (11); y el orden Odonata familia *Coenagrionidae* con (10).

En la recolección y estudio de los MAIA en cada uno de los esteros evaluados, se alcanzó un total 1118 macroinvertebrados entre 51 familias y 9 ordenes (tabla 8) siendo las familias más representativas en función a los diferentes usos de suelo *Baetidae* con 234 individuos seguido de *Leptophlebiidae* con 117 y *Leptohyphidae* con 114 macroinvertebrados y en los últimos puestos las familias que mostraron un número menor de individuos fueron *Polycentropodidae* con 10 y *Glossosomatidae* con 2.

El sitio de monitoreo por mes y uso de suelo que mostró una elevada cantidad de individuos de macroinvertebrados fue el estero “El Limón” (bosque) tanto para noviembre con 182 individuos seguido de diciembre con 169 individuos como para enero con 161 individuos y por último febrero con 174 individuos. Por otra parte, en el estero “El Guayabo” el cual su suelo está siendo utilizado por el cultivo de cacao, reflejo el menor número de individuos, en enero con 7 individuos y febrero con 8 individuos respectivamente, se muestra que la ausencia de la vegetación ribereña empobrece la composición de macroinvertebrados acuáticos.

Tabla 7. Presencia y ausencia de macroinvertebrados acuáticos en los diferentes usos de suelo en los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo” del cantón El Empalme.

ORDEN	FAMILIAS	PUNTOS DE MUESTREOS																								TOTAL				
		PUNTO 1				PUNTO 2								PUNTO 3																
		El “Limón” (Bosque)				La "S" (Palma africana)								El “Guayabo” (Cacao)																
		A				A				B				C				A				B					C			
		N	D	E	F	N	D	E	F	N	D	E	F	N	D	E	F	N	D	E	F	N	D	E	F		N	D	E	F
TRICHOPTERA	Leptoceridae	X	X	X	X																									4
	Helicopsychidae																													0
	Calamoceratidae																													0
	Hydropsychidae	X	X	X	X																									4
	Hydrobiosidae	X	X	X	X																									4
	Glossosomatidae																													0
	Odontoceridae																													0
	Polycentropodidae	X		X		X																								3
	Hydroptilidae																													0
	Philopotamidae	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X																	11
COLEOPTERA	Ptilodactylidae																													0
	Elmidae	X	X	X	X																									4
	Limnychidae																													0
	Lutrochidae																													0

Tabla 8. Composición y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en los diferentes usos de suelo de los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.

ORDEN	FAMILIAS	PUNTOS DE MUESTREOS																										TOTAL	%		
		PUNTO 1				PUNTO 2												PUNTO 3													
		El "Limón" (Bosque)				La "S" (Palma africana)												El "Guayabo" (Cacao)													
		A				A				B				C				A				B				C					
		N	D	E	F	N	D	E	F	N	D	E	F	N	D	E	F	N	D	E	F	N	D	E	F	N	D			E	F
TRICHOPTERA	Leptoceridae	6	4	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	2%
	Helicopsychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Calamoceratidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Hydropsychidae	15	17	12	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	5%
	Hydrobiosidae	4	12	15	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	4%
	Glossosomatidae	5	7	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	2%
	Odontoceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Polycentropodidae	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	10	1%
	Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Philopotamidae	26	16	15	12	3	4	6	4	0	9	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	10%
COLEOPTERA	Ptilodactylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Elmidae	11	11	9	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	4%
	Limnychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Lutrochidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Dryopidae	13	9	8	9	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	3	3	59	5%

Tabla 9. Distribución de las familias de macroinvertebrados por sustrato y microhábitat en el “Limón” (Bosque) del cantón El Empalme.

NOVIEMBRE						DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO			
ORDEN	FAMILIA	SUSTRATO	HÁBITAT	TOTAL	%												
TRICHOPTERA	Leptoceridae	Rocas	Corrientes rápidas	6	3%	Rocas	Corrientes rápidas	4	2%	Rocas	Corrientes rápidas	6	4%	Rocas	Corrientes rápidas	9	5%
	Hydropsychidae	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	15	8%	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	17	10%	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	12	7%	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	17	10%
	Hydrobiosidae	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	4	2%	Rocas	Corrientes rápidas	12	7%	Rocas	Corrientes lentas	15	9%	Rocas	Corrientes rápidas	12	7%
	Glossosomatidae	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	5	3%	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	7	4%	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	4	2%	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	5	3%
	Polycentropodidae	Troncos	Corrientes rápidas	4	2%				0%				0%				0%
	Philopotamidae	Hojarasca	Corrientes rápidas	26	14%	Rocas y hojarasca	Corrientes rápidas	16	9%	Hojarasca	Corrientes rápidas	15	9%	Hojarasca	Corrientes rápidas	12	7%
COLEOPTERA	Elmidae	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	11	6%	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	11	7%	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	9	6%	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	17	10%
	Dryopidae	Troncos	Corrientes rápidas	13	7%	Troncos	Corrientes rápidas	9	5%	Troncos	Corrientes rápidas	8	5%	Troncos	Corrientes rápidas	9	5%
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	Hojarasca	Corrientes rápidas	15	8%	Hojarasca	Corrientes rápidas	8	5%	Hojarasca	Corrientes rápidas	15	9%	Hojarasca	Corrientes rápidas	9	5%
	Baetidae	Hojarasca	Corrientes lentas	20	11%	Hojarasca	Corrientes rápidas	16	9%	Hojarasca	Corrientes rápidas	22	14%	Hojarasca	Corrientes rápidas	10	6%
	Polymitarcyidae	Troncos	Corrientes rápidas	5	3%	Troncos	Corrientes rápidas	8	5%	Troncos	Corrientes rápidas	6	4%	Troncos	Corrientes rápidas	15	9%
	Leptohyphidae	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	26	14%	Hojarascas	Corrientes lentas	26	15%	Hojarascas	Corrientes rápidas	18	11%	Hojarascas	Corrientes rápidas	26	15%
PLECOPTERA	Perlidae	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	5	3%	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	10	6%	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	6	4%	Troncos y hojarascas	Corrientes rápidas	7	4%
ODONATA	Polythoridae	Rocas y hojarasca	Corrientes moderadas	10	5%	Rocas y hojarasca	Corrientes moderadas	5	3%	Rocas y hojarasca	Corrientes moderadas	3	2%	Rocas y hojarasca	Corrientes moderadas	5	3%
	Coenagrionidae	Rocas y hojarasca	Corrientes moderadas	7	4%	Rocas y hojarasca	Corrientes moderadas	7	4%	Rocas y hojarasca	Corrientes moderadas	5	3%	Rocas y hojarasca	Corrientes moderadas	7	4%

	Libellulidae	Arena y hojarasca	Corrientes rápidas	5	3%	Arena y hojarasca	Corrientes rápidas	5	3%	Arena y hojarasca	Corrientes rápidas	7	4%	Arena y hojarasca	Corrientes moderadas	6	3%
DIPTERA	Dolichopodidae	Hojarasca	Corrientes rápidas	5	3%	Hojarasca	Corrientes rápidas	8	5%	Hojarasca	Corrientes moderadas	10	6%	Hojarasca	Corrientes moderadas	8	5%
TOTAL DE INDIVIDUOS				182	100%			169	100%			161	100%			174	100%

Elaborado: Autora

La tabla 16, muestra mediante el estudio de macroinvertebrados acuáticos realizado en los esteros del cantón El Empalme, se aplicó una evaluación sobre los sustratos y microhábitat en donde se encontraron cada una de las familias de los macroinvertebrados en función al uso de suelo. En el estero “El Limón” (bosque) el sustrato es mucho más diverso, la familia *Leptohyphidae* de la orden Ephemeroptera en los cuatros meses de monitoreo se la encontró en troncos y hojarasca siendo uno de las más representativas y con mayor abundancia, estos macroinvertebrados por lo regular viven en agua limpias ligeramente contaminadas, por otro lado, el microhábitat estuvo representado por corrientes lentas y rápidas.

Tabla 10. Distribución de las familias de macroinvertebrados por sustrato y microhábitat en el estero La “S” (Palma africana) del cantón El Empalme.

NOVIEMBRE									DICIEMBRE						
ORDEN	FAMILIA	SUSTRATO	HÁBITAT	1	2	3	TOTAL	%	SUSTRATO	HÁBITAT	1	2	3	TOTAL	%
TRICHOPTERA	Polycentropodidae	Troncos y hojarasca	Corrientes lentas	2			2	3%						0	0%
	Philopotamidae	Hojarasca	Corrientes lentas	3			3	4%	Hojarasca	Corrientes lentas	4	9		13	22%
COLEOPTERA	Dryopidae	Hojarasca	Corrientes lentas		3		3	4%						0	0%
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	Hojarasca y piedras	Corrientes lentas	5	8	10	23	29%	Hojarasca y piedras	Corrientes lentas	5	2		7	12%
	Baetidae	Hojarasca	Corrientes lentas	10	13	15	38	48%	Hojarasca	Corrientes lentas	7	9	17	33	55%

	Leptohyphidae						0	0%	Hojarasca	Corrientes rápidas	5			5	8%
ODONATA	Polythoridae						0	0%	Rocas y hojarasca	Corrientes moderadas			2	2	3%
	Libellulidae	Arena y hojarasca	Corrientes rápida	10			10	13%						0	0%
TOTAL DE INDIVIDUOS				30	24	25	79	100%			21	20	19	60	100%
ENERO									FEBRERO						
ORDEN	FAMILIA	SUSTRATO	HÁBITAT	1	2	3	TOTAL	%	SUSTRATO	HÁBITAT	1	2	3	TOTAL	%
TRICHOPTERA	Philopotamidae	Hojarasca	Corrientes lentas	6	7		13	14%	Hojarasca	Corrientes lentas	4	6		10	15%
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	Hojarasca y piedras	Corrientes lentas	8	5		13	14%	Hojarasca y piedras	Corrientes lentas	5	8		13	19%
	Baetidae	Hojarasca Y troncos	Corrientes lentas	15	5	19	39	43%	Hojarasca	Corrientes lentas	7	10	16	33	49%
	Leptohyphidae	Hojarasca	Corrientes rápidas	8			8	9%	Hojarasca	Corrientes rápidas	5			5	7%
HEMIPTERA	Gerridae	Hojarasca	Corrientes rápida			7	7	8%	Hojarasca	Corrientes rápida			4	4	6%
ODONATA	Polythoridae	Rocas y hojarasca	Corrientes moderadas	5		5	10	11%	Rocas y hojarasca	Corrientes moderadas			2	2	3%
TOTAL DE INDIVIDUOS				42	17	31	90	100%			21	24	22	67	100%

Elaborado: Autora.

La tabla 17, refleja que el estero “La S” (Palma africana), el sustrato que predominó fueron hojarasca, la familia *Baetidae* de la Orden Ephemeroptera es la más representativa en los cuatro meses de estudio, como se menciona anteriormente esta orden de macroinvertebrados se encuentran en fuentes de agua limpias o ligeramente contaminadas, este lugar aunque existen plantaciones de palma africana cuenta con una buena zona de protección de riberas lo que ayuda a minimizar la contaminación del agua, el microhábitat del lugar se caracterizó por corrientes lentas.

Tabla 11. Distribución de las familias de macroinvertebrados por sustrato y microhábitat en el estero El “Guayabo” (Cultivo de cacao) del cantón El Empalme.

NOVIEMBRE									DICIEMBRE						
ORDEN	FAMILIA	SUSTRATO	HÁBITAT	1	2	3	TOTAL	%	SUSTRATO	HÁBITAT	1	2	3	TOTAL	%
TRICHOPTERA	Polycentropodidae	Troncos y hojarasca	Pozos		4		4	9%							0%
COLEOPTERA	Dryopidae	Troncos y hojarasca	Corrientes lentas			5	5	11%	Hojarasca	Pozo			6		0%
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	Hojarasca	Corrientes lentas	3			3	7%	Hojarasca	Corrientes lentas	4				0%
	Baetidae	Hojarasca	Corrientes lentas		4		4	9%	Hojarasca y trocos	Poza		6			0%
HEMIPTERA	Gerridae	Hojarasca	Corrientes lentas	4			4	9%	Hojarasca	Corrientes lentas	1	6			0%
ODONATA	Coenagrionidae	Hojarasca	Corrientes lentas	4			4	9%	Hojarasca	Corrientes lentas	2				0%
	Libellulidae	Arena y hojarasca	Corrientes lentas	10	5	7	22	48%	Hojarasca y trocos	Pozo			5		0%
TOTAL DE INDIVIDUOS				21	13	12	46	100%			7	12	11	30	100%
ENERO									FEBRERO						
ORDEN	FAMILIA	SUSTRATO	HÁBITAT	1	2	3	TOTAL	%	SUSTRATO	HÁBITAT	1	2	3	TOTAL	%
COLEOPTERA	Dryopidae	Hojarasca	Pozo			3	3	10%	Hojarasca	Pozo			3	3	12%
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	Hojarasca	Corrientes lentas	3			3	10%	Hojarasca	Corrientes lentas	4			4	16%
	Baetidae	Hojarasca y trocos	Pozas		6		6	19%	Hojarasca y trocos	Pozas		7		7	28%
HEMIPTERA	Gerridae	Hojarasca	Corrientes lentas	1	6		7	23%	Hojarasca	Corrientes lentas	1			1	4%
ODONATA	Coenagrionidae	Hojarasca	Corrientes lentas	8			8	26%	Hojarasca	Corrientes lentas	5			5	20%

	Libellulidae	Hojarasca y trocos	Pozas			4	4	13%	Hojarasca y trocos	Pozas			5	5	20%
TOTAL DE INDIVIDUOS				12	12	7	31	100%			10	7	8	25	100%

Elaborado: Autora

En la tabla 18, el estero “El Guayabo” en donde su suelo está siendo utilizado por el cultivo de Cacao, presentó en cuanto a sustratos evaluados que el más representativo siguen siendo las hojarasca, en este caso el macroinvertebrados que fue encontrado en este sustrato es la familia *Libellulidae* perteneciente a la orden Odonata, en este estero el microhábitat vario a diferencias de los anteriores presentando presencia de pozas, esto se debe al escaso fluido de curso de agua en ciertos tramos creando pozas y estanques, esta clase de macroinvertebrados se encuentran en aguas oligotrófica o contaminadas por sustancias utilizadas en los cultivos, entre otros factores, que pueden producir eutrofización, disminución de la calidad de agua y afectar el desarrollo de la vida acuática.

El estudio de la calidad del agua y macroinvertebrados acuáticos realizado en los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo” del cantón El Empalme, se aplicó una evaluación a los sustratos y microhábitat en donde fueron encontradas cada una de las familias de los macroinvertebrados en función del uso de suelo (ver tabla 16, 17 y 18). En el estero el “Limón” (bosque) el sustrato es mucho más diverso, la familia *Leptohyphidae* de la orden Ephemeroptera en los cuatros meses de monitoreo se la encontró en troncos y hojarascas siendo uno de las más representativas y con mayor abundancia, por otro lado, el microhábitat estuvo caracterizado por corrientes lentas y rápidas. En el estero La “S” (Palma africana), el sustrato que predominó fueron hojarascas, la familia *Baetidae* de la Orden Ephemeroptera es la más representativa en los cuatros meses de estudio, el microhábitat del lugar se caracterizó por corrientes lentas. Por otro lado, el estero “El Guayabo”, presentó en cuanto a sustratos evaluados que el más representativo siguen siendo las hojarascas, en este caso el macroinvertebrado que fue encontrado en este sustrato es la familia *Libellulidae* perteneciente a la orden Odonata, en este sitio el microhábitat varió a diferencias de los anteriores reflejando presencia de pozas, esto se debe al escaso flujo de curso de agua en ciertos tramos creando pozas y estanques, esta clase de macroinvertebrados se encuentran en aguas oligotrófica o contaminadas por sustancias utilizadas en los cultivos, entre otros factores, que pueden producir eutrofización, disminución de la calidad de agua y afectar el desarrollo de la vida acuática.

En Colombia se realizó una evaluación de sustratos y microhábitat similares a este estudio, en las quebradas de las islas de Providencia en el 2014, dentro de los sustratos identificados las “hojarascas” eran las más representativas en los sitios, en este sustrato se halló mayor cantidad de macroinvertebrados, gracias a las condiciones existentes en los sitios, que presentaban presencia de vegetación cercana a las riberas, en cuanto al estudio del microhábitat se caracterizaba por corrientes rápidas (38).

4.2. Aplicación del índice de Diversidad Shannon-Wiener

El índice ecológico Shannon-Wiener muestra que los sitios estudiados presentan diferencias significativas en cuanto a la diversidad de las familias por estero, lo que no ocurre entre las variables meses y estero por mes; ya que, estas no muestran diferencias entre sí (tabla 9).

Tabla 12. Aplicación del índice de Diversidad Shannon-Wiener en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.

ANOVA – SHANNON					
EFEECTO	SS	GL	SC	F	p
Esteros	10,76	2	5,382	54,12	,000*
Mes	0,05	3	0,017	0,17	0,913
Esteros*Mes	0,27	6	0,046	0,46	0,829

Elaborado: Autora.

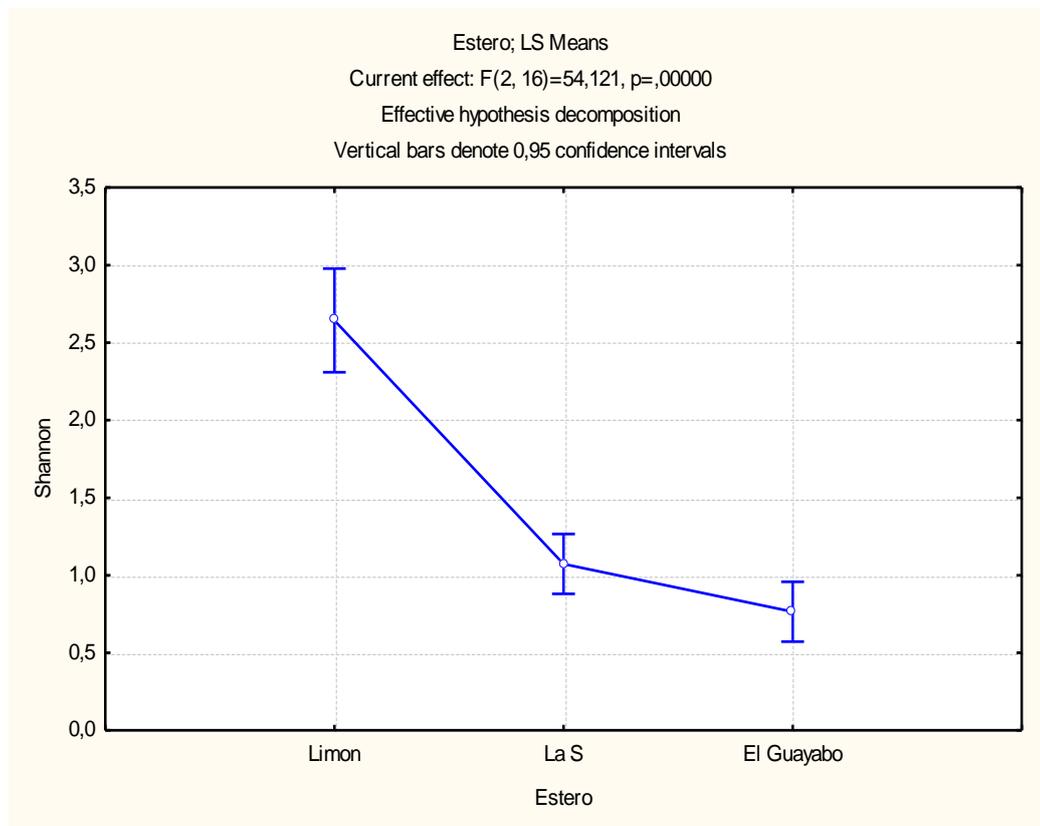
La Tabla 10 muestra la aplicación de la prueba de Tukey a las variables estudiadas, determinando que el estero El Limón presenta diferencias significativas en cuanto a los demás esteros, siendo este el más diverso en familias de macroinvertebrados acuáticos encontradas (ver gráfico 2).

Tabla 13. Aplicación de prueba Tukey-Shannon en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.

Tukey Shannon – Esteros				
	Esteros	N	Subconjunto	
			1	2
HSD Tukey ^{a,b,c}	El Guayabo	12	,7648	
	La S	12	1,0730	
	Limón	4		2,6433
	Sig.		,116	1,000

Elaborado: Autora.

Gráfico 2. ANOVA de Diversidad Shannon-Wiener en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.



Elaborado: Autora.

La aplicación del índice ecológico Shannon-Wiener nos indica que el estero “El Limón” (bosque) presentó diferencias significativas de diversidad de individuos de familias de macroinvertebrados entre esteros, los sitios evaluados que se encuentran intervenidos La “S” y El “Guayabo” presentaron datos diferentes y niveles bajos de diversidad evidenciando la influencia que conlleva el inadecuado uso del suelo. En Uruguay 2014, en un estudio de diversidad de macroinvertebrados acuáticos, se aplicó el índice ecológico de Shannon, en cual sus valores variaron dando resultados negativos de diversidad de individuos esto se debía gracias a la deforestación y plantaciones agroforestales, estableciendo que el índice variaba debido a la intervención antropogénica obteniendo datos negativos en cuanto su aplicación (34).

4.3. Aplicación del índice de Riqueza de Margalef

De acuerdo a la tabla 11 que muestra la riqueza específica en función del índice ecológico de Margalef, los sitios de estudio presentan diferencias significativas entre sí, a diferencia de las variables meses y esteros por mes que indican similitudes entre las mismas.

Tabla 14. Aplicación del índice de Riqueza de Margalef en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme

ANOVA - RIQUEZA MARGALEF					
EFEECTO	SS	GL	SC	F	p
Estero	18,19	2	9,095	93,21	,000*
Mes	0,05	3	0,015	0,16	0,924
Estero*Mes	0,09	6	0,015	0,15	0,985

Elaborado: Autora.

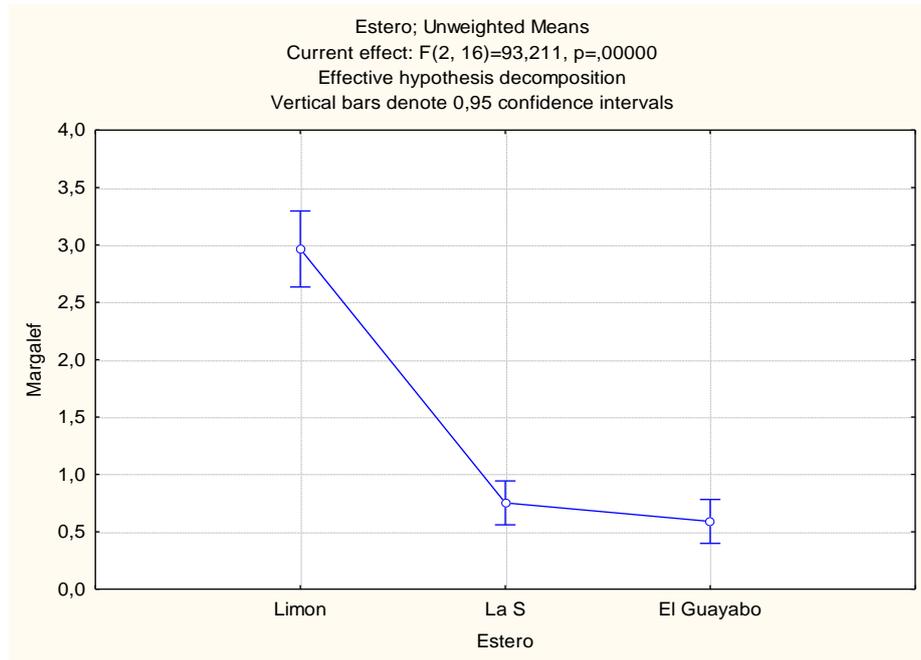
La tabla 12 indica la prueba de Tukey-Margalef aplicada a las variables de estudio, mostrando que el estero “El Limón”, presenta mayor riqueza de familias, lo que difiere notablemente de los esteros “La S y El Guayabo” ya que no presentaron diferencias significativas (ver gráfico 3).

Tabla 15. Aplicación de prueba Tukey-Margalef en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.

Tukey Margalef - Esteros				
	Estero	N	Subconjunto	
			1	2
HSD Tukey^{a,b,c}	El Guayabo	12	,5905	
	La S	12	,7522	
	Limón	4		2,9648
	Sig.		,478	1,000

Elaborado: Autora.

Gráfico 3. ANOVA de la aplicación del índice de Riqueza de Margalef en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.



Elaborado: Autora.

El índice de riqueza Margalef aplicado en estero “El Limón” presentó diferencias significativas, mientras que en los esteros “La S y El Guayabo”, reflejaron un menor índice de riqueza. Sin embargo, realizando el análisis de riqueza específica los dos esteros intervenidos siguen presentando similitudes en los resultados. Resultados similares fueron reportados en el 2012 en un estudio del río Mula en Panamá, donde explican que la riqueza de macroinvertebrados se encuentra influenciada por factores antrópicos (35).

Tabla 16. Riqueza de especies Kruskal Wallis en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme

La tabla 13 muestra la riqueza de especies entre los esteros estudiados, indicando que el número de individuos por estero es diferente estadísticamente.

Esteros	Code	GL	Suma de rangos
Limón	101	4	106,0000
La S	102	12	219,0000
Guayabo	103	12	81,0000

Elaborado: Autora.

4.4. Aplicación del índice de Dominancia de Simpson

Los resultados del Índice de Dominancia de Simpson (tabla 14) indica que, la variable estero presenta diferencias significativas en cuanto a la dominancia de las familias, a diferencia de las variables meses y estero por mes que no presentan diferencias estadísticas.

Tabla 17. Aplicación del índice de Dominancia Simpson en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.

ANOVA – DOMINANCIA SIMPSON					
EFECTO	SS	GL	SC	F	p
Esteros	0,544	2	0,272	11,57	,001*
Mes	0,02	3	0,007	0,28	0,84
Esteros*Mes	0,071	6	0,012	0,5	0,796

Elaborado: Autora.

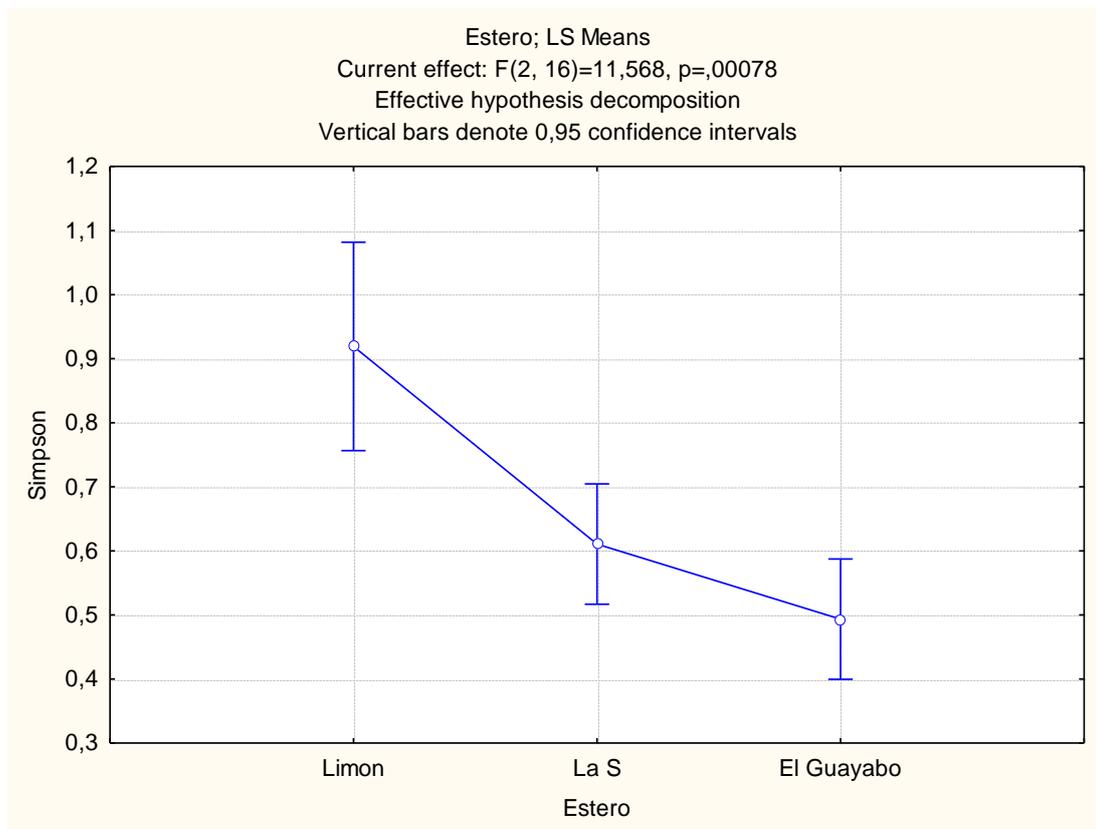
Los resultados alcanzados de la aplicación de la Prueba de Tukey-Simpson (tabla 15) en los sitios de estudio “La S” y “El Guayabo” se agruparon en subconjuntos, como se evidencia en los anteriores índices ecológicos aplicados, mostrando nuevamente que el estero “El Limón” presentó una variación en los valores obtenidos y mantuvo un rango de dominancia y diversidad de la comunidad de macroinvertebrados diferente (ver gráfico 4).

Tabla 18. Aplicación de prueba Tukey-Simpson en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.

Tukey Simpson - Esteros				
	Estero	N	Subconjunto	
			1	2
HSD Tukey^{a,b,c}	El Guayabo	12	,4934	
	La S	12	,6106	
	Limón	4		,9191
	Sig.		,270	1,000

Elaborado: Autora.

Gráfico 4. ANOVA de Dominancia Simpson en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.



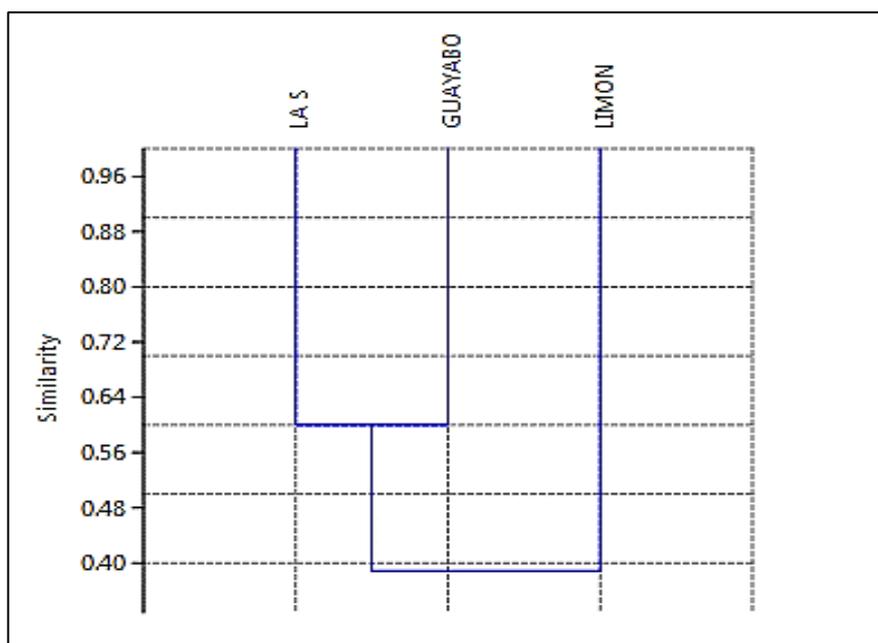
Elaborado: Autora.

La dominancia de Simpson aplicada en los esteros del cantón El Empalme en los sitios de estudio “La S y El Guayabo” se conservaron dentro de un rango de dominancia similares, mostrando nuevamente que el estero “El Limón” presentaba una variación en los valores obtenidos y mantuvo un rango de dominancia y diversidad de la comunidad de macroinvertebrados diferente. Algo similar se presentó en el 2007 en un estudio en el Bosque Protector Río Guajalito en Pichincha-Ecuador, la aplicación del índice de Simpson (S) se mantuvo dentro del rango de dominancia. No existieron diferencias significativas para S entre los sitios de monitoreos, y de igual manera no existieron diferencias de S y H' entre estaciones, explicaba que la complejidad de un hábitat y la composición vegetal pueden cambiar los resultados de la aplicación del índice (36).

4.5. Similitud de familias por sustratos JACCARD

De acuerdo al grafico 5, se forman dos grupos al 60% de similaridad, el primero conformado por los esteros “La S” y “El Guayabo”, y el grupo 2 integrado por el estero “El Limón” con un 40%.

Gráfico 5. Dendrograma de similitud de los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.



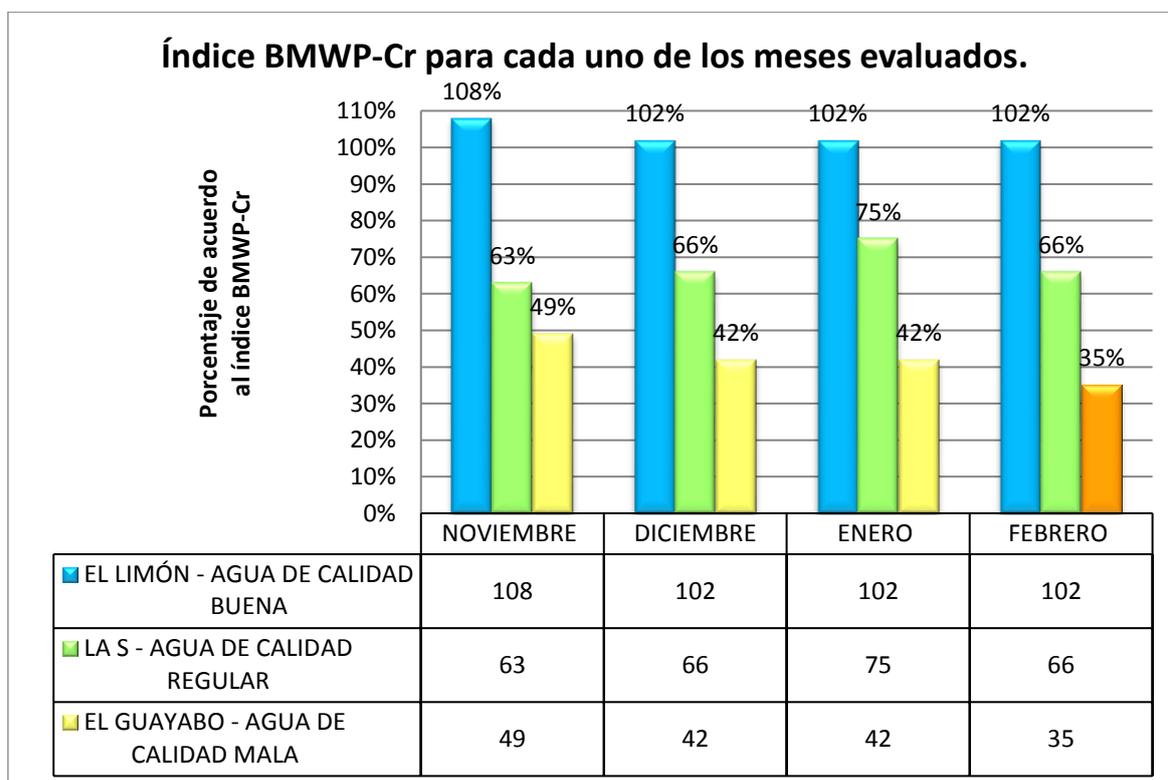
Elaborado: Autora.

Las muestras de similitud Jaccard agrupa a los esteros que se encuentra intervenidos por actividades agrícolas como lo es “La S” y “El Guayabo” en un solo grupo, separando al estero “El Limón” debido a que sus características y estado ecológico no presentan intervención antropogénica. En Colombia se realizó un estudio de la calidad fluvial en Siscunsi en el 2003 (37), el índice Jaccard estableció que las zonas de estudios no eran similares todo esto debido a la dinámica fluvial de los sitios, y al nivel de caracterización biológica, todas presentaban vegetación diferente lo que influencia en los datos que se obtuvieron.

4.6. Aplicación del índice Biological Monitoring Working Party de Costa Rica (BMWP-Cr) por cada mes de monitoreo en el estero El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme

En el gráfico 6, muestra los resultados alcanzados de la aplicación del índice BMWP-Cr en los esteros “El Limón” (Bosque), “La S” (Palma Africana) y “El Guayabo” (Cacao) durante los cuatro meses monitoreos correspondientes a diciembre-noviembre (2016) enero-febrero (2017).

Gráfico 6. Aplicación del Índice biológico BMWP-Cr por mes de monitoreo en los esteros El Limón (Bosque), La S (Palma africana) y El Guayabo (Cacao) del cantón El Empalme.



Elaborado: Autora

La aplicación del índice biológico BMWP de Costa Rica, en el monitoreo del estero El “Limón” (Bosque), en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero presentó valores de 108, 102, 102 y 102, la ejecución del índice dio como resultado que el agua de este estero se encuentra “no contaminadas y alteradas de manera sensible” ya que el

puntaje del índice se encontraba dentro de un rango entre 101-119 (ver anexos 3), el cual determina que el agua es de “buena calidad”, mientras tanto en el estero La “S” (Palma africana), reflejo resultados de 63, 66, 75 y 66 respectivamente, demostrando que sus aguas son de “regular calidad”, presentando “*contaminación moderada*”. Sin embargo, en el estero El “Guayabo” (Cacao), sus valores fueron menores 49, 42, 42 y 35 en los cuatros meses, el índice determina que la calidad del agua es “mala”, evidenciando presencia de contaminantes como se muestra en el grafico 6.

Algo similar se dio en Panamá en el río Mula en el 2012, los valores del índice BMWP para el estudio de las subcuencas del río, oscilaron entre 97, 160, 173 y 104, para las estaciones uno, dos, tres y cuatro, respectivamente, estos valores indican que en la estación número 1 las aguas son ligeramente contaminadas, en la zonas número 2 y 3 las aguas son muy limpias y en la estación 4 aguas limpias (33), de acuerdo con la escala publicada por Roldán (2003) (5), en las estaciones que mostraron mala calidad se debe a la deforestación presente en el lugar. En un estudio realizado en Colombia por Rojas (2003), afirma que la agricultura y los fertilizantes utilizados en la actividad agrícola, contaminan las aguas superficiales debido a su alto nivel de solubilidad, el abuso desmedido en su utilización y su aplicación incorrecta, generando degradación en la calidad del agua y afectación a la vida acuática (41).

La tabla 19, muestra que los valores obtenidos del Índice BMWP-Cr son iguales durante los meses de muestreo entre los sitios de estudio, pero el índice difiere para cada uno de los sitios de estudio mostrando que; el estero “La S” en el mes de noviembre registró una calidad del agua mala ($21 \pm 9,48$) manteniéndose en este nivel de calidad para los siguientes meses de muestreo. Por otra parte, el estero “El Guayabo” en el mes de noviembre registro una calidad de agua mala, muy contaminadas ($16,33 \pm 8,08$), mientras que en los meses de diciembre ($14 \pm 4,35$), enero ($14 \pm 4,35$) y febrero ($11,66 \pm 7,02$) registró una calidad de agua muy mala, extremadamente contaminadas. Por otro lado, el estero “El Limón” registro una calidad de agua buena, no contaminadas alteradas de manera sensible durante todos los meses de muestreo (108).

Tabla 19. Índice BMWP-CR (Anova) (DUNNET/TUKEY EN PRUEBAS DE RANGOS MÚLTIPLES) para los esteros estudiados.

SITIOS	MESES	MUESTRAS	MEDIA	DESVSTA
		28	30,4286	31,08343
El Limón		4	103,5000	3,00000
La S		12	22,5000	5,80752
El Guayabo		12	14,0000	5,54322
	Noviembre	7	31,4286	34,63552
	Diciembre	7	30,0000	32,13513
	Enero	7	31,2857	32,08174
	Febrero	7	29,0000	32,88870
El Limón	Noviembre	1	108,0000	
El Limón	Diciembre	1	102,0000	
El Limón	Enero	1	102,0000	
El Limón	Febrero	1	102,0000	
La S	Noviembre	3	21,0000	9,84886
La S	Diciembre	3	22,0000	2,64575
La S	Enero	3	25,0000	7,81025
La S	Febrero	3	22,0000	2,64575
El Guayabo	Noviembre	3	16,3333	8,08290
El Guayabo	Diciembre	3	14,0000	4,35890
El Guayabo	Enero	3	14,0000	4,35890
El Guayabo	Febrero	3	11,6667	7,02377

Elaborado: Autora

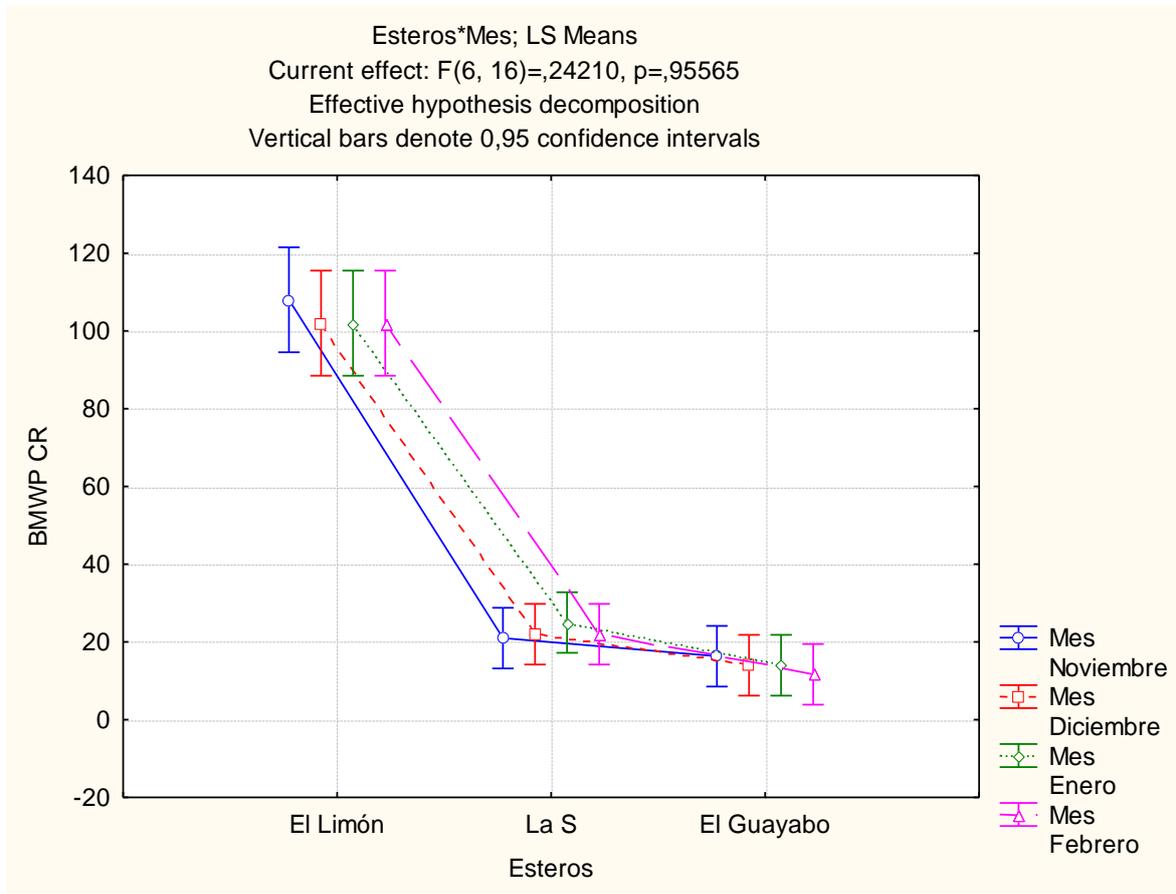
El análisis de varianza (ANOVA) indica que, existen diferencias significativas en la calidad del agua entre los sitios de estudio. Por otro lado, no existen diferencias significativas entre los meses y estero por mes de los sitios de estudio (grafico 7).

Tabla 20. Análisis de varianza ANOVA de la aplicación del índice BMWP-Cr para los tres esteros.

EFECTO	ANOVA – BMWP CR				
	SS	GL	SC	F	p
INTERCEPTO	47040	1	47040	1159,097	0
ESTERO	25350,86	2	12675,43	312,331	0
MES	31,33	3	10,44	0,257	0,854984
ESTERO*MES	58,95	6	9,83	0,242	0,955653
ERROR	649,33	16	40,58		

Elaborado: Autora.

Gráfico 7. ANOVA del índice BMWP-Cr en los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.



Elaborado: Autora.

Existen diferencias significativas entre los esteros estudiados, para la variable Índice BMWP-Cr, difiriendo el estero “El Limón” con 103,5000, del estero “El Guayabo” y “La S” con 14,0000 y 22,5000 respectivamente, los cuales no presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey al 0,05 de probabilidad. De acuerdo al nivel de calidad del agua, la interpretación para el promedio del Índice BMWP-Cr en el estero “El Limón” (103,50) posee aguas de calidad buena, no contaminadas alteradas de manera sensible, a diferencia del estero “El Guayabo” (14,00) el mismo que presentó aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas y “La S” (22,50) agua de calidad mala, muy contaminadas (Tabla 21).

Tabla 21. Aplicación de prueba Tukey del Índice BMWP-Cr para los esteros El Limón, La S y El Guayabo del cantón El Empalme.

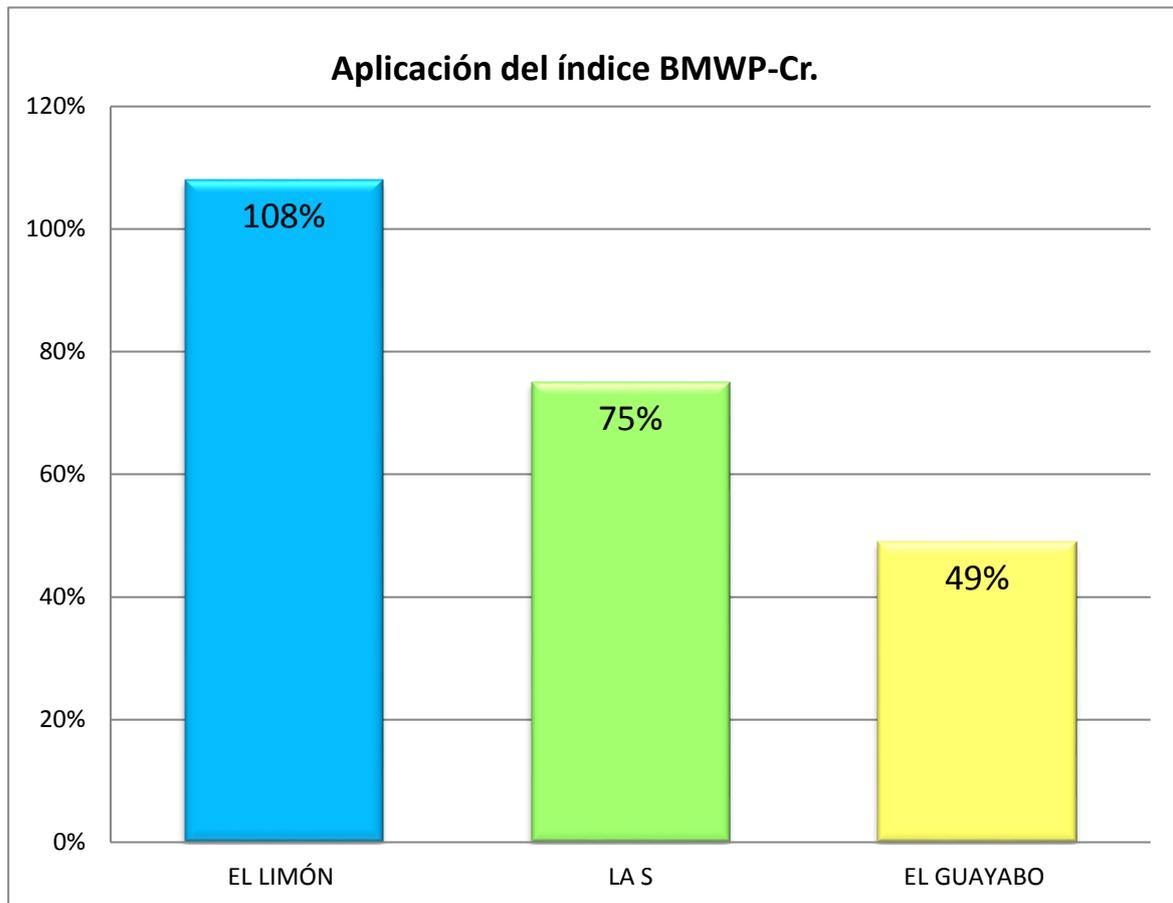
BMWP_CR					
	Esteros	N	Subconjunto		
			1	2	3
HSD Tukey ^{a,b,c}	El Guayabo	12	14,0000		
	La S	12		22,5000	
	El Limón	4			103,5000
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Elaborado: Autora

4.7. Evaluación de la calidad de agua mediante la aplicación del índice biológico BMWP-Cr en función al uso de suelos en los esteros el Limón (Bosque), la S (Palma africana) y el Guayabo (Cacao) del cantón El Empalme

Los resultados adquiridos mediante la aplicación del índice biológico BMWP-Cr, se ven reflejados en el Gráfico 8, tomando en consideración el grado de tolerancia a la contaminación que tienen cierta familia de macroinvertebrados (ver anexo 2), este puntaje oscila entre 1 al 9 en función de las familias, se pudo establecer la calidad del agua de los esteros “El Limón” (Bosque), “La S” (Palma africana) y “El Guayabo” (Cacao) del cantón El Empalme.

Gráfico 8. Aplicación del Índice biológico BMWP-Cr para los esteros “El Limón” (Bosque), “La S” (Palma africana) y “El Guayabo” (Cacao) del cantón El Empalme.



Elaborado: Autora.

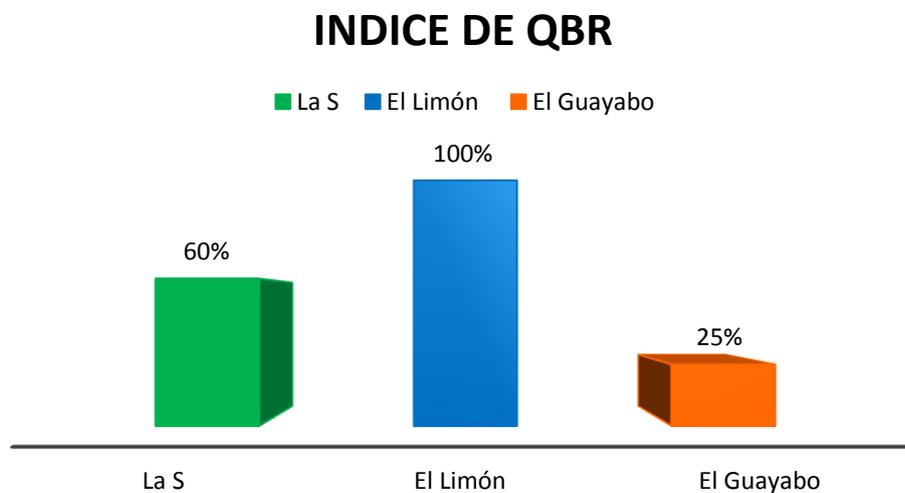
La aplicación BMWP-Cr en el estero “El Limón” presento agua de “buena calidad” dentro de un rango de 101-119, debido que está alejado de fuentes contaminantes y el estero se encuentra rodeado de vegetación. Sin embargo, el estero “La S”, reflejo mediante la ejecución de este índice biológico que su agua es de “calidad regular” presentándose dentro del rango 61-100, este resultado se ve influencia debido a plantación de Palma africana adyacentes a la zona. Por otra parte, el estero “El Guayabo” evidencio contaminación mediante la aplicación del índice determinando que sus aguas son de “mala calidad” el cual se encontraba dentro de un rango de valoración de 36-60, lo cual indica que se encuentran contaminadas, todo esto gracias al cultivo de cacao que se encuentra muy presente en el sitio. La contaminación agrícola es causa tanto directa como indirecta de efectos negativos a la calidad el agua y en la salud humana (39).

La agricultura en la actualidad representa una fracción alta sobre el uso del suelo, sólo los pastos y los cultivos ocupaban el 37% de la superficie de tierras de sembrado del mundo, casi dos terceras partes del agua utilizada por el hombre se consigna a la agricultura (40). En nuestro país la producción de Palma africana y cultivo de cacao ha venido en ascenso, según un estudio realizado en la provincia de Los Ríos por Landívar en el (2011) (32), en esta provincia se refleja el porcentaje más alto de la región de producción de palma aceitera y sus zonas aledañas como lo es El Empalme, el desmedido crecimiento de plantaciones de palma y cultivos de cacao conlleva al deterioro de los recursos naturales como lo son agua y suelo arrastrando varios problemas de contaminación.

4.8. Evaluar la influencia de la zona riparia en la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos en los tres esteros del cantón El Empalme

Se muestran los resultados obtenidos de la aplicación del índice ecológico QBR, tomando en consideración cada uno de los cuatro bloques utilizados para el desarrollo de este índice, los bloques que se toman en cuenta es el Grado de cubierta, Estructura de la vegetación, Calidad de la cubierta y Grado de naturalidad del canal fluvial, realizado en los esteros “El Limón” (Bosque), “La S” (Palma africana) y “El Guayabo” (Cacao) del cantón El Empalme, cuyos valores oscilaron entre un valor mínimo de 25 y un valor máximo de 100.

Gráfico 9. Aplicación del Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR).



Elaborado: Autora

La evaluación de la zona riparia en el estero “El Limón” mostró una puntuación obtenida de 100%, el cual se encuentra dentro del rango de calidad “bueno” siendo el índice $QBR \geq 95$, que lo evalúa como un “*Bosque en estado natural*”, por el inverso, en el estero “El Guayabo” obtuvo un valor de 25%, hallándose dentro del rango de calidad menor del índice $QBR \leq 25$, lo cual permite definir que es una zona con “*Degradación extrema*”. Sin embargo, el estero “La S” tuvo una puntuación tolerable a 60% encontrándose dentro del rango QBR entre 55-70 determinándolo como un sitio con “*Inicio de alteración*” a su estado natural. Algo similar a este estudio se dio en Perú en el 2016, mediante la evaluación ecológica de la microcuenca El Chido y Allpachaca, aplicaron el QBR para los bosques de ribera en las estaciones la cuales estaban ubicadas en partes altas de las quebradas, estas presentaban una calidad “buena”, pero en una zona baja El Chido debido a su relieve en ciertos tramos la vegetación comienza a encontrarse levemente alterada debido al aumento de la ganadería y agricultura en el lugar (42).

En un estudio realizado por Yong (2015), en ríos del bosque protector Murocomba cantón Valencia, los resultados que obtuvo mediante la aplicación del índice QBR fueron similares a los obtenidos en este estudio, en la quebrada el Congo (intervenido) se determinó un puntaje de 30% presentando “mala calidad” debido a la agricultura, en el área de la quebrada la Victoria (bosque natural) mostro un valor de 100% ya que sus riberas se encontraban sin intervención, por otra parte la quebrada la Damita (plantaciones), el índice presento un 60% de la cobertura vegetal, estableciendo que existe un inicio de alteración en el área (19). La importancia de las zonas de ribereñas en la integridad del entorno fluvial y terrestre que lo rodea es fundamental, por lo que determinar su calidad ecológica y ambiental es cada vez más relevante (43).

4.9. Elaborar una propuesta de plan de manejo para la recuperación de los esteros “El Limón”, “La S” y “El Guayabo” del Cantón El Empalme

4.9.1. Introducción

Partiendo desde la problemática del uso de suelo de las zonas ribereñas de los esteros, se procede a la elaboración del plan de manejo para la recuperación de los esteros que se encuentran intervenidos por las actividades agrícolas ya antes mencionadas en el presente trabajo de investigación.

El plan de manejo para la recuperación y mitigación de impactos negativos generados en los esteros por la agricultura, se vuelve una herramienta idónea de gestión que busca solucionar, corregir, mitigar los posibles problemas de contaminación desarrollados en una zona determinada de estudio.

La propuesta del plan se acoge a la política ambiental de la Constitución de la República del Ecuador, normas y derechos del Buen Vivir y a la protección de los recursos naturales como lo establece la ley de gestión ambiental, los cuales exigen el derecho a vivir en un ambiente sano, y ayudan a generar programas que garanticen el cuidado y protección de los ecosistemas.

La importancia de la elaboración de esta propuesta radica en la recuperación y conservación de los esteros “La S” y “El Guayabo” del cantón El Empalme que están siendo estudiados, los cuales presentan intervención por actividades agrícolas que se desarrollan alrededor de cada uno de ellos, evidenciando mediante la aplicación de los índices biológicos y ecológicos la situación actual de los esteros, la utilización de los índices determinan que los esteros y la calidad del agua de los mismos, presentan alteración en su estado ecológico de manera significativa.

4.9.2. Objetivos

4.9.2.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de plan de manejo para la conservación de los esteros “La S” y “El Guayabo” de cantón El Empalme.

4.9.2.2. Objetivo específico

- Identificar los programas que se desarrollaran dentro del plan de manejo para los esteros del cantón El Empalme.
- Establecer las medidas de mitigación de impactos ambientales identificados en los esteros en estudio.
- Difundir la propuesta del plan de manejo para la conservación de los esteros “La S” y “El Guayabo” de cantón El Empalme.

4.4.3. Justificación

Se pretende disminuir el deterioro de los ecosistemas y esteros, generados por las actividades agrícolas mediante la ejecución de prácticas de manejo de uso de suelo, métodos y técnicas para la conservación del hábitat, capacitaciones a los en la zona de estudio que en su mayoría se dedican a la producción agrícola.

Las actividades que se desarrollan en los esteros del cantón El Empalme, han provocado intervenciones en los esteros estudiados, provenientes de acciones agrícolas, deforestación, disposición inadecuada de desechos, falta de vigilancia por parte de las entidades encargadas con respecto al uso de suelo, todo esto sumado al desconocimiento de las leyes ambientales por parte de los agricultores.

4.4.4. Propuesta del plan

Los programas planteados en el plan de manejo se basan en el análisis de los resultados generados de la investigación y están destinados 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 agrícolas.

Tabla 22. Plan de Manejo para la recuperación y conservación de los esteros intervenidos.

PROGRAMAS	MEDIDAS PROPUESTAS	RESPONSABLE	INDICADORES	MEDIDAS DE VERIFICACIÓN	PLAZO (Tiempo)
Programa de reforestación de los esteros “El Guayabo y La S”	Reforestar las áreas degradadas y con suelos pobres para restaurar el componente arbustivo y arbóreo en el ecosistema de cada uno de los esteros.	GAD Municipal del cantón El Empalme. Prefectura de la Provincia del Guayas. Ministerio del Ambiente (MAE).	N° de has reforestadas según la normativa forestal vigente/ N° de has de zonas ribereñas que se deben reforestar.	No. de reuniones con los actores involucrados No. de acuerdos logrados	1 año
	Incluir como mínimo 5 especies nativas en la zona de reforestación.	Prefectura de la Provincia del Guayas. Ministerio del Ambiente (MAE).		No. de visitas al campo No. de especies reforestadas	1 año

Programa de Manejo de Recursos Naturales	Monitoreo de la calidad del agua de los esteros.	GAD Municipal del cantón El Empalme. SENAGUA Ministerio del Ambiente (MAE).	# de biomonitoreo en los esteros en estudio/12 biomonitoreo en el 2018	No. de visitas al campo No. de registros de análisis biológico realizados. Nº de participantes. Registro fotográfico.	1 años
	Implementación de un sistema integral de manejo y disposición final de los residuos agrícolas generados en cada uno de los esteros.	GAD Municipal del cantón El Empalme. MAGAP Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	Sistema integral de Tratamiento de residuos agrícolas en los esteros intervenidos, para el 2018	No. de visitas al campo No. de registros de recolección de los desechos Nº de participantes. Registro fotográfico.	1 años
	Normativa de Prohibición para construcción de presas, represas o embalses en los esteros.	GAD Municipal del cantón El Empalme.	Prohibición de construcción de represas en los esteros.	No. de Acuerdos establecidos. No. de reuniones. No. de actas.	1 año
	Establecer áreas protegidas para los esteros.	GAD Municipal del cantón El Empalme. Ministerio del Ambiente (MAE).	# de áreas de riberas protegidas para los esteros del cantón / # de áreas de riberas intervenidas por actividades agrícolas.	No. de Acuerdos establecidos. No. de visitas al campo No. de mapas generados. Registro fotográfico.	1 años
	Implementar un programa de educación ambiental.	GAD Municipal del cantón El Empalme. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	# estudiantes voluntarios al cuidado de los esteros del El Empalme / # total de estudiantes del cantón.	No. de informes de charlas de capacitación ambiental. Registro de asistencia. Registro fotográfico.	1 año

Programa de desarrollo comunitario y educación ambiental	Capacitar a los agricultores sobre el manejo de suelos adecuado del suelo.	GAD Municipal del cantón El Empalme. MAGAP Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	# de agricultores capacitados del El Empalme / # total de agricultores existentes en el cantón.	No. de informes de charlas de capacitación. Registro de asistencia. Registro fotográfico.	1 año
	Generar campañas de reforestación para toda la población del cantón con la colaboración de instituciones educativas.	GAD Municipal del cantón El Empalme. Instituciones Educativas Locales.	# de campañas ambientales en El Empalme / # total de la población existente.	No. de charlas dictadas. Informe de registro de participantes. Registro fotográfico.	1 años
	Instalar letreros de incentivo para la conservación de la biodiversidad.	GAD Municipal del cantón El Empalme. Instituciones Educativas Locales.	# de letreros establecidos en los esteros del cantón /# total de esteros existentes en El Empalme.	Nº de letreros colocados	1 año
	Capacitación sobre métodos de producción agrícola más efectivos y menos perjudiciales para el ambiente.	Prefectura de la Provincia del Guayas. GAD Municipal del cantón El Empalme. MAGAP Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	# de agricultores capacitados del El Empalme/# total de agricultores existentes en el cantón.	No. de informes de charlas de capacitación. Registro de asistencia. Registro fotográfico.	1 años

Elaborado: Autora.

4.4.5. Difusión de la propuesta de plan de manejos

Mediante este estudio de calidad de agua se evidencio que el estero “La S y El Guayabo” reflejaron signos de alteración a su estado natural por actividades agrícolas, en la investigación se propone aplicar un plan de manejo de recuperación y conservación para los esteros que se encuentran intervenidos en el cantón El Empalme, en el caso del “Limón” el plan estaría direccionado a la conservación ya que no se encuentra intervenido, el mismo que contara con un Programa de Reforestación, Programa de Manejo de Recursos Naturales y Programa de educación ambiental, todo esto con el objetivo de mejorar la calidad de los ecosistemas.

Para la preservación y conservación de los recursos naturales de los esteros del cantón El Empalme, se necesita de la participación de varios actores sociales. Se comprende actores a las organizaciones ya sean públicas, privadas o personas naturales, con el objetivo de llevar a cabo lo planteado en el Plan de Manejo.

Involucrados

- Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón El Empalme
- Ministerio del Ambiente (MAE)
- Ministerios de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP)
- Universidad Técnica Estatal de Quevedo
- Unidades Educativas locales.

Medios de difusión

La estrategia de la comunicación y difusión encierra tanto la propagación y comunicación a los beneficiarios directos como a los grupos de receptores indirectos, se plantean herramientas de comunicación a continuación:

- Seminarios de difusión
- Anuncio por medios de comunicación locales (radio y televisión)
- Anuncio en sitios web
- Talleres comunitarios
- Folletos divulgativos
- Trípticos

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos mejor estudiados son las órdenes de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, reconocidos en cuanto a su taxonomía y ecología como bioindicadores de la calidad del agua (44). En el presente trabajo se evaluó la calidad del agua de tres esteros ubicados en el cantón El Empalme, mediante la aplicación de índice biológico BMWP-Cr, se pudo determinar con la ayuda de 1118 macroinvertebrados acuáticos en su totalidad, entre las ordenes que contribuyeron con la evaluación, está la orden Ephemeroptera familia *Baetidae* y *Leptophlebiidae*; seguido del orden Trichoptera correspondiente a la familia *Philopotamidae*.

La calidad del agua del estero “El Limón” se determinó mediante la aplicación del índice biológico BMWP-Cr , el mismo que dio como resultado que el agua de este estero es de “buena calidad”, durante los cuatro meses de estudio correspondientes a noviembre, diciembre, enero y febrero se halló un total 686 individuos, representando un 61% del total de macroinvertebrados identificados en todo el estudio, la aplicación del índice ecológico QBR el estero “El Limón” dio como resultado 100% lo que demuestra que el sitio se encuentra sin alteración a su estado natural.

En el estero “La S” se realizó la recolección de macroinvertebrados durante cuatros meses obteniendo un total de 300 individuos de macroinvertebrados, que corresponde al 26% del total de la muestra, a partir de estos datos se obtuvo el valor del índice BMWP-Cr que dio como resultado que la calidad del agua del estero es “regular”. La aplicación del índice de bosque de ribera identificó que el sitio presenta alteraciones en su cubierta vegetal debido a plantaciones de Palma Africana lo que podría estar afectando a la calidad del agua de este lugar.

Por otra parte, el estero “El Guayabo” evidencio mediante la aplicación del índice que su agua es de “mala calidad”, durante los cuatros meses de monitoreo se obtuvo un total de 132 individuos, representando una fracción pequeña del 11% del total de la muestra. La aplicación de QBR también mostro resultados negativos en cuento a la evaluación de la cubierta vegetal, sus zonas ribereñas se ven deforestadas debido al cultivo de Cacao el mismo que estaría afectando seriamente a la calidad del agua.

Los índices ecológicos aplicados en este proyecto de investigación como Simpson, Shannon y Margalef, contribuyeron con información, se pudo determinar la abundancia, riqueza y distribución de los macroinvertebrados, dando como resultados que existen diferencias significativas en cada uno de los sitios evaluados, el estero “El Limón” mostro el mayor número de abundancia de individuos con un total de 686 individuos a diferencia del estero “La S” con 300 individuos y “El Guayabo” con 132 durante los cuatro meses de estudio, dando un total de 1118 macroinvertebrados identificados, esto se debe a que el estero el “Limón” se encuentra en buen estado ecológico sin signos de alteración antrópica, mientras tanto Jaccard, agrupo a “La S y El Guayabo” en función de la similitud que presentan estos esteros mencionados, determinando por un bajo nivel de riqueza, diversidad y dominancia.

La aplicación del índice de bosque de ribera QBR, determino que el estero el Limón se encuentra sin alteraciones dándole una puntuación de “calidad buena” en cobertura vegetal, para los esteros La S y El Guayabo se presentó un notable deterioro de la cubierta vegetal y deforestación gracias a la ocupación del suelo para la agricultura, esto contribuyó a que el índice reflejara mala calidad de las zonas ribereñas en estos dos esteros que se encuentran intervenidos por actividades agrícolas.

En la investigación se propone implementar un plan de manejo para la recuperación y conservación de los esteros evaluados “La S, El Guayabo y El Limón”, con el objetivo de mejorar la calidad de los ecosistemas existentes intervenidos.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda a la autoridad Municipal del Empalme la ejecución de manera inmediata del Plan de Manejo para la prevención y conservación de los ríos y esteros del cantón.
- Se incluya a instituciones educativas y gubernamentales tales como la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, el Ministerio del Ambiente y el MAGAP, con el objetivo de que se creen grupos de participativos y contribuyan a la conservación y restauración de los ecosistemas que se encuentren afectados dentro del cantón El Empalme.
- Se recomienda capacitar a los diferentes grupos de asociaciones de agricultores del cantón El Empalme, en cuanto a la utilización sustentable de fertilizantes y plaguicidas.
- Se recomienda implementar barreras de protección en los distintos esteros y ríos del cantón, de esta manera tratar de disminuir la ocupación del suelo de bosque de riberas de los distintos esteros del cantón con el objetivo de reducir la contaminación del agua.
- Capacitar a la población en general del cantón El Empalme en cuanto a temas de conservación de las fuentes hídricas, uso sustentable del suelo y deforestación.
- Con la ayuda de instituciones educativa del cantón se recomienda implementar programas de reforestación para las áreas que se encuentren afectadas y deforestadas y así contribuir con la conservación de los ecosistemas.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Unesco. Agua para Todos, Agua para la vida. Publicación Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hidricos En El Mundo. 2003.
2. Maria Meza Jrdl, Walteros J. Water Quality And Composition Of Aquatic Macroinvertebrates in the Subwatershed Of River Chinchiná. Publicación Caldasia. 2012;; P. 444-445.
3. M.T. B. Rapid Bioassessment Protocols For Use In Strems And Wadeable River: Periphyton, Bethic Macroinvertebrates and Fish. Publicación Environmental Ptrotection Agency (Epa). 1999; Ii.
4. Tercedor A. Macroienvertebrados Acuáticos y Calidad de las Aguas de los Rios.. Publicaión Del Iv Simposio De Agua En Andalucia. 1996;; P. 202-2013.
5. Roldan G. Bioindicaión de la Calidad del Agua en Colombia. I Ed. Medellín; 2003.
6. Merritt , Cummins. Introduction to the Aquatic Insects Of North America. Iii Ed.: Kendall; 1996.
7. Herbas , Rivero. Indicadores Bilógicos de la Calidad del Agua. Tesis. Cochabamba : Universidad Mayor de San Simón ; 2006.
8. Armijo J. Influencia de la Cobertura Vegetal Ribereña sobre los Macroinvertebrados Acuaticos y La Calidad Hídric de los Ríos del Bosque Protector Morocumba en la Estacion Lluviosa. Tesis. Quevedo: Univercidada Técnica Estatal de Quevedo; 2015.
9. Cárdenas. Biodiversidad de Macroinvertebrados Acuáticos y la Calidad del Agua en la Subcuenca de los Rós Bul Bul y Paiwas. Nicaragua; 2007.
10. Valverde. Ecología y Medio Ambiente. I Ed. México: Pearson Education; 2005.
11. Primack. Introducción a la Biología de la Conservación.. Primera Ed. Barcelona: Publicación de Ariel Ciencia.; 2002.

12. Izquierdo S, Yustos. Río Jarama Madrid: Publicación Catarata; 1998.
13. Capó. Principios de Ecotoxicología. Diagnóstico, Tratamientos y Gestión del Medio Ambiente. : Publicaciones Tebar; 2007.
14. Carrera , Fierro. Los Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores de la Calidad del Agua. Primera Ed. Ecuador: Publicaciones Ecocencia; 2001.
15. Vidal. Ecología de las Aguas Continentales. Limnología. Tercera Ed. España: Publicaciones De La Universidad De Murcia.; 1994.
16. Castellón. Evaluación Rápida de la Calidad del Agua Utilizando Macroinvertebrados Acuáticos. Tesis. Honduras: Universidad De Tegucigapa; 2013.
17. Rosas, Alvia. Índice Bmwp, Ibf y Etp para la Terminarla Calidad del Agua. Publicaciones Iberamericana de Ciencia. 2014.
18. Palma , Figueroa. Evaluación de Riberas y Hábitat Fluvial a través del Índice Qbr. Tesis. Chile: Universidad Católica De Chile.; 2009.
19. Yong. Influencia de la Cobertura Vegetal Ribereña sobre los Macroinvertebrados Acuáticos y la Calidad Hídrica en Ríos del Bosque Protector Morocumba. Tesis. Quevedo: Universidad Técnicas Estatal De Quevedo; 2015.
20. Guerrero N. Evaluación del uso de Suelo y su Influencia Actual en la Calidad del Agua de la Microcuenca "El Sapanal". Tesis Magistral. Argentina: Universidad Nacional de la Plata; 2016.
21. Arroyo C. Evaluación de la Calidad de Agua de las Fuentes Hidrográficas del Bosque Protector Río Guajalito (Bprg) A través de la Utilización de Macroinvertebrados Acuáticos. Tesis. Quito: Universidad San Francisco De Quito; 2007.
22. Leonardo Fernández Jr, Arriega A. La Calidad de la Vegetación Ribereña Del Río Maullín Utilizando El Índice Ecológico Qbr. Gayana-Botánica. 2009.

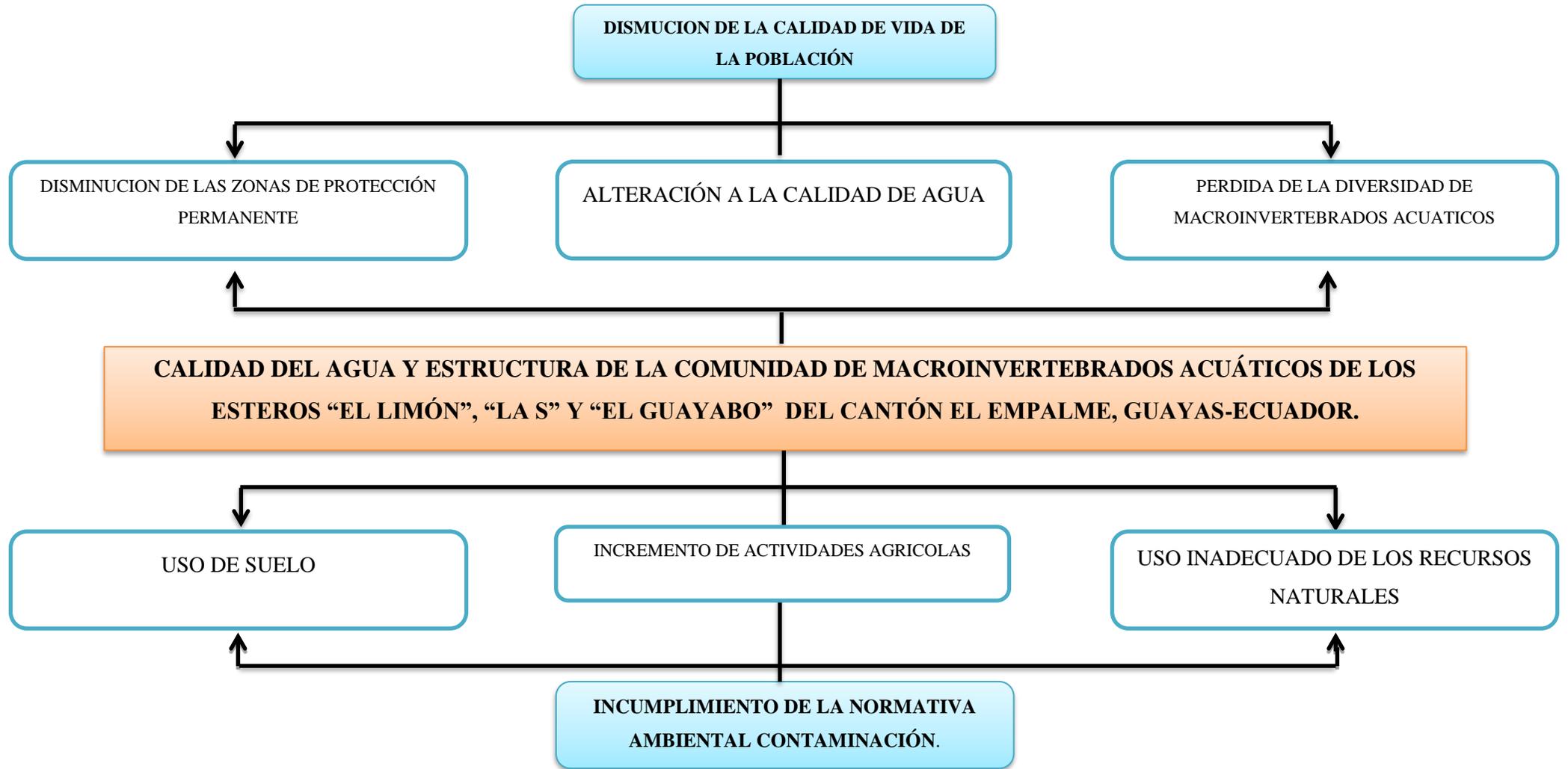
23. Cesar Medina Mhwp, Aguilar R. Índice Biológico Bmwp Modificado y Adaptado A Tres Microcuencas Del Alto Chicama. Sciéndo. 2010.
24. Pdyot. Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Teritorial. Publicación En Pagina Web Del Empalme. 2015.
25. Guerrero N. Inventario de las Comunidades Acuáticas de Macroinvertebrados en Tres Esteros Pequeños de la Zona de Quevedo y la Aplicación de Protocolo de Biomonitorio. Tesis. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo , Ciencias Ambientales; 2010.
26. Navarro. Abundancia Relativa y Distribución de los Indicis de las Especies de Mamíferos Medianos. Tesis. Colombia: Universidad Javeriana, Facultad De Ciencias; 2015.
27. Garcia. Aportaciones sobre las Distribuciones del Basto Roto y de Pielou. Tesis. Universidad de Salamanca, Departamento de Estadística; 2014.
28. Rosa, Alvia. Índice Bmwp, Fbi y Ept para Determinar la Calidad del Agua.. Publicado En Iberoamericana de Ciencias. México. 2014.
29. Guerrero N. Influencia de la Actividad Bananera, En la Calidad del Agua del Estero Cauje y Propuesta del Plan de Manejo, en el cantón Valencia. Tesis. Quevedo: Universidad Técnica Estatal De Queved, Facultad De Ciencias Ambientales; 2015.
30. Harper Dat. Past: Paleontological Statistics Software Package For. Palaeontologia Electronica. 2001 Mayo.
31. Carrillo Fm&M. Avances del Monitoreo de Presencia de Cadmio En Almendras De. Congreso Ecuatoriano de la Ciencia Del Suelo. 2010 Noviembre.
32. Yela Nlg–Gjl–Mm. African Palm in los Rios Province Of Ecuador. Utopia. 2011 Octubre.

33. V. Jabv&Hmc. Diversidad, Distribución de los Insectos Acuáticos y Calidad del Agua de la Subcuenca Alta y Media del Río Mula, Chiriquí, Panamá. Panamá: Universidad Autónoma De Chiriquí; 2012.
34. Verdi Emya. Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos en Cursos de Agua Dulce con Vegetación Ribereña Nativa de Uruguay. Revista Mexicana de Biodiversidad. 2014.
35. Rios Jg&T. Diversidad y Abundacion de Macroinvertebrados Acuaticos En El Rio Gariché. Panamá. Gestión y Ambiente. 2013 Junio.
36. Jaramillo Ca. Evaluación de la Calidad de Agua de las Fuentes Hidrográficas del Bosque Protector Río Guajalito (Bprg) A Través de la Utilización Demacroinvertebrados Acuáticos, Pichincha, Ecuador. Tesis. Quito: Universidad San Francisco De Quito; 2007.
37. Zulma R. Los Macroinvetebrados Como Indicadores De La Calidad Del Agua.. In Zulma R.. Boyacá; 2003. P. 30-41.
38. Torres Dcgyro. Comunidades De Macroinvertebrados Acuáticos en Quebradas de la Isla De Providencia, Mar Caribe Colombiano. Revista Intropica. 2014.
39. Fao. Contaminación Agrícola De Los Recursos Hídricos. Departamento De Desarrollo Sostenible. 2010.
40. Fao. Agricultura Mundial: Hacia Los Años 2015/2030. Oganizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura. 2015.
41. Rojas F. Guia Ambiental Para El Cultivo De Cacao. Federación Nacional De Cacaoteros, Ministerio De Agricultura; 2013.
42. Torres Oagjrym&Rsl. Evaluación de la Calidad Ecológica del Agua en la Microcuenca El Chido e Intermicrocuenca Allpachaca -. 2016.
43. Posada Mip. Análisis De Calidad Del Retiro Ribereño Para Diseño De Estrategias De Restauración Ecológica En El Río La Miel, Caldas, Colombia. Eia. 2015; Xii(23).

44. Pérez Gr. Los Macroinvertebrados como Bioindicadores de la Calidad del Agua: Cuatro Décadas de Desarrollo en Colombia y Latinoamérica. Academia Colombiana De Las Ciencias Exactas. 2016.
45. Carrera T , M. E. Evaluación del Agua Subterránea En Puntos De Captura Y Consumo En Cinco Municipios Del Captura y Consumo En Cinco Municipios Del Oriente De Honduras. Honduras: Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana; 2013.
46. Gobierno Autónomo Descentralizado de Los Ríos. : [Http://Www.Los-Rios.Gob.Ec/](http://www.Los-Rios.Gob.Ec/); 2016.
47. Ministerio del Ambiente. Acuerdo Ministerial 097 A Anexo 1 Del Libro Vi Del Texto Unificado de Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua.
48. Senplades (Secretaria Nacional De Planificación y Desarrollo). Agua Potable y Alcantarillado para Erradicar la Pobreza en el Ecuador. Publicación. Quito-Ecuador: Banco Del Estado; 2014.
49. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Agua Potable, Diversidad Biológica y Desarrollo: Guías De Buenas Prácticas. Montreal-Canadá: Pnuma; 2010.
50. Carbajal Á, González M. Propiedades y Funciones Biológicas del Agua. In Toxqui Vy. Agua para la Salud, Pasado, Presente y Futuro. Madrid-España: Universidad Complutense De Madrid; 2012. P. 63.
51. Cárdenas D, Patiño F. Estudios y Diseños Definitivos del Sistema de Agua Potable de la Comunidad De Tutucán, Cantón Paute, Provincia del Azuay. Tesis de Grado. Cuenca-Ecuador: Universidad De Cuenca, Escuela De Ingeniería Civil; 2010.

ANEXOS

Anexo 1. Árbol del Problema



Elaborado: Autora.

Anexo 2. Puntaje que se le asignó a cada familia de macroinvertebrados de acuerdo a la BMWP-Cr.

PUNTAJE	FAMILIAS
1	Syrphidae, Oligochaeta
2	Culicidae, Chironomidae, Muscidae
3	Hydrophilidae Psychodidae Valvatidae; Hidrobiidae; Lymnaeidae; Physidae; Planorbidae Bithyniidae; Bythinellidae; SphaeriidaeHirudea; Glossiphonidae; Hirudidae; Erpobdellidae Asellidae
4	Chrysomelidae; Curculionidae; Haliplidae; Lampyridae; Staphylinidae; Dytiscidae; Gyrinidae; Scirtidae; NoteridaeDixidae; Simulidae; Tipulidae; Dolichopodidae; Empididae; Muscidae; Sciomyzidae; Cerapogonidae; Stratiomyidae; Tabanidae Belostomatidae; Corixidae; Naucoridae; Pleidae; Nepidae; Notonectidae; Calopterygidae; Coenagrionidae Caenidae Hidracarina
5	Pyralidae Hidropsychidae; Helicopsychidae Dryopidae; Hydraenidae; Elmidae; Limnichidae Leptohyphidae; Oligoneuriidae; Polymitarcyidae; Baetidae Crustacea Turbellaria
6	Libellulidae Corydalidae Hydroptilidae; Polycentropodidae; Xiphocentronidae Euthyplociidae; Isonychidae
7	Ptilodactylidae; Psephenidae; LutrochidaeGomphidae; Leslidae; Megapodagrionidae; Protoneuridae; Platystictidae; Philopotamidae; Talitridae; Gammaridae
8	Leptophlebiidae; Cordulegastridae; Corduliidae; Aeshnidae; Perilestidae Limnephilidae; Calamoceratidae; Leptoceridae; Glossosomatidae; Blaberidae
9	Polythoridae; Blephariceridae; Athericidae; Heptageniidae Perlidae Lepidostomatidae; Odontoceridae; Hydrobiosidae; Ecnomidae

Fuente: (20).

Anexo 3. Clasificación de la calidad del agua en función del puntaje total obtenido aplicando 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 Claro
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: (20).

Anexo 4. Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad - ÍNDICE BMWP-CR						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
BMWP_CR	,355	28	,000	,618	28	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Elaborado: Autora.

Anexo 5. Aplicación del índice BMWP-Cr el estero El Limón, La S y El Guayabo para los cuatro meses de monitoreo.

ORDEN	FAMILIAS	PUNTOS DE MUESTREOS																											
		PUNTO 1				PUNTO 2												PUNTO 3											
		El Limón (Bosque)				La "S" (Palma africana)												El Guayabo (Cacao)											
		A				A				B				C				A				B				C			
N	D	E	F	N	D	E	F	N	D	E	F	N	D	E	F	N	D	E	F	N	D	E	F	N	D	E	F		
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	8	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Helicopsychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Calamoceratidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydropsychidae	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydrobiosidae	9	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Glossosomatidae	8	8	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Odontoceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polycentropodidae	6	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
	Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	philopotamidae	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COLEOPTERA	Ptilodactylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elmidae	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Limnycidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lutrochidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dryopidae	5	5	5	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5
	Staphylinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	scirtidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Psephenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	hydrochidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0	0	0	0	8	8	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0
	Baetidae	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5	0	0	0
	Oligoneuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tricorythidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Euthyplociidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polymitarcyidae	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLECOPTERA	Leptophyidae	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Perlidae	9	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HEMIPTERA	Gerridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	7	7	7	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0
	Naucoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hebridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hidrometridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEGALOPTERA	velidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corydalidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ODONATA	Polythoridae	9	9	9	9	0	0	9	0	0	0	0	0	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Calopterygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Coenagrionidae	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	4	0	0	0
DIPTERA	Libellulidae	6	6	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	6
	Muscidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tipulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chironomidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ceratopogonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Thaumaleidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Simuliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Blepharoceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dixidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sarcophagidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLOSIPTERIFORMES	Dolichopodidae	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Empididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Stratiomyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Glossiphoniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	108	102	102	102	32	25	34	25	18	20	20	20	13	21	21	21	25	19	19	19	15	12	12	12	5	9	11	11	

Elaborado: Autora.