



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

INGENIERÍA EN GESTION AMBIENTAL

Proyecto de Investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniera en Gestión Ambiental

Perfil del Proyecto de Investigación:

“COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y CALIDAD
HÍDRICA EN EL RIO QUEVEDO, ECUADOR”

Autor:

Barragán Vargas Jhon Javier

Docente Auspiciante:

Ing. Norma Guerrero Chuez, MSc.

**Quevedo-Los Ríos- Ecuador
2018**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Jhon Javier Barragán Vargas, declaro que la investigación descrita aquí 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 correspondiente a este documento, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Jhon Javier Barragán Vargas
C.C. 120733378-0

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita, Ing. Norma Guerrero Chuez, MSc, docente de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante Jhon Javier Barragán Vargas, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y CALIDAD HÍDRICA EN EL RÍO QUEVEDO, ECUADOR”, previo a la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental, bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Norma Guerrero Chuez, MSc.
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

Yo, Norma Guerrero Chuez. M.Sc., en calidad de Directora del Proyecto de Investigación: “COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y CALIDAD HÍDRICA EN EL RÍO QUEVEDO, ECUADOR”; me permito manifestar a usted y por su intermedio al Consejo Directivo lo siguiente: Que, la Sr. Jhon Javier Barragán Vargas, egresada de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental, ha cumplido con las correcciones pertinentes, de acuerdo al reglamento de Graduación de Pregrado de la UTEQ, e ingresado el Proyecto de Investigación al sistema URKUND, tengo bien certificar que el mismo refleja un porcentaje del 9 %.

Ing. Norma Guerrero Chuez, MSc.
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Comunidades de macroinvertebrados acuáticos y calidad hídrica en el Río Quevedo, 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, Msc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Blgo. Juan Pablo Urdánigo

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Ángel Yépez

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2018

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por darme salud, valor y fuerza para culminar esta etapa tan importante en mi vida como es la obtención de mi título universitario.

A mi familia por ser ese pilar fundamental y pujanza para lograr mi objetivo de realizar mi trabajo de investigación.

A la universidad por abrirme sus puertas a la facultad de Ciencias Ambientales, en lo personal a la Ing. Mariela Díaz, por los grandes consejos y esa gran amistad que se mantuvo a lo largo y final de esta vida como estudiante.

Agradezco de manera tan sincera a la Ing. Norma Guerrero MSc., por aceptar y ser mi directora del presente proyecto de investigación.

DEDICATORIA

Mi investigación lo dedico con todo mi aprecio a mi gran familia por su sacrificio y esfuerzo a largo de mi vida como estudiante, por darme los estudios para mi futuro y por creer en mi capacidad, aunque en momentos difíciles siempre me han brindado ese cariño y comprensión. A mis padres por ese ejemplo a seguir por darme esas palabras de aliento que no han dejado que dé caiga y seguir adelante y ser perseverante en todo lo que me proponga en mi vida.

Jhon Javier Barragán Vargas

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente proyecto de investigación se evaluó la calidad hídrica del río Quevedo, tomando como bioindicadores Macroinvertebrados Acuáticos (MA) y a su vez, se determinó los niveles de calidad del agua. La importancia de la investigación radica en establecer la composición de macroinvertebrados bentónicos y evaluar del grado actual de afectación ecológica en que se encuentra el río Quevedo, mediante el estudio de comunidades de macroinvertebrados acuáticos en tres tramos: Palo Blanco, Holandesa-Camarones y San Francisco, y la incidencia de los tipos de uso suelo Agrícola, Bosque y Pastizal (respectivamente), de acuerdo a la degradación de los efluentes.

Los macroinvertebrados acuáticos en los diferentes tramos del río camarones Quevedo, se obtuvo un total de 918 macroinvertebrados entre 36 géneros y 6 órdenes, en donde se evidenció la mayor cantidad de MA en Bosque con un 39% del total de la población, seguido de Pastizal con un 32%, y finalmente con un 29% Agrícola. Se determinó la calidad del hábitat fluvial y el estado de vegetación de la ribera del río Quevedo, mediante la aplicación del índice del hábitat fluvial (IHF) y el índice de calidad de bosque de ribera (QBR), cuyos resultados promedios para el índice Índice QBR variaron de Pésima (Agrícola), Intermedia (Bosque) y Mala (Pastizal). Mientras que el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) indicó para en el uso de suelo Agrícola una calificación de Mala, Bosque Moderada, y Pastizal Deficiente. Mientras que el índice biológico BMWP-CR que evalúa la calidad del agua, determinó que en del río Quevedo (en los 3 tramos) la calidad de agua Mala. Respecto a los índices de diversidad, riqueza, dominancia de Shannon, Margalef y Simpson, basados en el uso de suelo, determinaron que Bosque fue el uso de suelo predominante dado a que obtuvo mayor riqueza entre los índices obteniendo valores superiores a diferencia de Agrícola y Pastizal.

Palabras claves: Macroinvertebrados Acuáticos, Usos de Suelo, Índices de calidad, Actividades Antropogénicas.

ABSTRACT

In the present research project, the water quality of the Quevedo River was evaluated, taking as aquatic macro-invertebrate bioindicators (MA) and in turn, it was determined the quality levels of the waters. The importance of research is to establish the composition of benthic macro-invertebrates and to evaluate the current degree of ecological impact in which the Quevedo River is located, through the study of aquatic macro-invertebrate communities in three Sections: Palo Blanco, Holandesa-Camarones y San Francisco, And the incidence of the types of use agricultural land, forest and pasture (respectively), according to the degradation of the effluents.

The aquatic macro-invertebrates in the different sections of the river Camarones Quevedo, a total of 918 macro-invertebrates were obtained between 36 genera and 6 orders, where the greater quantity of MA in forest was evidenced with 39% of the total population, followed by pasture With a 32%, and finally with a 29% agricultural. The quality of the fluvial habitat and the vegetation status of the banks of the river Quevedo were determined by the application of the Fluvial Habitat Index (IHF) and the Calid index

While the biological index BMWP-CR which evaluates the quality of water, determined that in the river Quevedo (in the 3 sections) the quality of bad water. With respect to the indices of diversity, wealth, dominance of Shannon, Margalef and Simpson, based on the use of soil, determined that forest was the use of predominant soil given that it obtained greater richness between the indexes obtaining higher values as opposed to Agriculture and pasture.

Keywords: Aquatic macro-invertebrates, land uses, quality indexes, anthropogenic activities.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
Certificado de Aprobación por tribunas de sustentación.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO	viii
ABSTRACT	x
TABLA DE CONTENIDO	xi
Contenido	xi
CÓDIGO DUBLIN	xvi
INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1 Problema de investigación.....	4
1.1.1 Problematización	4
1.1.1.1 Diagnóstico.....	4
1.1.1.2 Pronóstico	5
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.....	6
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	9
2.1.1 Usos de suelo.....	9
2.1.2 Calidad de agua	9
2.1.2.1 Parámetros indicadores de la calidad del agua	9

2.1.2.1.1	Sólidos	9
2.1.2.1.2	Temperatura	10
2.1.2.1.3	pH.....	10
2.1.2.1.4	Conductividad Eléctrica.....	10
2.1.2.1.5	Oxígeno disuelto	11
2.1.3	Ecosistemas acuáticos	11
2.1.4	Macroinvertebrados acuáticos.....	11
2.1.5	Índices bióticos.....	11
2.1.6	Macroinvertebrados acuáticos.....	12
2.1.7	Índice BMWP-CR.....	12
2.1.8	Ecosistemas de ribera	13
2.1.9	Índice de calidad de bosque riberas (QBR).....	13
2.1.10	Calidad del hábitat fluvial	13
2.1.11	Índice del hábitat fluvial (IHF).....	14
2.2	MARCO REFERENCIAL	14
CAPITULO III		17
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....		17
3.1	Localización.....	18
3.2	Tipo de Investigación.....	19
3.3	Métodos de la Investigación	19
3.4	Fuentes de recopilación de información.....	19
3.5	Diseño de la investigación.....	20
3.5.1	Establecimiento de la organización de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos de acuerdo con su composición, abundancia, diversidad y riqueza en el río Quevedo, Provincia de los Ríos.....	20
3.5.1.1	Método para la recolección de muestras.....	21
3.5.1.2	Organización de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en base a su composición, abundancia, diversidad y riqueza en el río Quevedo.....	24
3.5.1.2.1	Índice de Margalef	24
3.5.1.2.2	Diversidad de Shannon- Weaver	24
3.5.1.2.3	Dominancia de Simpson	25
3.5.2	Determinación de la calidad del hábitat fluvial y el estado de vegetación de la ribera del río Quevedo, mediante la aplicación del Índice del Hábitat Fluvial (HIF) y el Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR).....	25
3.5.2.1	Índice del hábitat fluvial (HIF).....	25

3.5.2.2	Índice de calidad de bosque de ribera (QBR).....	26
3.5.3	Establecimiento de la relación de las variables fisicoquímicas con las comunidades de macroinvertebrados acuáticos.....	26
3.5.4	Determinación del efecto del uso del suelo, sobre la calidad del agua del río Quevedo mediante la aplicación del índice BMWP-CR.....	27
3.6	Instrumentos de investigación.....	27
3.7	Tratamiento de datos.....	27
3.8	Recursos humanos y materiales.....	28
CAPITULO IV.....		29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		29
4.1	RESULTADOS.....	30
4.1.1	Establecimiento de la organización de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos de acuerdo con su composición, abundancia, diversidad y riqueza en el río Quevedo, Provincia de los Ríos.....	30
4.1.1.1	Similitud de géneros por sustratos mediante el índice Jaccard.....	33
4.1.2	Determinación de la calidad del hábitat fluvial y el estado de vegetación de la ribera del río Quevedo, mediante la aplicación del índice del hábitat fluvial (IHF) y el índice de calidad de bosque de ribera (QBR).....	38
4.1.2.1	Índice del hábitat fluvial (IHF).....	38
4.1.2.2	Índice de calidad de Bosque de Ribera (QBR).....	39
4.1.3	Establecimiento de la relación de las variables fisicoquímicas con las comunidades de macroinvertebrados acuáticos.....	39
4.1.3.1	Parámetros fisicoquímicos por uso de suelo.....	39
4.1.3.2	Análisis Canónico.....	41
4.1.4	Determinación del efecto del uso del suelo, sobre la calidad hídrica del río Quevedo aplicando el índice BMWP-Cr.....	43
4.1	DISCUSIÓN.....	46
CAPÍTULO V.....		50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		50
5.1	Conclusiones.....	51
5.2	Recomendaciones.....	53
CAPÍTULO VI.....		54
BIBLIOGRAFÍA.....		54
CAPÍTULO VII.....		58
ANEXOS.....		58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características Edafoclimáticas del Cantón Quevedo	17
Tabla 2	Principales actividades antropogénicas.	19
Tabla 3	Ubicación y características de los puntos de recolección de muestras.	21
Tabla 4	Rango del IHF	23
Tabla 5	Niveles de calidad del Índice de bosque de ribera (QBR)	24
Tabla 6	Niveles de calidad Índice BMWP-CR	25
Tabla 7	Materiales	26
Tabla 8	Abundancia de macroinvertebrados acuáticos en los distintos usos de suelo del río Quevedo	29
Tabla 9	Promedio del cálculo de los índices de diversidad, riqueza, dominancia de Shannon, Margalef y Simpson.	31
Tabla 10	Macroinvertebrados por sustratos y microhábitat en el uso de suelo (agrícola) en el río Quevedo.	33
Tabla 11	Macroinvertebrados por sustratos y microhábitat en el uso de suelo (Bosque) en el río Quevedo.	34
Tabla 12	Macroinvertebrados por sustratos y microhábitat en el uso de suelo (Pastizal) en el río Quevedo.	35
Tabla 13	Análisis fisicoquímicos respecto al uso de suelo.	38
Tabla 14	Códigos otorgados a los géneros de macroinvertebrados acuáticos identificados a nivel de laboratorio	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Mapa del área de estudio	17
Gráfico 2	Puntos de recolección de muestras	20
Gráfico 3	Clúster de similitud de sustratos de Jaccard.	32
Gráfico 4	Determinación del Índice del habita fluvial (IHF)	36
Gráfico 5	Determinación del Índice de calidad de ribera (QBR)	37
Gráfico 6	Análisis Canónica De Correspondencia	40
Gráfico 7	Cálculo del índice BMWP-Cr	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Presencia y ausencia de macroinvertebrados acuáticos en los distintos usos de suelo del río Quevedo.	55
Anexo 2	Cálculo de los índices de diversidad, riqueza, dominancia de Shannon , Margalef y Simpson.	56
Anexo 3	Memoria Fotográfica	57
Anexo 4	Especies de MA identificados a nivel de laboratorio	58

CÓDIGO DUBLIN

Título	“Comunidades de macroinvertebrados acuáticos y calidad hídrica en el Río Quevedo, Ecuador”			
Autor	<u>Barragán Vargas Jhon Javier</u>			
Palabras clave	Índices de calidad	Macroinvertebrados	Usos de Suelo	Actividades Antropogénicas
Fecha de publicación				
Editorial	UTEQ			
Resumen	<p>En el presente proyecto de investigación se evaluó la calidad hídrica del río Quevedo, tomando como bioindicadores Macroinvertebrados Acuáticos (MA) y a su vez, se determinó los niveles de calidad del agua. La importancia de la investigación radica en establecer la composición de macroinvertebrados bentónicos y evaluar del grado actual de afectación ecológica en que se encuentra el río Quevedo, mediante el estudio de comunidades de macroinvertebrados acuáticos en tres tramos: Palo Blanco, Holandesa-Camarones y San Francisco, y la incidencia de los tipos de uso suelo Agrícola, Bosque y Pastizal (respectivamente), de acuerdo a la degradación de los efluentes.</p> <p>Los macroinvertebrados acuáticos en los diferentes tramos del río camarones Quevedo, se obtuvo un total de 918 macroinvertebrados entre 36 géneros y 6 órdenes, en donde se evidenció la mayor cantidad de MA en Bosque con un 39% del total de la población, seguido de Pastizal con un 32%, y finalmente con un 29% Agrícola. Se determinó la calidad del hábitat fluvial y el estado de vegetación de la ribera del río Quevedo, mediante la aplicación del índice del hábitat fluvial (IHF) y el índice de calidad de bosque de ribera (QBR), cuyos resultados promedios para el índice Índice QBR variaron de Pésima (Agrícola), Intermedia (Bosque) y Mala (Pastizal). Mientras que el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) indicó para en el uso de suelo Agrícola una calificación de Mala, Bosque Moderada, y Pastizal Deficiente. Mientras que el índice biológico BMWP-CR que evalúa la calidad del agua, determinó que en del río Quevedo (en los 3 tramos) la calidad de agua Mala. Respecto a los índices de diversidad, riqueza, dominancia de Shannon, Margalef y Simpson, basados en el uso de suelo, determinaron que Bosque fue el uso de suelo predominante dado a que obtuvo mayor riqueza entre los índices obteniendo valores superiores a diferencia de Agrícola y Pastizal.</p>			

INTRODUCCION

A lo largo de los años, la humanidad ha usado las fuentes de agua tales como ríos, aguas subterráneas y humedales para varias actividades, entre ellas el desarrollo urbano, la agricultura, y la industria. Sin embargo, el excesivo e inadecuado uso de este recurso ha deteriorado los ecosistemas acuáticos, generando problemas ambientales como la disminución de caudales, pérdida de diversidad biológica y la contaminación de fuentes hídricas (1). Las actividades humanas tales como urbanizaciones, cambios de uso de tierras, agrícola, ganadera y forestal afectan con frecuencia la cantidad y calidad de agua que ingresa a la capa superior de la misma, causando a su vez, un impacto en los ecosistemas acuáticos (2).

Dentro de los os microorganismos acuáticos dependiendo de la variabilidad, pueden ser eucariotas o procariotas. Cumplen un sinnúmero de roles tales como: absorción de metales pesados, fijación de nitrógeno, descomposición de materia orgánica, bioindicadores de tratamientos de aguas residuales. Inclusive algunos virus sirven como mediadores en el intercambio genético entre individuos de una misma o diferentes especies (3).

Actualmente, las comunidades biológicas, como los macroinvertebrados acuáticos (MA), han sido destacados como indicadores de las condiciones ambientales, ya que, su presencia refleja las condiciones que prevalecen en el ambiente donde viven, como las condiciones físicas, químicas y bióticas, además de los diferentes ecosistemas naturales (4). Esto se debe a que los (MA) responden rápidamente a variaciones ambientales y son fundamentales para el entendimiento de la estructura trófica y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos (5) .

El creciente interés por conocer y proteger los ecosistemas fluviales y estudiar sus cambios en el tiempo, ha estimulado en las últimas décadas el desarrollo de criterios biológicos que permitan estimar el efecto de las intervenciones humanas.

Dentro de los indicadores biológicos más utilizados en la evaluación de los ecosistemas fluviales del mundo, destacan los (MA) debido a que presentan ventajas respecto a otros componentes de la biota acuática. Entre estas ventajas, destacan: su naturaleza sedentaria, la que permite un análisis espacial de los efectos de las perturbaciones en el ambiente, los muestreos cuantitativos y análisis de las muestras, que pueden ser realizados con equipos simples y de bajo costo y la disponibilidad de métodos e índices para el análisis de datos, los que han sido validados en diferentes sistemas acuáticos (6). Dado la importancia que tienen los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua, el presente proyecto de investigación se realizó con la finalidad de conocer el efecto de las actividades humanas en las comunidades de macroinvertebrados del río Quevedo (tramo Los Ángeles-Camarones-Delia María), lo cual permitirá generar planes o proyectos de mitigación o remediación del impacto generado a las fuentes hídricas.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de investigación

1.1.1 Problematización

En la actualidad la contaminación del agua es un problema que afecta a nivel mundial, debido a las alteraciones que sufren los cuerpos de agua por el aumento de las distintas actividades antropogénicas lo que provoca que los ecosistemas acuáticos se vean afectados de manera negativa. La alteración a la calidad del agua en el río Quevedo representa un peligro importante a los asentamientos humanos cercano ya que esta fuente hídrica es de gran importancia para las actividades que realizan los habitantes como; agricultura, pesca y uso domésticos (7).

Debido al incremento de la población aledaña al río Quevedo los bosques endémicos del sector han ido disminuyendo por la presencia de monocultivos como: maíz, cacao, teca, palma africana, etc., ocasionando alteraciones a las propiedades hidromorfológicas del río, afectando directamente a las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua (8).

1.1.1.1 Diagnóstico

Debido al incumplimiento de la normativa ambiental establecido en Registro Oficial 272, artículo 7 y al mal uso de los recursos naturales, la calidad del agua del río Quevedo y sectores aledaños, se ve afectada significativamente por actividades antropogénicas, en especial por la agricultura. La evidente disminución de las zonas de protección permanente, alteración a la calidad del agua y pérdida de la diversidad de macroinvertebrados en el agua, son algunos de los factores que se encuentran en constante peligro y que a largo plazo éstos podrían ser alterados significativamente, llevando en el caso de las comunidades de macroinvertebrados a la extinción de algunas especies de gran importancia ecológica.

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, pastizales, sumado a las zonas de bosques del río Quevedo, provocaría una degradación de la calidad del agua, pérdida de la diversidad de macroinvertebrados presentes dentro del ecosistema acuático, modificando la vida de las comunidades acuáticas, dando como consecuencia la pérdida de información sobre los macroinvertebrados existentes, y disminución de la calidad de vida de la población asentadas en el lugar.

1.1.2 Formulación del problema

¿Pueden los usos de suelo provocar alteraciones en la calidad del agua y en la estructura de las comunidades de macroinvertebrados en el río Quevedo?

1.1.3 Sistematización del problema

¿Cómo es la organización de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en cuanto a su composición, abundancia, diversidad y riqueza en el río Quevedo, Ecuador?

¿Cuál es la calidad del hábitat fluvial y el estado de vegetación de la ribera del río Quevedo mediante la aplicación del índice del hábitat fluvial (HIF) y el índice de calidad de bosque de ribera (QBR)?

¿Cómo es la relación de las variables fisicoquímicas con las comunidades de macroinvertebrados acuáticos?

¿Cuál es el efecto del uso del suelo, sobre la calidad hídrica del río Quevedo aplicando el índice BMWP-CR?

Se plantea la siguiente hipótesis alternativa:

“Los usos de suelo cercanos a la cuenca del río Quevedo afectan la composición de los macroinvertebrados acuáticos y alteran su calidad hídrica

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Establecer la composición de macroinvertebrados bentónicos y la calidad hídrica en relación con los usos de suelo en el río Quevedo, Ecuador.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Establecer la organización de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos de acuerdo con su composición, abundancia, diversidad y riqueza en el río Quevedo, Provincia de los Ríos.
- Determinar la calidad del hábitat fluvial y el estado de vegetación de la ribera del río Quevedo mediante la aplicación del índice del hábitat fluvial (HIF) y el índice de calidad de bosque de ribera (QBR).
- Establecer la relación de las variables fisicoquímicas con las comunidades de macroinvertebrados acuáticos.
- Determinar el efecto del uso del suelo, sobre la calidad hídrica del río Quevedo aplicando el índice BMWP-Cr.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los ríos representan un componente esencial de nuestro patrimonio natural y cultural, sin embargo, a pesar del tiempo han sufrido un importante deterioro ecológico debido fundamentalmente a la regulación de los caudales, encauzamientos, ocupación de las riberas, agricultura, industria y urbanización. Como resultado de este deterioro, el 80% de

la población mundial se encuentra actualmente afectado por la degradación de los ríos (9).

En Ecuador, la calidad del agua se encuentra fuertemente amenazada, las fuentes superficiales se hallan contaminadas cuyas causas son los productos y actividades agrícolas, la actividad minera, desperdicios domésticos de los agricultores, entre otros. La problemática aumenta significativamente, siendo sumamente perjudicial tanto para las fuentes hídricas como para la salud humana (9), y se prevé la degradación de las condiciones de las aguas superficiales a mediano y largo plazo. Este escenario ha configurado un importante problema ambiental relacionado con la calidad del agua superficial en el cantón, debido a que las descargas domésticas, industriales y agrícolas sin tratamiento previo constituyen las principales fuentes de contaminación hídrica en el cantón y el país (10).

Tradicionalmente se han utilizado métodos fisicoquímicos para el análisis de las perturbaciones sufridas en las fuentes de agua, los cuales ofrecen información puntual del estado del agua. En la actualidad, la utilización de métodos biológicos a partir de organismos vivos, el cual brinda información de lo que sucedió días y horas antes de la toma de la muestra. El uso de macroinvertebrados acuáticos constituye una herramienta idónea para la caracterización biológica e integral de la calidad de agua, son considerados como un método eficiente que ofrece mayor nivel de sensibilidad, bajos costos y métodos simples de muestreo y análisis (4).

La importancia del presente proyecto de investigación radica en la evaluación del grado actual de afectación ecológica en que se encuentra el río Quevedo, mediante el estudio de comunidades de macroinvertebrados acuáticos en los puntos de Palo Blanco, Holandesa-Camarones y San Francisco, y la incidencia de los tipos de uso suelo Agrícola, Bosque y Pastizal, de acuerdo a la degradación de los efluentes

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Usos de suelo

El uso del suelo puede definirse como la localización geográfica y cuantificación de áreas con características físicas, biológicas y socioeconómicas propias, que la distinguen de otras áreas, su uso potencial sostenido y las necesidades de conservación para otros fines (10).

El cantón Quevedo se caracteriza por poseer suelos fértiles con buen drenaje interno, lo que explica su uso predominantemente agrícola para gran variedad de cultivos tanto de exportación, como de consumo. Esta zona de vida en su estado no intervenido se destaca por niveles muy altos de biodiversidad. Sin embargo, en el cantón la biodiversidad se ve reducida debido a ocupación cada vez más de las áreas de bosques por las actividades agrícolas con deforestación casi completa de las tierras que pueden utilizarse para la agricultura o ganadería (11).

2.1.2 Calidad de agua

La calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego, recreación e industria. La calidad de un ambiente acuático se puede definir como: i) Una lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas, también como ii) La composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua. La Calidad presenta variaciones espaciales y temporales debido a factores externos e internos al cuerpo de agua (12).

2.1.2.1 Parámetros indicadores de la calidad del agua

2.1.2.1.1 Sólidos

Todo cuerpo de agua contiene un amplio conjunto de partículas en suspensión como compuestos solubles, determinándolos como sólidos totales. Parte de estos compuestos se encuentran disueltos y otros sedimentados, este permite mediante un proceso de reposo visualizar como los sedimentos se acumulan en la parte baja y ver la cantidad de lodos (13).

2.1.2.1.2 Temperatura

Todo proceso que se lleva a cabo se desarrolla por la temperatura del agua, de forma que a medida que aumenta la temperatura se pueden alterar las sustancias solubles generalmente presenta una ampliación a los sólidos disueltos que a su vez acorta la de los gases, las actividades biológicas tienen la capacidad de duplicar cada diez grados (ley del Q10), generando un cierto valor característico diferente de cada especie. Se genera un fenómeno anormal originado por procesos industrializados donde se produce intercambios de calor de acuerdo con los procesos que apliquen (13).

2.1.2.1.3 pH

El potencial de hidrógeno, comúnmente conocidos como pH es un término de uso general para expresar la magnitud de acidez o alcalinidad. Es una forma de expresar las concentraciones de los iones hidrógeno o, más exactamente de la actividad del ion hidrógeno; es importante en casi todos los aspectos de la práctica de la ingeniería ambiental en el área de los abastecimientos de agua, ya que es un factor por considerar en consideración en la coagulación química, la desinfección, o el ablandamiento de aguas y el control de corrosión (14).

2.1.2.1.4 Conductividad Eléctrica

La conductividad es un indicativo de las sales disueltas en el agua y mide la cantidad de iones especialmente de Ca, Mg, Na, P, Bicarbonatos, cloruros y sulfatos. Se mide en micro mohos/cm o Siemens/cm. La conductividad es la medida indirecta de los sólidos disueltos (14)

2.1.2.1.5 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más relevantes al momento de evaluar la calidad del agua, dado a que está asociado a la contaminación orgánica. Su concentración aumenta al disminuir la temperatura y la salinidad y posee una relación directa con la pendiente y la aireación del cauce. Cuando existen condiciones aeróbicas se produce una mineralización que consume oxígeno y produce gas carbónico, nitratos y fosfatos. Una vez que se consume todo el oxígeno comienza la descomposición anaeróbica que produce metano, amonio, sulfuro de hidrógeno y mercaptanos (14).

2.1.3 Ecosistemas acuáticos

Los ecosistemas acuáticos podemos clasificarlos en ecosistemas marinos y en ecosistemas continentales, los ecosistemas continentales no sólo comprenden el agua dulce sino estuarios (zonas de aguas salobres), estos están compuestos por ecosistemas lenticos (aguas quietas) y loticos (aguas en movimientos) (15).

2.1.4 Macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos se definen como aquellos organismos que se pueden ver a simple vista; es decir, todos aquellos organismos que tengan tamaños superiores a 0.5 mm de longitud. El prefijo “macro” indica que esos organismos son retenidos por redes de tamaño entre 200–500 mm y además, superan en fase adulto o último estado larvario los 2.5 mm. Este grupo incluye taxones como: Moluscos, Crustáceos (Anfípodos, Isópodos y Decápodos), Turbelarios, Oligoquetos, Hirudineos y fundamentalmente insectos (4).

2.1.5 Índices bióticos

Los índices bióticos, hoy día tienen mayor aceptación están basados en una ponderación de las especies según su tolerancia al grado de contaminación orgánica de las aguas o dicho de otra forma, según su necesidad de oxígeno disuelto en el medio acuático, resultando que las especies que viven en los tramos altos de los ríos están siempre más ponderadas que las que se sitúan en los tramos bajos. Hoy en día, los Índices bióticos tienen mayor aceptación están basados en una ponderación de las especies según su tolerancia al grado de contaminación orgánica de las aguas o dicho de otra forma, según su necesidad de oxígeno disuelto en el medio acuático, resultando que las especies que viven en los tramos altos de los ríos están siempre más ponderadas que las que se sitúan en los tramos bajos (16).

2.1.6 Macroinvertebrados acuáticos

Son aquellos macroorganismos que dependiendo su hábitat y presencia son utilizados como bioindicadores de la calidad del agua. Son larvas de insectos que pueden ser observados a simple vista. Se los denomina macro debido a su tamaño, generalmente miden entre 2 mm y 30 cm, e invertebrados porque no tienen huesos, y acuáticos porque viven en los lugares con agua dulce: esteros, ríos, lagos y lagunas. Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, al usarlos en el monitoreo, puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra. Algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir, mientras otros son resistentes, crecen y abundan cuando hay contaminación. Dentro del grupo de los macroinvertebrados se incluyen larvas de insectos como mosquitos, mullas del diablo, libélulas o helicópteros, chinches, perros de agua o moscas de aliso. Éstos organismos inician su vida en el agua y luego se convierten en insectos de vida terrestre, además, de los insectos, otros macroinvertebrados son los caracoles, conchas, cangrejos azules, camarones de río, planarias, lombrices de agua, ácaros de agua y sanguijuelas o chupa sangres (17).

2.1.7 Índice BMWP-CR

Es un índice modificado para Costa Rica que se calcula sumando las puntuaciones asignadas a las distintas familias de macroinvertebrados encontradas, según su grado de sensibilidad a la contaminación. El puntaje se asigna una sola vez por familia,

independientemente de la cantidad de individuos o géneros encontrados. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en el sitio de estudio brinda el valor final del índice (18).

2.1.8 Ecosistemas de ribera

La comunidad vegetal de ribera tiene una relación directa con la calidad del agua de los ríos, debido a su gran capacidad natural de retener materia orgánica, sedimentos, nutrientes y contaminantes que de otra manera irían a parar al curso fluvial, en especial en zonas de intensa actividad agrícola o ganadera (19).

2.1.9 Índice de calidad de bosque riberas (QBR)

La mayoría de los índices de evaluación de la calidad de la vegetación ribereña se basan en propiedades del agua, comunidades biológicas y características geomórficas. Sin embargo diseñaron un índice que mide la calidad de la vegetación ribereña in situ denominado "QBR", que tiene su origen del acrónimo catalán "Qualitat del Bosc de Ribera". Este índice se basa en la recopilación de diferentes atributos y componentes del área ribereña, considerando cuatro secciones: (1) grado de cobertura de la cubierta vegetal, (2) estructura de la vegetación, (3) calidad de la cubierta vegetal y (4) grado de naturalidad del canal fluvial (20).

2.1.10 Calidad del hábitat fluvial

El índice de la calidad fluvial valora aspectos físicos del cauce relacionados con la heterogeneidad de hábitats y que dependen en gran medida de la hidrología y del sustrato existente. Entre ellos, la frecuencia de rápidos, la existencia de distintos regímenes de velocidad y profundidad, el grado de inclusión y sedimentación en pozas, y la diversidad y representación de sustratos (20).

2.1.11 Índice del hábitat fluvial (IHF)

El índice de hábitat fluvial (IHF) pretende valorar la capacidad del hábitat físico para albergar una fauna determinada. A una mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat, lo que corresponde una mayor diversidad de las comunidades biológicas que lo ocupan. El hábitat suministra espacio físico y proporciona fuente de alimento para las especies. Estas características del hábitat constituyen la heterogeneidad del hábitat fluvial, se considera actualmente como uno de los principales factores de influencia de la riqueza de especies de invertebrados acuáticos (20).

2.2 MARCO REFERENCIAL

Yépez, et .al (2017) (21), llevaron a cabo un estudio de macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, desde los meses de septiembre hasta noviembre del 2015, los sitios seleccionados fueron influenciados por descargas de efluentes residenciales (ER) y agrícolas-industriales (EAI). Se midieron los parámetros físicoquímicos de calidad del agua: OD, DBO, DQO y SDT. Los índices utilizados fueron: los índices de riqueza CHAO2, diversidad de ShannonWeiner (H), dominancia de Simpson (1-D) y disimilitud de Bray-Curtis, mientras que la calidad del agua fue calculada mediante el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP-Col). Como resultados se obtuvo que respecto a los valores de los parámetros físicoquímicos no presentaron diferencias entre ER y EAI, no existieron diferencias estadísticas entre la riqueza de familias esperada (CHAO2) y la riqueza observada. Se concluyó que, en la zona urbana de la ciudad de Quevedo, el río se encuentra fuertemente contaminado a causa de actividades antropogénicas, principalmente por las descargas residenciales, el menor impacto sobre los macroinvertebrados acuáticos se reportó para las descargas de efluentes de plantaciones agrícolas-industriales.

Otro estudio realizado por Marín y Feijoo (2007) (22), tuvo como objetivo el evaluar de diferentes usos del suelo sobre la estructura de las comunidades de macroinvertebrados y

algunas variables físicas y químicas. Se trabajó en un Vertisol (Serie Ceiba, Entic Udic Haplusterts) labrado de Palmira, Valle del Cauca, Colombia, con cinco tratamientos (labranza convencional, labranza con mulch tiller, cincel vibratorio, siembra directa y una plantación de cacao) cultivados con rotación de cuatro años de algodón (*Gossypium barbadense*), soya (*Glycine max* L.) y maíz (*Zea mays*), con aplicaciones de insumos químicos y una plantación de cacao. Este estudio demostró que la labranza influye en la modificación de la estructura y composición de los suelos, hecho que incide en la variación de algunas variables biológicas, físicas y químicas. La labranza afecta más a las especies nativas y en aquellos ambientes donde se introduce predomina la fauna depredadora, la cual interactúa más en usos con mayor densidad aparente y menor humedad del suelo

Hernández, I (2015) (23), estableció en su investigación científica la calidad ambiental en que se encuentra el Río Atacames, Provincia de Esmeraldas, basándose en el análisis de macroinvertebrados como bioindicadores, evaluó siete variables físico-químicas (pH, temperatura del agua, conductividad, turbidez, profundidad, velocidad de la corriente) para luego con varios análisis estadísticos en el programa SPSS.PASW18, identificar la existencia de alguna relación entre los macroinvertebrados y estas variables para conocer cuáles son las presiones que afectan o favorecen a los macroinvertebrados en esta zona. Seleccionó 20 puntos en donde se los macroinvertebrados se recolectaron siguiendo un muestreo semicuantitativo de tipo multihábitat, para luego en el laboratorio identificarlos hasta nivel de familia, se hallaron 28 Familias y 3353 individuos, con lo cual se elaboró un listado zoológico de la comunidad de macroinvertebrados del río Atacames. respecto al índice de calidad de agua ETP (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), indicó que la cantidad de macroinvertebrados indicadores de calidad de agua empieza a disminuir en la parte media hasta la baja, por el aumento de las actividades antrópicas como la descarga de aguas residuales, presencia de fincas en el borde del río, personas lavando ropa con detergentes y otros productos químicos; y la presencia de dos represas en el sector. A pesar de estas alteraciones se pudo determinar que el agua del río, Atacames cuenta con la presencia de macroinvertebrados, los mismos que son indicadores de calidad, encontrándolos en abundancia en la cuenca alta, manifestando que la calidad del agua es

buena, pero con una zona de transición en la parte media-baja que varía entre buena y regular.

CAPITULO III
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1 Localización

Este estudio se llevó a cabo en 3 tramos del río Quevedo: Palo Blanco, Holandesa-Camarones y San Francisco, dichos tramos se encuentran localizados en la zona norte de del cantón Quevedo, limitando con los cantones Buena Fe y Valencia, Provincia de Los Ríos, Ecuador (Gráfico 1). A continuación, la tabla 1 describe las características edafoclimáticas que posee el cantón.

Tabla 1: Características Edafoclimáticas del Cantón Quevedo

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Precipitación promedio anual	entre 3.000 a 4.000 mm
Temperatura promedio	20 a 33 °C, a veces hasta los 38 °C
Altitud	Entre 50 y 150 msnm.
Tipo de suelo	Desde franco arenosas hasta arcillosas
Zona de Vida	Bosque Húmedo Tropical [bh-T]
Clima	Tropical monzónico (con la temporada de calor y lluvias fuertes que dura desde diciembre a mayo y la época seca en el período desde junio a diciembre)

Fuente: POT GAD-QUEVEDO (11).

Elaboración: Autor

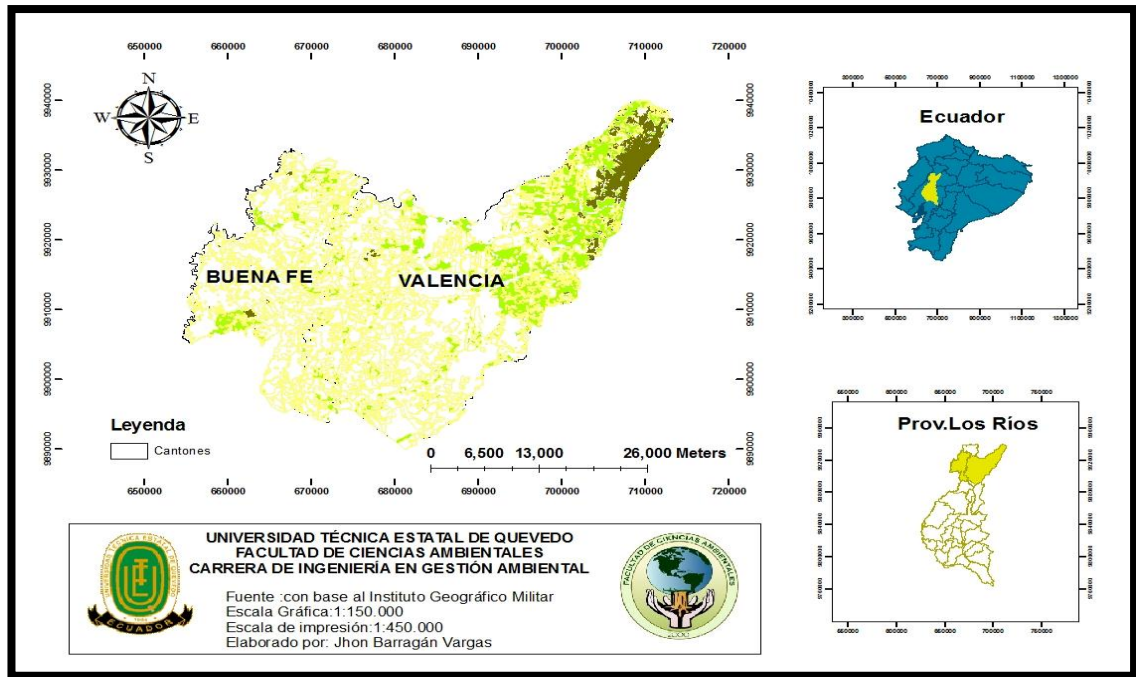


Gráfico 1. Localización del área de estudio

Elaboración: Autor

3.2 Tipo de Investigación

El presente proyecto de investigación es de tipo diagnóstico-exploratorio, ya que se identificaron las comunidades de macroinvertebrados acuáticos existente en los tres tramos del río Quevedo (Palo Blanco, Holandesa-Camarones y San Francisco), a su vez se aplicaron índices ecológicos y posterior evaluación de la correlación con la cobertura vegetal ribereña presente en los sitios de estudio las cuales correspondieron a Pastizales, Bosque y Agrícola.

3.3 Métodos de la Investigación

La presente investigación se utilizaron los siguientes métodos:

- **Método de observación directa:** se establecieron los sitios de estudio, la cual permitió valorar el entorno actual, entender la problemática y lograr definir las estrategias de protección para el río que se encuentra intervenido por actividades agrícolas, mediante la identificación de macroinvertebrados se evaluó la calidad del agua del mismo.
- **Método descriptivo:** Describe los resultados obtenidos dentro de la investigación, proporcionando información que servirá para el planteamiento de futuras investigaciones.
- **Método deductivo-analítico:** Mediante la identificación de los macroinvertebrados acuáticos, análisis de la calidad del agua mediante índices

3.4 Fuentes de recopilación de información

- **Fuentes primarias:** Recolección de muestras de macroinvertebrados acuáticos los tres tramos del río Quevedo, y realización de análisis in situ.
- **Fuentes Secundarias:** la literatura citada en el presente proyecto de

investigación se la obtuvo de artículos científicos, Normativas, Tesis, Libros, sitios web.

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. La investigación se llevó a cabo durante los meses de enero, febrero y marzo, con monitoreo de 15 días cada, en tres puntos: Palo Blanco (Punto 1), Holandesa-Camarones (Punto 2) y San Francisco (Punto 3). Las estaciones de muestreo se establecieron en tres tipos de usos de suelo: Agrícola, Bosque y Pastizal, los cuales fueron elegidos por tener diferencias en la diversidad de la cobertura vegetal ribereña, tipos de sustratos y usos de suelo.

Tabla 2: Principales actividades antropogénicas.

Actividades Antropogénicas	Descripción
Forestal	Explotación de áreas de bosque naturales
Agrícola	Desviación del caudal Consumo de fertilizantes y plaguicidas Ocupación de franja marginal

Fuente: Adaptado de Villanueva, M; Cosme, F; Zapata, C. (2016) (24).

Elaboración: Autor

3.5.1 Establecimiento de la organización de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos de acuerdo con su composición, abundancia, diversidad y riqueza en el río Quevedo, Provincia de los Ríos.

3.5.1.1 Método para la recolección de muestras

Este proyecto se llevó a cabo durante tres meses: enero, febrero y marzo del presente año, en los cuales se recolectaron muestras por captura manual cada 15 días, mediante una red tipo “D” de 350 cm² (aproximadamente) con abertura de malla de nylon de 500 μm. En cada tramo se establecieron 3 puntos de muestreo, en cada uno de ellos se recolectaron 3 submuestras, con un intervalo de tiempo de 30 minutos para cada unidad de muestreo. A continuación, el gráfico 2 y tabla 3, demuestran los puntos de ubicación con sus respectivas características.

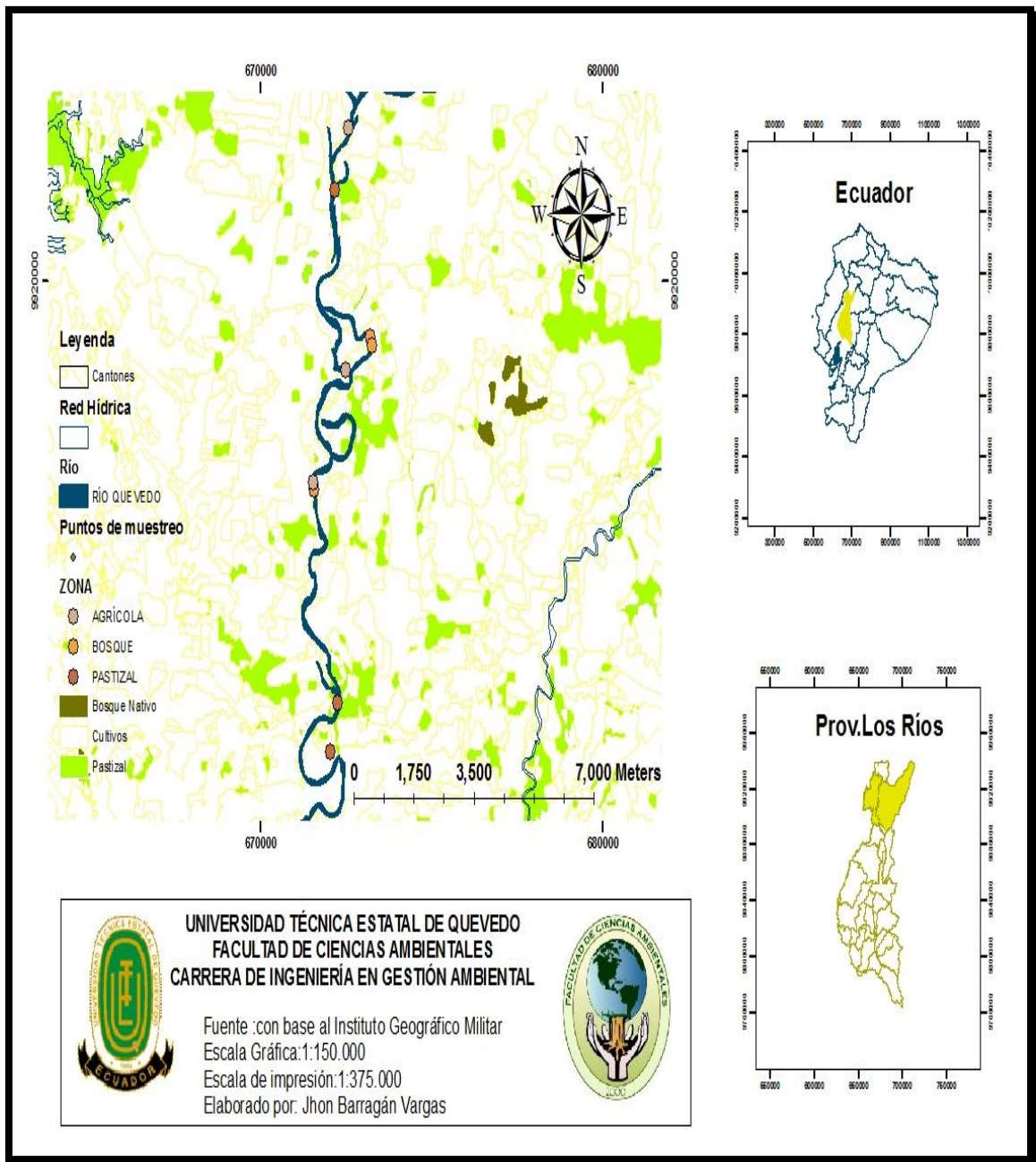


Gráfico 2. Puntos de recolección de muestras

Elaboración:

Autor

Tabla 3. Ubicación y características de los puntos de recolección de muestras.

Localización	USOS DE SUELO											
	Bosque		Descripción del lugar	Altitud (msnm)	Pastizal		Descripción de lugar	Altitud (msnm)	Agrícola		Descripción del lugar	Altitud (msnm)
	Coordenadas UTM				Coordenadas UTM				Coordenadas UTM			
	X	Y			X	Y			X	Y		
Palo Blanco (Punto A)	673214	9918982	Área con árboles naturales y con diversidad de plantas.	88	672184	9921678	Áreas con gran cantidad de pasto con suelo arenoso y poca vegetación	79	672578	9922815	En este punto se observó que había producción de palma como también plantaciones de cacao	102
Holandesa-Camarones (Punto B)	673260	9918816	Zona elevada con una variedad de Árboles.	88	672253	9912237	De igual modo en este tramo se observó que tenía las mismas características	97	672483	9918367	Una gran variedad de cultivos como maracuyá, cacao banano siendo un área de una producción agrícola	102
San Francisco (Punto C)	671551	9916172	Zona muy húmeda debido al cauce del río y una variedad de árboles de la zona	87	672053	9911346	Zonas con mucha materia orgánica como: troncos de árboles y mucho pasto con suelo muy arenoso	97	671531	9916311	Cultivos como maíz, soya con un suelo muy húmedo.	102

Elaboración: Autor

Previamente a las muestras se les retiró los residuos que contenían (piedras, hojarasca, o algún cuerpo extraño), luego se colocaron en un recipiente plástico de 40 ml que contenía alcohol al 70%. Después, se las guardaron las muestras en una hielera para evitar cambios bruscos de temperatura, posteriormente se las trasladaron al laboratorio para su respectivo análisis utilizando un estereoscopio y las claves taxonómicas de Domínguez, E; Fernández, H (2009) (25).

3.5.1.2 Organización de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en base a su composición, abundancia, diversidad y riqueza en el río Quevedo.

3.5.1.2.1 Índice 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 (19).

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

Dónde:

S = Número de especies diferentes.

N= Número total de individuos

3.5.1.2.2 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 (26). 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.

3.5.1.2.3 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, su fórmula (27):

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

Dónde:

pi = Abundancia proporcional
de la especie i

3.5.2 Determinación de la calidad del hábitat fluvial y el estado de vegetación de la ribera del río Quevedo, mediante la aplicación del Índice del Hábitat Fluvial (HIF) y el Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR).

3.5.2.1 Índice del hábitat fluvial (HIF)

El IHF consta de siete bloques o apartados (inclusión de rápidos/pozas, frecuencia de rápidos, composición del sustrato, regímenes de velocidad/profundidad, porcentaje de sombra del cauce, elementos de heterogeneidad y cobertura de vegetación acuática) en los que se valora de manera independiente la presencia de distintos componentes en el cauce del río Quevedo. La puntuación final del índice es el resultado de la suma de la puntuación obtenida en cada uno de los bloques y nunca puede ser mayor que 100 (3). Dicho puntaje final permite generar rangos de evaluación, para poder clasificar los hábitats en diferentes categorías (Tabla 4) (28).

Tabla 4. Rango del IHF

Índice IHF	Calidad
100-90	Muy Buena
89-70	Buena
69-50	Moderada
49-30	Deficiente
29-0	Mala

Fuente:(28)

3.5.2.2 Índice de calidad de bosque de ribera (QBR)

Para el estudio de los tramos identificados se llevaron a cabo los índices de Calidad de Bosque de Ribera, lo cual se tomaron cuatro bloques que recogen distintos componentes y atributos de las riberas: cubierta vegetal, estructura de la vegetación, naturalidad y complejidad del bosque ribereño y grado de alteración del canal fluvial. Los valores del índice se distribuyen en cinco rangos de calidad: >95: estado natural, bosque de ribera sin alteraciones; 90-75: calidad buena, bosque ligeramente perturbado; 70-55: calidad aceptable, inicio de alteración importante; 30-50: calidad mala, alteración fuerte; < 25: calidad pésima (29).

Tabla 5. Niveles de calidad del Índice de bosque de ribera (QBR)

Nivel de calidad	QBR	Color representativo
Calidad muy buena, estado natural	≥95	Azul
Calidad buena	75-90	Verde
Calidad intermedia	55-70	Amarillo
Mala calidad	30-50	Naranja
Calidad pésima	≤25	Rojo

Fuente:(28)

3.5.3 Establecimiento de la relación de las variables fisicoquímicas con las comunidades de macroinvertebrados acuáticos

Para el desarrollo de la propuesta investigativa del área de estudio de río Quevedo, se tomaron muestras simples y puntuales, las cuales representaron la composición del cuerpo de agua original, tiempo y circunstancias particulares en la que se realizó su captación. Se evaluaron 5 parámetros fisicoquímicos in situ: pH, conductividad eléctrica (CE), oxígeno disuelto (OD), sólidos disueltos totales (SDT) y temperatura. Para cada una de las estaciones (puntos de recolección de muestras) se utilizaron los siguientes equipos portátiles: Milwaukee (OD), TDSyEC (SDT y CE) y el PhTC (pH). Una vez obtenidos los valores de los parámetros en cada punto de muestreo, se procedió a realizar un Análisis Canónico relacionando los parámetros con los géneros de MA identificados.

3.5.4 Determinación del efecto del uso del suelo, sobre la calidad del agua del río Quevedo mediante la aplicación del 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 permitió analizar las puntuaciones asignadas a las muestras de macroinvertebrados según su grado de sensibilidad a la contaminación por medio los usos de suelo. El puntaje se le asignará por género. Para la sumatoria se darán valores entre 0 y un máximo indeterminado que, en la práctica no suele superar 200 (18).

Tabla 6. Nivel de calidad Índice BMWP-CR

Nivel de Calidad	BMWP-CR	Color Representativo
Aguas de calidad excelente	>120	Azul
Aguas de calidad buena, no contaminada alteradas de manera sensible	101-119	Azul
Aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada	61-100	Verde
Agua de calida mala, contaminada	36-60	Amarillo
Agua de calidad mala, muy contaminada	16-35	Naranja
Agua de calidad mala, muy contaminada	<15	Rojo

Fuente: (31)

3.6 Instrumentos de investigación

Para la elaboración de esta investigación se utilizaron aparatos portátiles para determinar los parámetros físico-químicos, Índices biológicos y ecológicos, el BMWP-Cr para a evaluar la calidad del agua de los esteros antes mencionados, el QBR y IHF contribuyó con información sobre el estado actual de la vegetación ribereña y fluvial 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.

3.7 Tratamiento de datos

- Recopilación bibliográfica mediante revistas científicas, libros, tesis y sitios web.

- Programa de Excel las puntuaciones de los índices de diversidad y de BMWP-Cr
- Programa PAST para el análisis multivariante de los parámetros indicadores de la calidad de agua.
- Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ADEVA) con un nivel de significancia del 95% ($P < 0,05$), mediante un diseño completamente aleatorizado (DCA) en el que los factores de estudio serán los usos de suelo. Para comparar la similitud de familias de macroinvertebrados acuáticos entre los usos de suelos se utilizó un análisis de Clúster con el método UPGMA en base al índice de similitud de (JACCARD). La relación entre las variables fisicoquímicas del agua del río Quevedo y la presencia/abundancia de las familias de macroinvertebrados se comprobó mediante un análisis de correspondencia canónico (ACC).

3.8 Recursos humanos y materiales

Tabla 7. Materiales

De campo	Red tipo “D” de 350 cm ²	equipos portátiles (Milwaukee, TDSyEC, PhTC)	Libreta de apuntes
	hielera	GPS	
	recipientes plásticos de 40 ml	Cámara fotográfica	
De laboratorio	Alcohol 70°	Estereoscopio	
De oficina	Ordenador	Pendrive	Hojas A4

Elaborado: Autor

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Establecimiento de la organización de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos de acuerdo con su composición, abundancia, diversidad y riqueza en el río Quevedo, Provincia de los Ríos.

La evaluación de las comunidades de macroinvertebrados en los 3 tramos del río Quevedo, determinaron la existencia de un total de 6 órdenes, 36 géneros y 918 especies (sp) de macroinvertebrados. La mayor densidad de especies de macroinvertebrados según el tipo de suelo, el 39% de la población correspondió a “Bosque”, en el cual la mayor cantidad de macroinvertebrados se obtuvo en el mes de enero, en el tramo Holandesa-Camarones, con un total de 60 sp. Seguido del 32% correspondiente al uso de suelo “Pastizal”, con un total de 294 sp., en donde el mes en que se registró la mayor densidad de macroinvertebrados fue marzo con un total de 63 sp. Finalmente, 29% correspondió al suelo tipo “Agrícola” con un total de 266 sp., en el mes que obtuvo la mayor densidad fue marzo del tramo San Francisco. Por otro lado, los géneros que presentaron mayor cantidad fueron: *Corbícula* (185), *Melanoides* (158), *Vacuperinus* (147), *Camelobaetidius* (114). A continuación, en el tabla 8 se detallan los valores obtenidos.

4.1.2 Índices de diversidad (Shannon-Wiener), riqueza (Margalef) y dominancia de (Simpson) con respecto a los usos de suelo.

De acuerdo con los índices que se aplicó para calcular la diversidad, riqueza, dominancia de las especies en el río Quevedo con respecto a los usos de suelo y los meses de recolección se obtuvo una variabilidad durante las tres visitas correspondientes con los índices de Shannon, Margalef y Simpson.

Tabla 9. Promedio del cálculo de los índices de diversidad, riqueza, dominancia de Shannon, Margalef y Simpson.

Uso del suelo	N° de punto	Shannon_H	Margelf	Simpson_1-D
Agrícola	A	1,40	1,55	0,67
	B	1,32	1,31	0,67
	C	1,02	1,04	0,53
Bosque	A	1,80	2,00	0,79
	B	1,34	1,39	0,66
	C	0,97	1,24	0,46
Pastizal	A	1,32	1,11	0,66
	B	0,93	1,04	0,50
	C	1,42	1,56	0,70

Elaboración: Autor

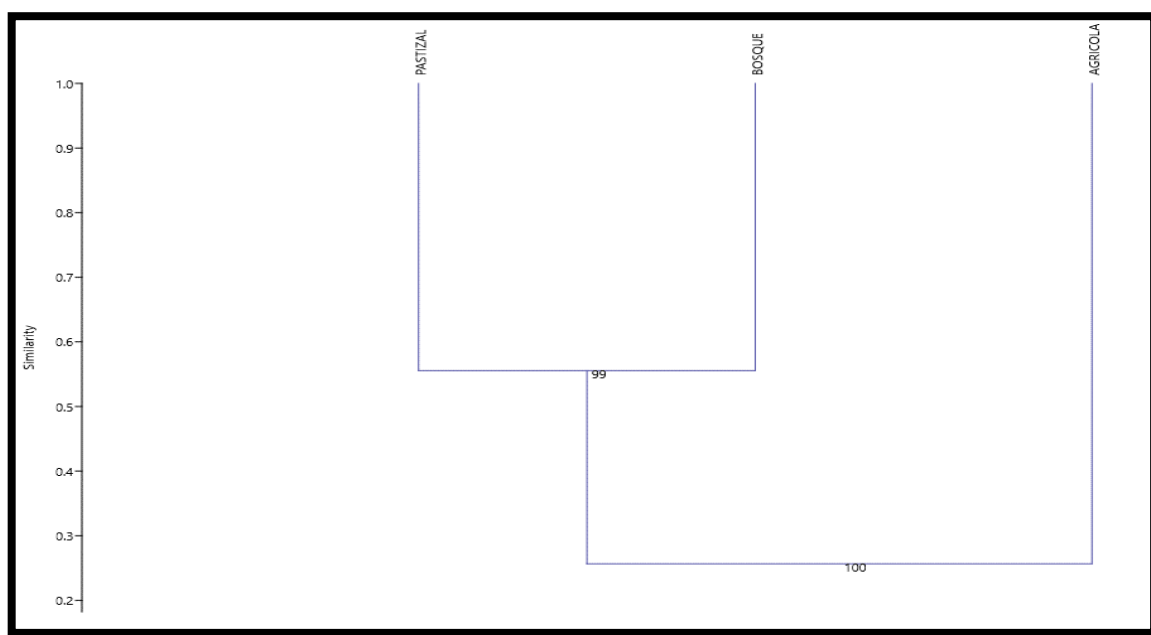
La tabla 9, muestra el cálculo de los tres índices de diversidad, riqueza, dominancia de Shannon, Margalef y Simpson. Éstos determinaron que el uso de suelo correspondiente a “Bosque” fue uso de suelo predominante el cual obtuvo una mayor riqueza. Shannon demostró un valor máximo de 1,80; Margalef estableció un valor de 2,00; mientras que Simpson logró un total de 0,86.

4.1.1.1 Similitud de géneros por sustratos mediante el índice Jaccard

El gráfico 3 representa la similitud de las familias de macroinvertebrados acuáticos entre los usos de suelo en estudio: Bosque, Pastizal y Agrícola, mediante el índice de Jaccard. El Clúster muestra dos grupos en que los suelos de acuerdo a su uso fueron divididos, el

grupo que existe mayor semejanza fue Bosque y Pastizal con un 74% de semejanza, dado a la presencia abundante de vegetación en las riberas del río Quevedo. Mientras que el uso Agrícola conforma el segundo grupo teniendo una semejanza con el primer grupo del 26%.

Gráfico 2. Clúster de similitud de sustratos de Jaccard.



Elaboración: Autor

A continuación, en las tablas 10 a la 12, se describe la densidad de macroinvertebrados por sustratos y microhábitat de acuerdo al el uso de suelo predominante:

La tabla 10 representa al uso de suelo AGRÍCOLA, en el cual el género macroinvertebrado acuáticos que predominó fue del orden de las Ephemeroptera, familia Caenidae, género *Vacuperinus* con un (21,1%). Por otro lado, en la tabla 11 se muestra que el uso de suelo BOSQUE, en el cual se evidencia la predominancia del género *Vacuperinus* con un 26,7%, siendo predominante piedras y hojarascas con un tipo de corriente moderada. Por último, la tabla 12 correspondiente al uso de suelo PASTIZAL, demuestra que el género que predominó fue *Curbicula*, de la familia Curbiculidae, orden Bivalvia con un 39,5%, prevaleciendo como sustrato piedras y hojarascas con un tipo de corriente lenta.

Tabla 10. Macroinvertebrados por sustratos y microhábitat en el uso de suelo (agrícola) en el río Quevedo.

ORDEN	FAMILIAS	GÉNERO	SUSTRATO	HABITAT	PUNTO 1									TOTAL	%
					Agrícola										
					A			B			C				
					E	F	M	E	F	M	E	F	M		
TRICHOPTERA	Hydropsychidae	Macrostemun	Piedras y hojarascas	corriente moderada						2			2	0,8	
		Leptonema	Piedras y hojarascas	corriente moderada		1	5					8	14	5,3	
		Calosopsyche	piedras	corriente moderada	2			2					4	1,5	
COLEOPTERA	Elmidae	Macrelmis	Gravas	corriente moderada	3	13		4	11			7	38	14,3	
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	Traverella	Piedras y hojarascas	corriente moderada					1				1	0,4	
	Baetidae	Camelobaetidius	troncos y gravas	corriente lenta		1	24		1	14		11	51	19,2	
	Leptohyphidae	Lomohipes	piedras y hojarascas	corriente lenta		2			5				7	2,6	
		Leptohyphes	gravas y hojarascas	corriente moderada	12			8					20	7,5	
	Caenidae	Vacuperinus	piedras y hojarascas	corriente lenta			8			20		28	56	21,1	
HEMIPTERA	Belostomatidae	Heterocorixa	piedras	corriente moderada					1				1	0,4	
	Corixidae	Heterocorixa	Gravas	corriente moderada		5							5	1,9	
	Naucoridae	Macroptero	Hojarascas	corriente moderada		1	3	3	1			4	12	4,5	
ODONATA	Gomphidae	Epigomphus	troncos y gravas	corriente lenta								1	1	0,4	
	Coenagrionidae	Argia	piedras	corriente lenta						4		2	6	2,3	
DIPTERA	Tabanidae	Chrysops	gravas y hojarascas	corriente moderada					2				2	0,8	
		Tipula	troncos y gravas	corriente lenta	1								1	0,4	
	Simuliidae	Simulium	piedras	corriente lenta							1		1	0,4	
BIVALVIA	Corbiculidae	Corbícula	gravas y hojarascas	corriente moderada	9	1	1	5			5	1	1	23	8,6
GASTROPODA	Thiaridae	Melanoides	gravas y hojarascas	corriente moderada	6		1	10			4		21	7,9	
Elaboración: Autor												266	100		

Tabla 11. Macroinvertebrados por sustratos y microhábitat en el uso de suelo (Bosque) en el rio Quevedo.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	SUSTRATO	HABITA	PUNTO 2									TOTAL	%
					Bosque										
					A			B			C				
					E	F	M	E	F	M	E	F	M		
TRICHOPETERA	Hydrobiosidae	atopsyche	piedras y ojarascas	corrientes moderadas						2				2	0,56
	Calamoceratidae	Banyallarga	piedras y ojarascas	corriente moderadas	1	1								2	0,56
	Hydroptilidae	Mayotrichia	piedras y ojarascas	corrientes moderadas	1	3	1							5	1,40
	Hydropsychidae	Leptonema	rocas y ojarascas	corrientes moderadas				1	1				1	3	0,84
COLEOPTERA	Elmidae	Macrelmis	rocas y gravas	corrientes moderadas									1	1	0,28
	Hydrophilidae	Hydrobius	piedras y ojarascas	corrientes moderadas							1	1		2	0,56
EPHEMEROPTERA	Baetidae	Camelobaetidius	troncos	corrientes lentas	6			8	5		14	17		50	13,97
		Americabaetis	troncos y gravas	corrientes lentas	11	9							5	25	6,98
		Baetodes	gravas	corrientes moderadas			6						10	16	4,47
	Caenidae	Vacuperinus	gravas	corrientes moderadas	21	18	7			20			8	74	20,67
HEMIPTERA	Belostomatidae	Belostoma	rocas y gravas	corrientes moderadas									1	1	0,28
		Diplonychus	piedras y ojarascas	corrientes moderadas						3				3	0,84
	Corixidae	Heterocorixa	troncos	corrientes lentas						3				3	0,84
	Naucoridae	Limnocoris	troncos y gravas	corrientes lentas	1	1								2	0,56
	Gerridae	Geromorpha	gravas	corrientes moderadas			6							6	1,68
ODONATA	Libellulidae	elasmothermis	gravas	corrientes moderadas	2	1		1	3					7	1,96
	Calopterygidae	Hetaerina	troncos y gravas	corrientes lentas						1				1	0,28
	Tabanidae	chrysops	gravas	corrientes moderadas						1				1	0,28
HETEROPTERA	mesovelidae	No determinado	gravas	corrientes moderadas			1							1	0,28
CRUSTACEA	Atydae	Atyaephyra desmaresti	piedras y hojarascas	corrientes moderadas			8							8	2,23
BIVALVIA	Corbiculidae	corbicula	piedras y hojarascas	corrientes moderadas			5	20	17	4				46	12,85
GASTROPODA	Thiaridae	melanoides	piedras y hojarascas	corrientes moderadas	5	9	5	30	22	4	1		6	82	22,91
	ampullaroides	Pomacea canaliculata	piedras y hojarascas	corrientes moderadas	6	3	2			2	1	2	1	17	4,75
Elaboración: Autor													358	100	

Tabla 12. Macroinvertebrados por sustratos y microhábitat en el uso de suelo (Pastizal) en el río Quevedo.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	SUSTRATO	HABITA	PUNTO 3									TOTAL	%	
					Pastizal											
					A			B			C					
					E	F	M	E	F	M	E	F	M			
TRICHOPTERA	Odontoceridae	Marilia	piedras	corriente moderada					4					4	1,36	
	Leptoceridae	Nectopsyche	piedras y hojarascas	corrientes lentas	2									2	0,68	
	Polycentropodidae	Polycentropus	gravas y hojarascas	corriente moderada				1						1	0,34	
	Hydroptilidae	Mayotrichia	piedras y hojarascas	corriente moderada								1		1	0,34	
	Hydropsychidae	Macrostemum		piedras y hojarascas	corriente moderada			2							2	0,68
		Macronema		piedras y troncos	corriente moderada				2						2	0,68
		Leptonema		piedras	corriente moderada					1					1	0,34
	Calosopsyche		piedras	corriente moderada								1		1	0,34	
COLEOPTERA	Elmidae	Macrelmis	gravas y hojarascas	corrientes lentas	13	4	5					3		25	8,50	
	Hydrophilidae	Hydrobius	gravas y hojarascas	corrientes lentas									1	1	0,34	
EPHEMEROPTERA	Baetidae	Camelobaetidius	piedras	corriente moderada								2	11	13	4,42	
	Leptohiphidae	Lomohipes	piedras y hojarascas	corrientes lentas						6		1	7	14	4,76	
		Leptohiphes		piedras y troncos	corriente moderada	8	7								15	5,10
	Caenidae	Vacuperinus	piedras	corriente moderada			11						6	17	5,78	
HEMIPTERA	Belostomatidae	Heterocorixa	piedras	corriente moderada								1		1	0,34	
	Corixidae	Geromorpha	gravas y hojarascas	corrientes lentas					2				3	5	1,70	
		Heterocorixa		gravas y hojarascas	corrientes lentas							1		1	0,34	
	Naucoridae	macroptero	piedras	corriente moderada	3		3		2	1			2	11	3,74	
ODONATA	Libellulidae	elasmothemis	piedras y hojarascas	corrientes lentas				1						1	0,34	
	Coenagrionidae	Argia	piedras y troncos	corriente moderada	4									4	1,36	
HETEROPTERA	Simuliidae	Simulium	piedras	corriente moderada	1									1	0,34	
BIVALVIA	Corbiculidae	Corbicula	piedras y hojarascas	corriente lenta		25	21	9	30		13	5	13	116	39,46	
GASTROPODA	Thiaridae	melanoides	piedras y troncos	corriente moderada	15		21	6			12		1	55	18,71	
													294	100		

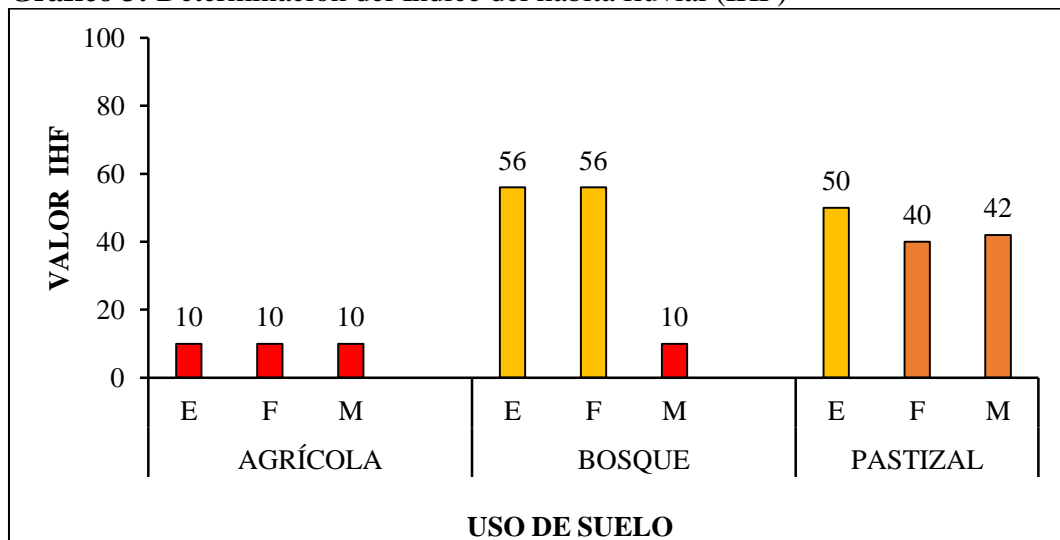
Elaborado: Autor

4.1.2 Determinación de la calidad del hábitat fluvial y el estado de vegetación de la ribera del río Quevedo, mediante la aplicación del índice del hábitat fluvial (IHF) y el índice de calidad de bosque de ribera (QBR).

4.1.2.1 Índice del hábitat fluvial (IHF)

Como se puede observar en el gráfico 4 correspondiente al Índice de Hábitat Fluvial (IHF) aplicado en los 3 puntos de recolección de muestras: Palo Blanco (Punto 1-Agrícola), Holandesa-Camarones (Punto 2-Bosque) y San Francisco (Punto 3-Pastizal), en los meses de enero, febrero y marzo. Los resultados indicaron que en el uso de suelo Agrícola los valores fueron constantes con un total de 10/100, otorgándole una calificación de Mala a la calidad del hábitat. Respecto al uso de suelo Bosque, los meses de enero y febrero presentaron un valor de 56/100 que según la escala del índice la calidad corresponde a Moderada, mientras que para el mes de marzo la calidad descendió a Mala. Por otro lado, el uso de suelo Pastizal el mes de enero presentó una calidad Moderada (50/100), sin embargo, ésta bajó a Deficiente para los meses de febrero y marzo (40/100 y 42/100, respectivamente)

Gráfico 3: Determinación del Índice del hábita fluvial (IHF)

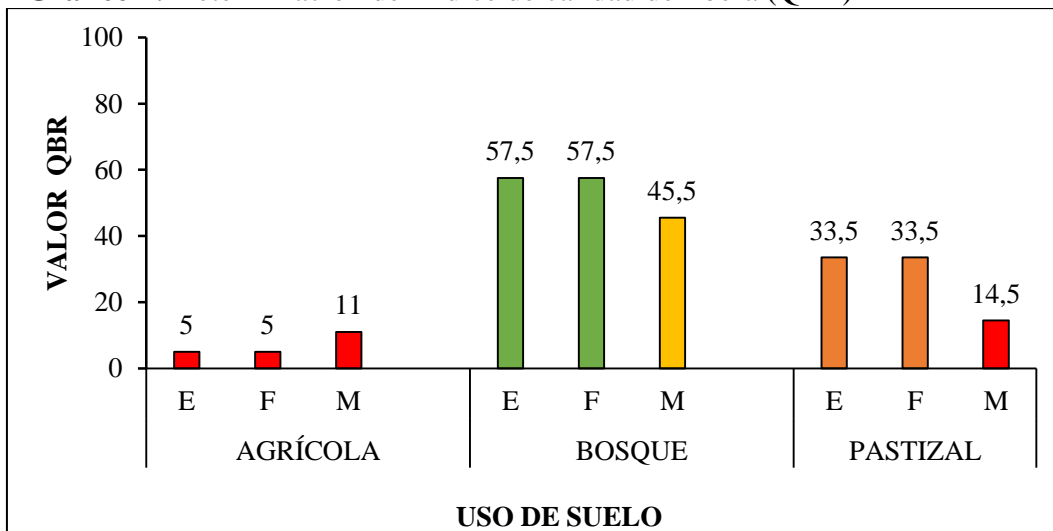


Elaboración: Autor

4.1.2.2 Índice de calidad de Bosque de Ribera (QBR)

El gráfico 5 detalla el cálculo del Índice QBR aplicado en los 3 puntos de recolección de muestras, en los meses de enero, febrero y marzo. El punto 1 correspondiente al uso de suelo Agrícola presentó niveles de calidad Pésimo, con degradación extrema. El punto 2 correspondiente a Bosque, tanto en el mes de enero como febrero se obtuvo una calidad Buena, sin embargo, ésta decreció a Intermedia en el mes de marzo. Respecto al punto 3 “Pastizal”, en los 2 primeros meses se obtuvo un nivel de calidad es Mala, teniendo un declive para el mes de marzo, con degradación extrema de su calidad otorgándole el nivel de Pésima.

Gráfico 4: Determinación del Índice de calidad de ribera (QBR)



Elaboración: Autor

4.1.3 Establecimiento de la relación de las variables fisicoquímicas con las comunidades de macroinvertebrados acuáticos.

4.1.3.1 Parámetros fisicoquímicos por uso de suelo

En cada punto de recolección de muestra se realizó un análisis fisicoquímico del agua, a continuación, en la tabla 13 se detallan:

Tabla 13. Análisis fisicoquímicos respecto al uso de suelo.

Parámetros	AGRICOLA									BOSQUE									PASTIZAL								
	1			2			3			1			2			3			1			2			3		
pH	7,9	8,2	7,6	7,4	7,3	7,3	7,2	8	8	6,4	6,5	7,3	6,6	6,5	7,2	7,5	7,8	7,8	8,4	8,4	8,4	7,3	7,3	6,4	8	7,3	7,5
temperatura (° C)	28,8	31,6	27	34,1	28	32	35,1	33,3	31,3	30,4	34	32	30,8	30,3	31,4	33,3	33,7	33,7	30	30	29,2	31,8	26,3	29,4	33	28,4	27,3
conductividad (µS/cm)	73	74,6	74	45	53	52	68	66,3	70	64	64,6	53	64	64,3	55	62	67,3	67,3	68	63	63	55	50,3	46	72	73	84
SDT (ppm).	34,3	35	31,3	24	23	34,3	34	33	28	34	34	24	33,3	33,3	24,3	27	33	33	32	31	32,3	26,3	25	24	43	34	37
OD (mg/l)	7,7	7,8	7,5	8,5	9	8,3	8,5	8	9	7,6	7,4	7,6	7,6	7,5	8,3	7,2	7,9	7,9	8,7	8	11,2	9,2	9,7	9,6	9	8,4	8,6

Elaboración: Autor

4.1.3.2 Análisis Canónico

A los géneros de macroinvertebrados acuáticos que se identificaron a nivel de laboratorio, se les otorgó un código para la realización del análisis Canónico. La tabla 14 los detalla:

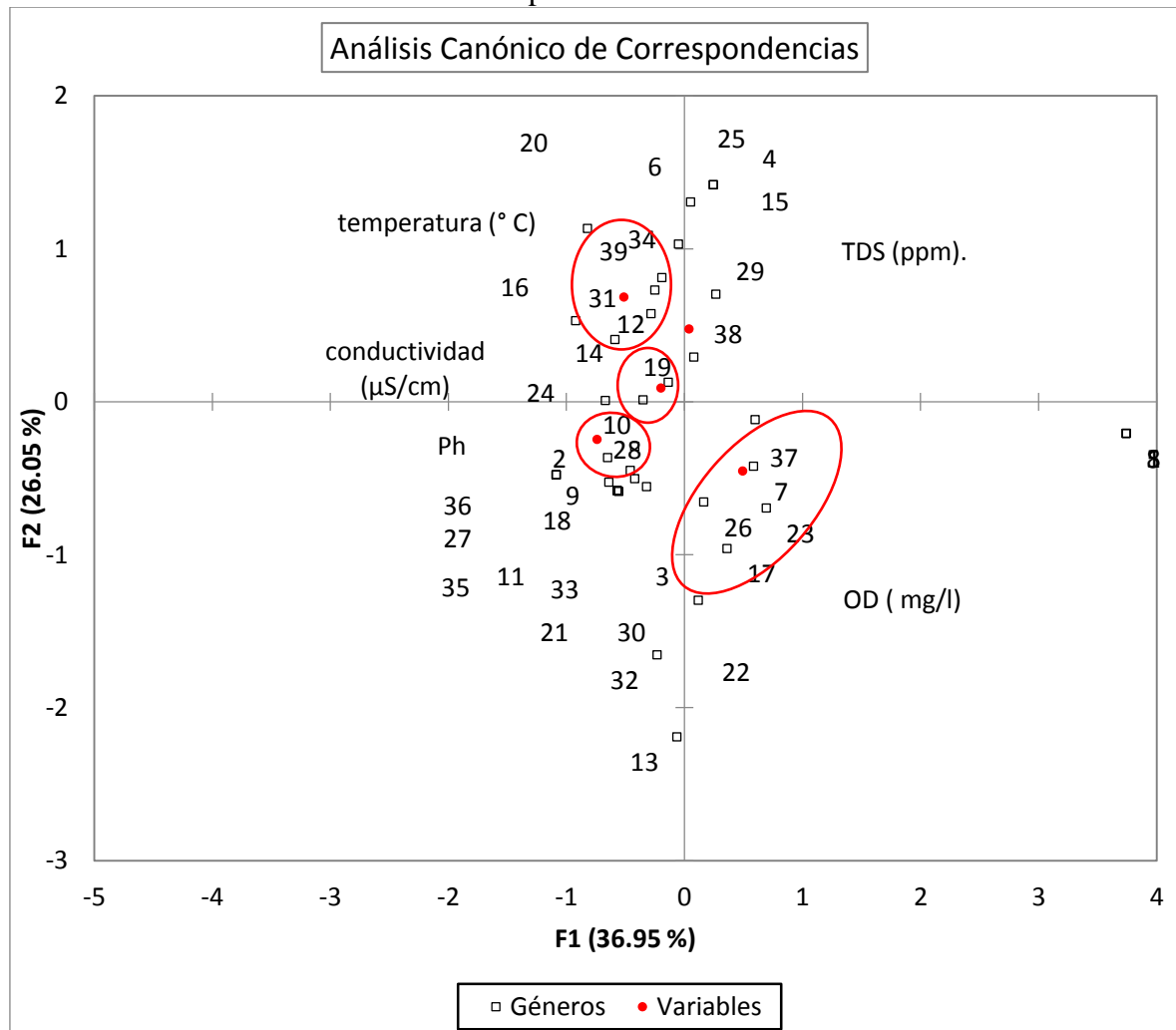
Tabla 14: Códigos otorgados a los géneros de macroinvertebrados acuáticos identificados a nivel de laboratorio

GÉNERO	CÓDIGO
Marilia	1
Atopsyche	2
Nectopsyche	3
Banyallarga	4
Polycentropus	5
Mayotrichia	6
Macrostemun	7
Macronema	8
Leptonema	9
Calosopsyche	10
Macrelmis	11
Hydrobius	12
Traverella	13
Camelobaetidius	14
Americabaetis	15
Baetodes	16
Lomohipes	17
Leptohyphes	18
Vacuperinus	19
Belostoma	20
Diplonychus	21
Heterocorixa	22
Geromorpha	23
Heterocorixa	24
Limnocoris	25
Macroptero	26
Geromorpha	27
Epigomphus	28
Elasmothemis	29
Hetaerina	30
Argia	31
Chrysops	32
Tipula	33
Simulium	34
No determinado	35
Atyaephyra desmaresti	36
Corbícula	37
Melanoides	38
Pomacea canaliculata	39

Elaboración: Autor

El gráfico 6 demuestra el resultado del análisis canónico de correspondencia de acuerdo con los géneros encontrados en las muestras respecto a los parámetros fisicoquímicos evaluados. Los géneros *Macrostemun*, *Lomohipes*, *Geromopha*, y *Curbicula* son los que tiene mayor correlacion respecto al OD, mientras que para los SDT los géneros más cercanos son *Melanoide* y *Elasmothemis* con una distancia prudente a los demás géneros en estudio. Por otro lado, *Hydrobius*, *Pamacea*, *Caniculata*, *Argia*, *Simulium* y *Baetodes* son los que se encuentran asociados respecto al parámetro de Temperatura. *Vacuperinus* y *Camelobaetidius* son los que mantienen una mayor correlación con la CE. Por último, *Leptonema*, *Calopsosiche*, y *Apigumphus* mantienen una mejor correlación con pH.

Gráfico 5: Análisis Canónica De Correspondencia

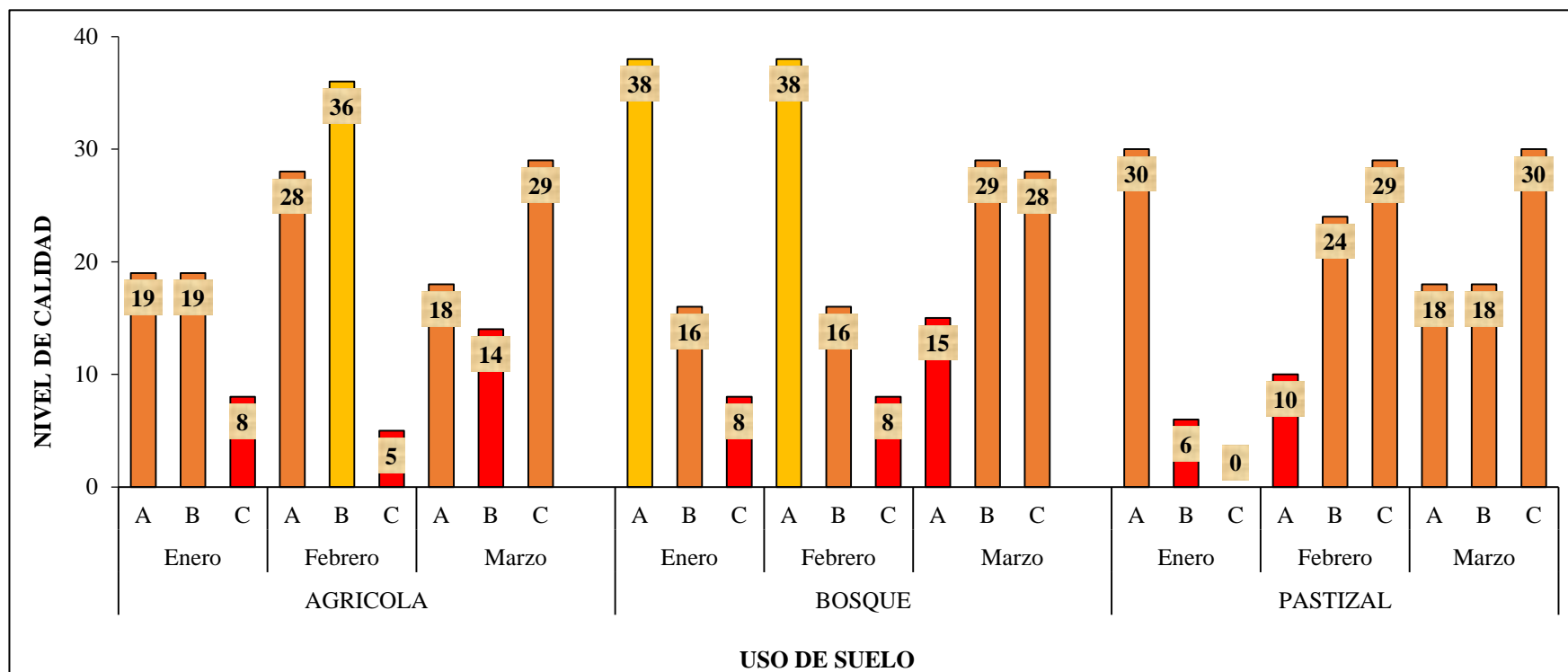








Elaboración: Autor

4.1.4 Determinación del efecto del uso del suelo, sobre la calidad hídrica del río Quevedo aplicando el índice BMWP-Cr.

Al calcular el índice BMWP-Cr, éste reflejó que la calidad promedio del agua en los tres puntos de muestreo respecto al uso de suelo predominante Agrícola, Bosque y Pastizal, mantienen un rango entre 5 a 38, el cual la califica como Mala de contaminada a muy contaminada, lo cual refleja que no contiene una gran diversidad de especies de acuerdo a los grados de tolerancia. Cabe recalcar que el periodo en el que se llevó a cabo la investigación corresponde a la época lluviosa, razón por la cual se cree que influyó en los cambios de hábitat y densidad de macroinvertebrados en los puntos de recolección de muestra. En gráfico 7, se puede apreciar con mayor detalle los valores obtenidos en el cálculo del índice BMWP-Cr.

Gráfico 7.
Cálculo del índice de BM WP-Cr



Aguas de calidad excelente	>120	
Aguas de calidad buena, no contaminada alteradas de manera sensible	101-119	
Aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada	61-100	
Agua de calidad mala, contaminada	36-60	
Agua de calidad mala, muy contaminada	16-35	
Agua de calidad mala, muy contaminada	<15	

4.1 DISCUSIÓN

La población de MA identificada fue de 918, predominaron 4 géneros: *Corbicula* con 185 sp, *Melanoides* con 158 sp, *Vacuperimos* con 147 sp., y *Camelobaetidius* con un total de 114 sp, respecto al tipo de suelo el que obtuvo mayor número de MA fue Bosque con un 39% del total de la población, seguido de Pastizal con un 32%, y finalmente con un 29% Agrícola. Linklader, y Winterbour (1993) (30), su estudio de la influencia de la vegetación ribereña en comunidades bentónicas en Nueva Zelanda, afirman que la vegetación ribereña suministra una fuente importante de alimento para muchos invertebrados de arroyos, y provoca diferencias en la cantidad y calidad generando cambios en la estructura de la comunidad, es decir, que la comunidad de invertebrados bentónicos difiere en relación con el tipo de sustrato suministrado por la vegetación ribereña. Es posible que las diferencias encontradas en los 3 puntos evaluados estén determinadas por las tasas de procesamiento del material alóctono que resultan de la actividad o la presencia de diferentes grupos alimentarios funcionales (filtradores, raspadores, ramoneadores, herbívoros, entre otros.), que colonizan los diferentes sustratos. Esto podría simplemente reflejar diferentes patrones de alimentación de los macroinvertebrados o diferentes mecanismos de caída de hojas desde el bosque ribereño (31).

Guinard, J; Ríos, T; Bernal, J. (2013) (32), analizaron la diversidad y abundancia de MA en 4 estaciones en las subcuencas altas y bajas del río Gariché (Panamá), en época (enero-abril) seca y lluviosa (julio-octubre) en el 2010; respecto a la evaluación del índice de Jaccard, éste indicó que las estaciones con mayor similitud fueron estación 1 y 2 con 65,2% y 76,9% para la época seca y lluviosa, respectivamente. Estas estaciones pertenecen a la subcuenca alta las cuales poseen características similares de hábitat, adaptaciones fisiológicas de los organismos, amplitud del cauce, corriente del cuerpo de agua. A diferencia del estudio anterior, en la presente investigación se realizó entre los meses de enero-marzo, relacionando los MA respecto al uso de suelo, el Clúster de Jaccard vinculó estrechamente al uso de suelo tipo Bosque y Pastizal, desvinculación en segundo plano al uso Agrícola, probablemente por la mayor incidencia antropogénica y mayores niveles de pH y temperatura.

Durante el periodo de enero-marzo en los tres puntos de recolección de muestras se determinó la calidad del hábitat fluvial y el estado de vegetación de la ribera mediante los índices IHF y QBR; el (IHF) determinó que en el uso de suelo Agrícola la calidad del hábitat fue Mala, mientras que el uso de suelo tipo Bosque obtuvo una calidad promedio Moderada y Pastizal una calidad media de Deficiente. Por otro lado, el QBR otorgó al uso Agrícola calidad Pésimo, para Bosque Intermedia y para el uso tipo Pastizal se calculó un nivel de calidad Mala. Respecto a estos resultados Naiman, R; Decamps, H; Pollock, M. (1993) (33), resalta que la degradación de los suelos de utilizados para fines Agrícolas, las diversas actividades humanas como asentamientos humanos, actividades industriales, deforestación, y desarrollo de agricultura, han provocado una fuerte degradación de estos ambientes. Los resultados son incrementos en la sedimentación, formación de bancos de arenas con la consecuente alteración de la geomorfología y hábitats ribereños, pérdida de diversidad de especies, estructura y composición de macroinvertebrados, alteración de régimen hidrológico. Así mismo, otro estudio de la calidad del agua llevado a cabo por Silva, R; Arancibia, J. (2015) (34), al evaluar la calidad del estero Catapilco (Chile) establecieron 6 estaciones a lo largo de la cuenca del rio, los IHF, QBR y de Macrófitos informan que la calidad del agua del estero es baja. Esta situación puede deberse a la baja diversidad de especies nativas y un número importante de especies introducidas, lo que incide directamente con los valores entregados por los índices; observaron que los cambios en el uso de suelo, el aumento de plantaciones forestales, está influyendo en la cantidad del recurso hídrico disponible en la cuenca, la intervención antrópica ha modificado la vegetación ribereña, el caudal disponible y la calidad del agua.

Mientras que la evaluación de los parámetros fisicoquímicos en el presente proyecto de investigación se demostró mediante el análisis Canónico se evidenciaron los géneros que predominaron respecto a su afinidad a ciertos parámetros: los géneros *Macrostemum*, *Lomohipes*, *Geromopha*, y *Curbicula* son los que tiene mayor correlación respecto al OD, mientras que para los SDT los géneros más cercanos son *Melanoide* y *Elasmothermis* con una distancia prudente a los demás géneros en estudio. Por otro lado, *Hydrobius*, *Pamacea*, *Caniculata*, *Argia*, *Simulium* y *Baetodes* son los que se encuentran asociados respecto al parámetro de Temperatura. *Vacuperinus* y *Camelobaetidius* son los mantienen una mayor correlación con la CE. Por último,

Leptonema, *Calopsosiche*, y *Apigumphus* mantienen una mejor correlación con pH. Un estudio llevado a cabo por Rivera, J; Pinilla, G. (2010) (35), evaluaron composición y la estructura del ensamblaje de macroinvertebrados asociados a la vegetación acuática flotante y al sedimento del humedal de Jaboque, mediante el estudio de variables físicas y químicas del agua. En la vegetación acuática se encontraron representantes de 36 géneros (27 confirmados y nueve por confirmar), correspondientes a 27 familias, diez órdenes y cinco clases. Las familias más abundantes en las macrófitas fueron Glossiphoniidae, Hyalellidae y Asellidae. El análisis de correlación canónica mostró que la abundancia de la familia Glossiphoniidae se relacionó positivamente con la concentración de nitratos y con la conductividad, mientras que la de la familia Tipulidae se asoció al oxígeno disuelto, con lo cual se evidencia que las condiciones eutróficas y sapróbicas del humedal influyen sobre la abundancia de estas familias debido probablemente a su adaptación a dichas características (35). Se conoce que la presencia de macroinvertebrados en el agua señala la existencia de una relación con el pH del agua, ya que mientras éste sea más neutro-alcalino más alto será el número de macroinvertebrados indicadores de calidad de agua (23).

Por otro lado, Portuguez, M y Rodríguez, K. (2013) (18), en su estudio de la determinación de la calidad del agua mediante la utilización del mismo índice para análisis del agua en Quebrada Barro, Montecillos, Costa Rica, durante el año 2013; realizaron cuatro biomonitoreos obteniendo como resultado final un puntaje total de 34 con los tipos de familias encontradas, lo cual se encuentra dentro del rango (16-35), estableciendo una calificación de calidad de agua Mala y muy contaminada. En los datos se demuestran la existencia de pequeñas variaciones en los datos durante la investigación, estas variaciones son completamente normales, dado a que, según el Instituto Meteorológico Nacional, los meses de junio, setiembre y octubre son los más lluviosos del año, es por eso que la tendencia de los datos obtenidos en la investigación disminuye durante los meses ya mencionados, estos datos no son significativamente diferentes entre sí. Caso similar se presentó en la presente investigación, el Índice BMWP-Cr, estableció que la calidad promedio del agua en los tres puntos de muestreo, mantienen valores entre 5 a 38, calificando la calidad del

agua como Mala de contaminada a muy contaminada, reflejando la carencia de diversidad de especies de acuerdo con los grados de tolerancia.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La recopilación de los macroinvertebrados en los diferentes tramos del río camarones Quevedo, se obtuvo un total de 918 macroinvertebrados entre 36 géneros y 6 órdenes, de acuerdo a los usos de suelo (Agrícola, Bosque y Pastizal), se determinó que los géneros con mayor abundancia fueron: *Corbícula* (185), *Melanoides* (158), *Vacuperinus* (147), *Camelobaetidius* (114). Obteniendo los géneros con menor abundancia (*Marilia*, *atopsyche*, *Nectopsyche*, *Polycentropus*, *Macrostemun*, *Traverella*, *Belostoma*, *Diplonychus*, *Geromorpha*, *Epigomphus*, *Hetaerina*, *Tipula*).
- Respecto a la densidad de macroinvertebrados según el uso de suelo, se evidenció mayor cantidad de MA en Bosque con un 39% del total de la población, seguido de Pastizal con un 32%, y finalmente con un 29% Agrícola.
- Los tres índices de diversidad, riqueza, dominancia de Shannon, Margalef y Simpson, basados en el uso de suelo, determinaron que Bosque fue el uso de suelo predominante dado a que obtuvo mayor riqueza entre los índices obteniendo valores superiores a diferencia de Agrícola y Pastizal.
- El Clúster de Jaccard vinculó estrechamente a los uso de suelo tipo Bosque y Pastizal, desvinculación en segundo plano al uso Agrícola, la razón podría radicar que al ser una actividad antropogénica, la zona de Palo Blanco está conformada en su mayoría por bananeras, ciertas áreas ganaderas y demás pequeños productores los cuales utilizan fertilizantes químicos sintéticos, exceso de riego y vierten desechos que ya sea por lavado, o escorrentía llegan a los efluentes provocando contaminación y pérdida de biodiversidad.
- El índice Índice QBR determinó que en el punto 1 (Agrícola) los niveles de calidad fueron Pésimos, el punto 2 (Bosque), tanto en el mes de enero como febrero se obtuvo una calidad Buena, sin embargo, bajando a Intermedia en el mes

de marzo. Respecto al punto 3 (Pastizal), en los 2 primeros meses se obtuvo un nivel de calidad es Mala, teniendo un declive para el mes de marzo, con degradación extrema de su calidad otorgándole el nivel de Pésima.

- Mientras que el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) indicó que en el uso de suelo Agrícola obtuvo una calificación de Mala a la calidad del hábitat, Bosque durante los meses de enero y febrero presentaron una calidad Moderada, mientras que para el mes de marzo la calidad descendió a Mala, y Pastizal el mes de enero presentó una calidad Moderada descendiendo a Deficiente para los meses de febrero y marzo.
- El índice biológico BMWP-CR en del río Quevedo se determinó que la calidad de agua Mala para los sitios de estudio.
- Se confirma la hipótesis alternativa planteada en la investigación, ya que los resultados obtenidos determinaron que lo usos de suelo provocan alteraciones en cuanto a la composición de macroinvertebrado y alteran la calidad hídrica.

5.2 Recomendaciones

- Realizar charlas, capacitación y un Proyecto de Educación Ambiental aplicado por los estudiantes de las carreras de IGAM guiado por los docentes de la Facultad de Ciencias Ambientales con temas relacionados sobre la explotación de los usos de suelo con respecto a la utilización de agroquímicos a los propietarios de las tierras aledañas a las fuentes hídricas.
- Para mejorar las zonas ribereñas que se encuentran cerca de los cultivos agrícolas se recomienda realizar proyectos de restauración ecológica con el fin de mejorar las fuentes hídricas y los usos de suelos afectados.
- Utilizar barreras de contención en los tramos de los ríos que se encuentran afectados por los usos de agrícolas así mejora la ocupación del suelo y reducimos la contaminación de las aguas.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

1. Figueroa R, Valdovinos C, Araya E, Parra O. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 2003; 76(2).
2. Arrivillaga J, Souki M, Herrera B. Enfoques y Temáticas en entomología [Online].; 2008 [cited 2018 octubre 10. Available from: [HYPERLINK "http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf"](http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf)
<http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf> .
3. Lucini E, Merlo C, Noé L, Bruno M, Vázquez C, Dubini L, et al. Complemento teórico de microbiología agrícola.: Universidad Nacional de Córdoba; 2017.
4. Giacometti J, Bersosa F. Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Revista Colombiana de Zoología*. 2006; 2: p. 17-32.
5. Rosales L. Uso de Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad del agua del río Palacagüina, Norte de Nicaragua. *Ciencias Ambientales*. 2012;; p. 66-75.
6. Toledo M. Determinación de la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en la Microcuenca del Río Chimborazo Riobamba: Tesis previa al título de Ingeniero en Biotecnología Ambiental. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2015.
7. Obregón A. Limnología aplicada a la acuicultura. *REDVET*. 2006; 3(1).
8. Pérez R, Pineda R, Medina M. INECC. [Online].; 2002 [cited 2018 octubre 13. Available from: [HYPERLINK "http://www.publicaciones.inecc.gob.mx/libros/533/integridad.pdf"](http://www.publicaciones.inecc.gob.mx/libros/533/integridad.pdf)
<http://www.publicaciones.inecc.gob.mx/libros/533/integridad.pdf> .
9. Secretaría del agua. Diagnóstico de las estadísticas del agua en el Ecuador. [Online].; 2015 [cited 2018 mayo 18. Available from: [HYPERLINK "http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIIc%202012-2.pdf"](http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIIc%202012-2.pdf)
<http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIIc%202012-2.pdf> .
10. Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (Senplades). Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. 1st ed. Quito; 2013.
11. GAD del Cantón Quevedo. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Quevedo 2012-2016 (Actualización) Quevedo; 2014.
12. Sierra C. Calidad del agua: evaluación y diagnóstico. Bogotá: Sello Editorial

Universidad de Medellín; 2011.

13. Aguirre J. Introducción al tratamiento de series temporales Madrid: Editorial: Díaz de Santos S.A; 1994.
14. Sawyer C, Mc Carty P, Parkin G. Química para ingeniería ambiental. Cuarta Edición ed.; 2000.
15. Instituto Nacional de formación Docente. Ministerio de Educación de Argentina. Ecosistemas Acuáticos Montevideo; 2011.
16. Moreno J, Navarro C, Heras J. Propuesta de un índice de vegetación acuático (IVAM) para la evaluación del estado trófico de los ríos de Castilla-La Mancha: a comparación con otros índices bióticos. Asociación Ibérica de Limnología. 2006; 25(3).
17. Carrera C, Fierro K. Manual de monitoreo. Macroinvertebrados acuáticos: Ecociencia; 2001.
18. Portuguez MyRK. Utilización del Índice BMWP'-CR para análisis de la calidad del agua en Quebrada Barro, Montecillos, durante el año 2013. [Online].; 2013 [cited 19 enero 2018. Available from: [HYPERLINK "http://www.fod.ac.cr/globe/wp-content/uploads/2014/03/Colegio-Gregorio-Jos%C3%A9-Ram%C3%ADrez-Castro-GLOBE-2013.pdf"](http://www.fod.ac.cr/globe/wp-content/uploads/2014/03/Colegio-Gregorio-Jos%C3%A9-Ram%C3%ADrez-Castro-GLOBE-2013.pdf)
<http://www.fod.ac.cr/globe/wp-content/uploads/2014/03/Colegio-Gregorio-Jos%C3%A9-Ram%C3%ADrez-Castro-GLOBE-2013.pdf> .
19. Kenia M. 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 Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2016.
20. Plama A, Figueroa R, Riuz V. Evaluacion de Ribera y Habitat Fluvial a traves de los Indices QBR e Ihf. Gayana (Concepción). Scielo. 2009; 73(1).
21. Yépez A, Yépez A, Urdánigo J, Morales D, Guerrero N, Tayhing C. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecuador. Ciencias Tec. UTEQ. 2017; 10(1): p. 27-34.
22. Marín E, Feijoo A. Efecto de la labranza sobre macroinvertebrados del suelo en vertisoles de un área de Colombia. TERRA Latinoamericana. 2007 Julio-Septiembre; 25(3): p. 297-310.
23. Hernández I. Composición de la Comunidad de Macroinvertebrados a lo largo de una Gradiente Longitudinal, Cabecera – Tramo Medio, en el Río Atacames (Esmeraldas, Ecuador). : Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas (PUCESE). Escuela de Ingeniería en Gestión Ambiental. Tesis de grado ; 2015.

24. Villanueva M, Cosme FZC. Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú. *Scientia Agropecuaria*. 2016; 7(1).
25. Dominguez E, Fernández H. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos Tucuman-Argentina: Fundación Miguel Lillo; 2009.
26. Pla L. Biodiversidad: Inferencia basada en el Índice de Shannon y la riqueza. *Scielo*. 2006; 31(8).
27. Campo A, Duval V. Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Revistas Científicas Complutenses*. 2013; 34(2).
28. Protocolo de evaluación de la calidad hidromorfológica. [Online].; 2014. Available from: [HYPERLINK "https://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/directiva_marc/protocol_hidri_cas.pdf"](https://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/directiva_marc/protocol_hidri_cas.pdf)
https://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/directiva_marc/protocol_hidri_cas.pdf.
29. Rodríguez E, Dominguez P, Pompa M, Quiroz J, Pérez M. Calidad del bosque de ribera del río El Tunal, Durango, México; mediante la aplicación del índice QBR. *Gayana. Botánica*. 2012; 69(1).
30. Linklater W, Wintervourn M. Life histories and production of two trichopteran shredders in New Zealand streams with different riparian vegetation. *New Zealand Journal of marine and fresh-water research*. 1993.
31. Gregory S, Wanson F, Mckee W, Unnins K. An ecosystem perspective of riparian zones. *Bioscience*. 1991; 41.
32. Arroyo D. Evaluación de la calidad de agua de las fuentes hidrográficas del Bosque Protector Río Guajalito (BPRG) a través de la utilización de macroinvertebrados acuáticos, Pichincha, Ecuador.: Universidad Sn Fransisco de Quito; 2007.
33. Naiman R, Decamps H, Pollock M. The role of riparian corridors in maintaining biodiversity. *Ecological Applications*. 1993; 2.
34. Rivera J, Pinilla G. ENSAMBLAJE DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y SU RELACIÓN CON LAS VARIABLES FÍSICAS Y QUÍMICAS EN EL HUMEDAL DE JABOQUE-COLOMBIA. *Caldasia*. 2010; 35(2).

CAPÍTULO VII
ANEXOS

ANEXO 1. Presencia y ausencia de macroinvertebrados acuáticos en los distintos usos de suelo del río Quevedo.

ORDEN	FAMILIAS	GÉNERO	PUNTOS DE MUESTREOS																								TOTAL
			PUNTO 1									PUNTO 2									PUNTO 3						
			Agrícola									Bosque									Pastizal						
			A			B			C			A			B			C			A		B		C		
E	F	M	E	F	M	E	F	M	E	F	M	E	F	M	E	F	M	E	F	M	E	F	M	E	F	M	
TRICHOPTERA	Odontoceridae	Marilia																							X	1	
	Hydrobiosidae	atopsyche												X												1	
	Leptoceridae	Nectopsyche																		X						1	
	Calamoceratidae	Banyallarga									X	X														2	
	Polycentropodidae	Polycentropus																					X			1	
	Hydroptilidae	Mayotrichia									X	X	X												X	4	
	Hydropsychidae	Macrostemun																						X		1	
		Leptonema		X	X			X				X			X	X		X		X					X	9	
COLEOPTERA	Calosopsyche		X			X																		X	3		
	Elmidae	Macrelmis	X	X		X	X											X	X	X	X				X	9	
EPHEMEROPTERA	Hydrophilidae	Hydrobius																	X						X	2	
	Leptophlebiidae	Traverella					X																			1	
	Baetidae	Camelobaetidium		X	X		X	X			X	X			X		X	X							X	X	11
		Americabaetis									X	X		X					X								4
	Leptohiphidae	Baetodes										X							X							2	
		Lomohipes		X			X													X		X		X	X	X	7
	Caenidae	Leptohiphes		X			X													X		X					3
		Vacuperinus			X		X			X	X	X	X			X		X	X		X					X	11
HEMIPTERA	Belostomatidae	Belostoma																	X							1	
		Diplonchus																	X							1	
	Corixidae	Heterocorixa					X																	X		2	
		Geromorpha																					X		X	X	2
	Naucoridae	Heterocorixa		X												X								X		3	
		Limnocoris									X	X									X		X				2
	Gerridae	macroptero		X	X	X	X				X									X		X		X	X	X	10
		Geromorpha										X															1
ODONOTA	Gomphidae	Epigomphus								X																1	
	Libellulidae	elasmothemis								X	X		X	X		X						X				6	
	Calopterygidae	Hetaerina													X											1	
	Coenagrionidae	Argia						X		X										X						3	
BIVALVIA	Tabanidae	chrysops					X								X											2	
		Tipula		X																						1	
	Simuliidae	Simulium							X											X						2	
	Corbiculidae	corbicula	X		X	X			X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	19	
GASTROPODA	Thiaridae	melanoides	X		X	X			X					X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	16	
	ampullaroide	Pomacea canaliculata								X			X			X	X									5	

Elaboración: Autor

Anexo 2. Cálculo de los índices de diversidad, riqueza, dominancia de Shannon , Margalef y Simpson.

LUGARES	Shannon_H	Margalef	Simpson_1-D
AGR.A.E	1,53	1,43	0,75
AGR.A.F	1,40	1,89	0,65
AGR.A.M	1,26	1,34	0,62
AGR.B.E	1,66	1,44	0,79
AGR.B.F	1,46	1,94	0,68
AGR.B.F	0,85	0,56	0,54
AGR.C.E	1,27	1,14	0,70
AGR.C.F	0,38	0,48	0,22
AGR.C.M	1,40	1,50	0,67
BOS.A.E	1,74	2,01	0,77
BOS.A.F	1,63	1,84	0,75
BOS.A.M	2,03	2,15	0,86
BOS.B.E	1,12	0,98	0,62
BOS.B.F	1,22	1,03	0,65
BOS.B.M	1,68	2,17	0,71
BOS.C.E	0,66	1,06	0,31
BOS.C.F	0,52	0,67	0,27
BOS.C.M	1,73	2,00	0,79
PASTL.A.E	1,64	1,57	0,77
PASTL.A.F	0,82	0,56	0,47
PASTL.A.M	1,49	1,21	0,74
PASTL.B.E	0,86	0,72	0,54
PASTL.B.F	0,83	1,09	0,39
PASTL.B.M	1,09	1,30	0,58
PASTL.C.E	0,69	0,31	0,50
PASTL.C.F	1,73	2,27	0,79
PASTL.C.M	1,83	2,10	0,81

Anexo 3. Memoria Fotográfica



Ilustración 1: Recolección de muestras de MA en el Punto 1, correspondiente al uso de suelo Agraria- Palo Blanco.



Ilustración 2: Recolección de muestras de MA en el Punto 2, uso de suelo Bosque- Holandesa-Camarones



Ilustración 3: Identificación de especies de MA a nivel de laboratorio, mediante un estereoscopio

Anexo 4. Especies de MA identificados a nivel de laboratorio



Ilustración 1: MA, *Caenidae Vastuperinus*
Epheropteda



Ilustración 2: MA, *Hydropsychidae*
Leptonema Trichoptera