



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE LICENCIATURA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Proyecto de Investigación previo

a la obtención del Título de

Licenciada en Gestión Ambiental

Título del Proyecto de Investigación:

CALIDAD DEL AGUA Y COMPOSICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LAS
COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN
LA MICROCUENCA DEL RÍO QUEVEDO, PROVINCIA DE LOS RÍOS,
ECUADOR.

Autora:

Bianca Daniela Vera Mesías

Directora del Proyecto de Investigación:

Ing. Norma María Guerrero Chuez, M.Sc.

Quevedo - Ecuador

2021-2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.

Yo, **Bianca Daniela Vera Mesías**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría, no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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



Bianca Daniela Vera Mesías

C.C. 1207331131

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita, **ING. NORMA GUERRERO CHUEZ MSc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Bianca Daniela Vera Mesías**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**CALIDAD DEL AGUA Y COMPOSICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN LA MICROCUENCA DEL RÍO QUEVEDO, PROVINCIA DE LOS RÍOS, ECUADOR**” bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Firmado electrónicamente por:

**NORMA MARIA
GUERRERO CHUEZ**

Ing. Norma Guerrero Chuez MSc.

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

Por medio de la presente, permito certificar, que la Srta. Bianca Daniela Vera Mesías, estudiante egresada de la Carrera de Licenciatura en Gestión Ambiental presencial, una vez que se revisó el proyecto de investigación “Calidad del agua y composición de la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la microcuenca del río Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador”, tengo a bien informar que se realizó la revisión respectiva por medio del sistema Urkund, con un porcentaje favorable de 6% Se adjunta imagen del sistema Urkund



Document Information

Analyzed document	Proyecto de Investigacion_Bianca Vera Mesias PPA2021.docx (D112144817)
Submitted	9/6/2021 9:58:00 PM
Submitted by	Norma Guerrero Chuez
Submitter email	nguerrero@uteq.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	nguerrero.uteq@analysis.urkund.com



Firmado electrónicamente por:

**NORMA MARIA
GUERRERO CHUEZ**

Ing. Norma Guerrero Chuez MSc.

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE LICENCIATURA EN GESTIÓN AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“CALIDAD DEL AGUA Y COMPOSICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN LA MICROCUENCA DEL RÍO QUEVEDO, PROVINCIA DE LOS RÍOS, ECUADOR”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de “Licenciada en Gestión Ambiental”.

Aprobado por:



Firmado electrónicamente por:
**JULIO CESAR
PAZMINO
RODRIGUEZ**

**Ing. Julio Pazmiño Rodríguez.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS ALBERTO
NIETO CAÑARTE**

**Ing. Carlos Nieto Cañarte
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
**ANGEL JOEL
YEPEZ ROSADO**

**Ing. Ángel Yépez Rosado
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, por darme la sabiduría y fortaleza para seguir cumpliendo mis metas propuestas.

A mis padres Fausto Vera y Blanca Mesías, por ser mi guía, mis mejores consejeros, les agradezco por todo el amor y dedicación brindada en cada etapa de mi vida, les agradezco por la mejor herencia que pude recibir de ellos, el estudio, a ellos quienes hoy en día están en el cielo, estaré eternamente agradecida por su incondicional amor, apoyo y paciencia gracias por todo queridos padres.

A mis hermanas Lucy y María por el apoyo brindado en los momentos más difíciles.

A mi novio Miguel Zambrano por el amor, constancia y apoyo brindado en mi carrera de estudio.

A la “Universidad Técnica Estatal de Quevedo” por brindarme la oportunidad de estudiar en tan prestigiosa institución, a cada uno de los ingenieros de la Facultad, por formar parte de mi instrucción académica, a la Ing. Mariela Díaz por su apoyo brindado, a mi directora de tesis Ing. Norma Guerrero, por sus consejos brindados y apoyo en el transcurso de este proyecto, al Ing. Carlos Nieto y al Blgo. Juan Urdánigo por la ayuda brindada.

Bianca Daniela Vera Mesías

DEDICATORIA

A mis queridos padres por su amor
y apoyo incondicional

A mi compañero de vida Miguel

A mis hermanas Lucy y María

A mis sobrinas Saskia, Alina y Alis

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

La presente investigación se desarrolló en la microcuenca del río Quevedo, Ecuador con la finalidad de evaluar la calidad, composición de la estructura de macroinvertebrados acuáticos y su relación con los usos de suelo agrícola, bosque, mina, pastizal, urbano. Durante los meses de diciembre hasta agosto del 2021, se realizaron 180 muestreos en 30 estaciones, donde se aplicaron los índices de diversidad ecosistémica, parámetros fisicoquímicos los cuales se complementaron con el índice biótico de calidad del agua BMWP-Cr, los índices de hábitat fluvial (IHF), y calidad de bosque de ribera (QBR).

Se colectaron 4562 especímenes durante la época lluviosa, en 14 órdenes, 51 familias, 89 géneros, siendo los géneros más representativos *Xiphocentron*, *Baetodes*, *Vacuperinus*. A diferencia de la época seca con 3769 especímenes, distribuidos en 11 órdenes, 29 familias, 37 géneros, siendo de mayor representación los géneros *Baetodes*, *Pentaneura*.

Por otra parte, el uso de suelo bosque, mostró mayor dominancia de acuerdo al índice de Dominancia Simpson 1-D, a diferencia de otros usos de suelo evaluados muestran mayor riqueza de especies. En cuanto a la calidad del agua obtenida mediante la aplicación del índice biótico BMWP-Cr entre épocas, el uso de suelo bosque presenta un nivel de calidad de aguas excelente, a diferencia de los demás usos de suelo reflejan una calidad de agua moderada durante la época lluviosa, y en la época seca, los usos de suelos presentan un nivel de calidad de agua que va de regular a mala.

En cuanto al análisis de Correspondencia Canónica (ACC), la época lluviosa, demostró que el género *Polycentropus* es influenciado por el pH, y los géneros *Xiphocentron* y *Baetodes* son sensibles a la Temperatura (°C), mientras que, durante la época seca los géneros *Brachydiplacinae* y *Choroterpes* se mostraron sensibles al Oxígeno disuelto, y el género *Pentaneura* a los sólidos disueltos totales.

Palabras claves: especímenes, diversidad ecosistémica, diversidad taxonómica, índice BMWP-Cr.

ABSTRACT AND KEYWORDS

This research was carried out in the micro-basin of the river Quevedo, Ecuador, with the purpose of evaluating the quality and composition of the structure of aquatic macroinvertebrates and its relationship with the uses of agricultural land, forest, mine, grassland and urban. During the months of December to August 2021, 180 samples were carried out at 30 stations, where ecosystem diversity indices were applied, and physicochemical parameters were supplemented by the biotic index of water quality BMWP-Cr, and river habitat indices (IHF), and river forest quality (QBR).

4562 specimens were collected during the rainy season, in 14 orders, 51 families and 89 genres, being the most representative genres *Xiphocentron*, *Baetodes*, *Vacuperinus*. Unlike the dry season with a total of 3769 specimens, distributed in 11 orders, 29 families and 37 genres, the most represented being the genres *Baetodes*, *Pentaneura*.

In addition, forest land use showed greater dominance according to the Simpson 1-D Dominance index, unlike other land uses evaluated shows a greater wealth of species. As for the water quality obtained through the application of the BMWP-Cr biotic index between times, forest land use has an excellent level of water quality, unlike other soil uses which reflect moderate water quality during the rainy season, while in the dry season, all uses of soils have a water quality level that goes from regular to bad.

As for the Channonica Correspondence (ACC) analysis, during the rainy season, it was shown that the genus *Polycentropus* is influenced by pH, and the genres *Xiphocentron* and *Baetodes* are sensitive to Temperature (°C), on the other hand, during the dry season the genus *Brachydiplacinae*.

Keywords: Specimens, ecosystem diversity, taxonomic diversity, BMWP-Cr index.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de Investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
Diagnóstico.....	4
Pronóstico	5
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos	5
1.3. Justificación.....	6
CAPITULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1. Marco conceptual	8
2.1.1. Calidad del Agua	8
2.1.2. Parámetros físicos del agua	8
2.1.2.1. Turbidez del agua.....	8
2.1.2.2. Sólidos disueltos totales.....	8

2.1.2.3.	Temperatura	8
2.1.3.	Parámetros químicos.....	8
2.1.3.1.	pH.....	8
2.1.3.2.	Oxígeno disuelto	9
2.1.3.3.	Conductividad eléctrica	9
2.1.4.	Deterioro de la Calidad del Agua	9
2.1.5.	Contaminación del agua	9
2.1.6.	Principales fuentes contaminantes del agua	9
2.1.6.1.	Aguas Residuales.....	9
2.1.6.2.	Desechos orgánicos.....	9
2.1.6.3.	Sedimentos y materiales suspendidos.....	10
2.1.7.	Índice Biológicos de Calidad del Agua	10
2.1.8.	Macroinvertebrados acuáticos	10
2.1.9.	Índice de Diversidad.....	10
2.1.9.1.	Índice de Shannon – Wiener	10
2.1.9.2.	Índice de dominancia Simpson	11
2.1.9.3.	Índice de Margalef	11
2.1.10.	Índice BMWP-CR	11
2.1.12.	Índice de hábitat fluvial (IHF)	12
2.2.	Marco referencial.....	12
CAPÍTULO III		15
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		15

3.1.	Localización.....	16
3.1.1.	Selección y ubicación de los sitios de monitoreo	17
3.2.	Tipo de Investigación	17
3.3.	Métodos de la Investigación	18
3.3.1.	Método de observación.....	18
3.3.2.	Método Descriptivo	18
3.4.	Fuentes de Recopilación de información.....	18
3.5.	Diseño de la Investigación.....	18
3.6.	Estructura, abundancia, diversidad de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos existentes en la microcuenca del Río Quevedo	19
3.7.	Calidad del agua mediante la utilización el Índice BMWP-Cr	22
3.8.	Relación de los parámetros fisicoquímicos con los géneros de macroinvertebrados acuáticos	22
3.9.	Índice de Calidad de Ribera (QBR) e Índice de hábitat fluvial (IHF).....	23
3.9.1.	Índice de Calidad de Ribera (QBR).....	23
3.9.2.	Índice de hábitat fluvial (IHF)	23
3.10.	Tratamiento de los datos.....	24
3.11.	Materiales	24
CAPÍTULO IV		25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		25
4.1.	Estructura, abundancia, diversidad de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos existentes en la microcuenca del Río Quevedo	26

4.1.1	Macroinvertebrados acuáticos existentes durante la época lluviosa y seca en la microcuenca del Río Quevedo.....	26
4.1.2.	Determinación de la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos mediante la aplicación del ANOVA y pruebas de múltiples rangos en los sitios de estudio.....	32
4.2.	Calidad del agua aplicando el Índice BMWP-Cr	33
4.2.1.	Época lluviosa.....	33
4.2.2.	Época seca	34
4.2.3.	Inferencial BMWP vs usos de suelo	36
4.2.4.	Análisis de similitud ANOSIM	37
4.2.4.1.	Época lluviosa.....	37
4.2.4.2.	Época Seca.....	38
4.3.	Relación de los parámetros fisicoquímicos con los géneros de macroinvertebrados acuáticos	38
4.3.1.	Parámetros físicos químicos.....	38
4.3.2.	Análisis de Correspondencia Canónica.....	41
4.3.2.1.	Época lluviosa.....	41
4.3.2.2.	Época seca	42
4.4.	Estado de la vegetación de ribera en los usos de suelo aplicando los Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de hábitat fluvial (IHF)	43
4.4.1.	Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR).....	43
4.4.1.1.	Época lluviosa.....	43

4.4.1.2.	Época seca	44
4.4.2.	Índice de hábitat fluvial (IHF)	45
4.4.2.1.	Época lluviosa.....	45
4.4.2.2.	Época seca	46
CAPÍTULO V.....		38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		38
5.1.	Conclusiones.....	48
5.2.	Recomendaciones	49
CAPÍTULO VI		50
BIBLIOGRAFÍA		50
6.1.	Bibliografía.....	51
CAPITULO VII.....		48
ANEXOS		48
7.1.	Anexos	59

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1.	Localización del área de estudio	16
Figura 2.	Análisis de Correspondencia Canónica en la época lluviosa	41
Figura 3.	Análisis de Correspondencia Canónica realizado para la época seca	42

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1.	Información de la selección de los lugares de monitoreo.....	17
----------	--	----

Tabla 2. Índices de Diversidad Ecosistémica	19
Tabla 3. Evaluación de los Puntos de recolección de muestras.....	19
Tabla 4. Ubicación e información de las zonas de muestreo.....	21
Tabla 5. Clasificación de la calidad del agua, en función del puntaje total obtenido al utilizar el índice BMWP-Cr	22
Tabla 6. Calidad del Índice de Calidad de Bosque de Ribera	23
Tabla 7. Nivel de calidad del índice de hábitat Fluvial	23
Tabla 8. Listado de materiales utilizados	24
Tabla 9. Abundancia de los macroinvertebrados en la época lluviosa en los usos de suelo en la Microcuenca del río Quevedo.....	27
Tabla 10. Abundancia de los macroinvertebrados en la época seca en los usos de suelo (agrícola, bosque, mina, pastizal, urbano) en la Microcuenca del río Quevedo.....	31
Tabla 11 ANOVA de la estructura de los macroinvertebrados acuáticos en los diferentes usos de suelo	33
Tabla 12. ANOVA BMWP – Cr vs Época lluviosa y Seca.....	36
Tabla 13. ANOVA BMWP – Cr vs los diferentes usos de suelos.....	36
Tabla 14. Análisis de similitud ANOSIM entre géneros de macroinvertebrados acuáticos y usos de suelo, valores de P con corrección de Bonferroni	37
Tabla 15. Análisis de similitud ANOSIM entre géneros de macroinvertebrados acuáticos y usos de suelo, valores de P con corrección de Bonferroni	38
Tabla 16. Valores de los parámetros físicos químicos en los cinco usos de suelo de la microcuenca del Río Quevedo.....	40

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1. Aplicación del índice biótico en los diferentes usos de suelo durante la época lluviosa, en la microcuenca del río Quevedo.....	34
--	----

Gráfico 2. Aplicación del índice biótico durante época seca en los diferentes usos de suelo, en la microcuenca del río Quevedo.	35
Gráfico 3. Evaluación del Índice QBR en los diferentes usos de suelo durante la época lluviosa.....	43
Gráfico 4. Evaluación del Índice QBR en los diferentes usos de suelo durante la época seca en la microcuenca del río Quevedo.	44
Gráfico 5. Resultado del índice IHF durante la época lluviosa, en la microcuenca del río Quevedo.....	45
Gráfico 6. Resultado de la evaluación del Índice de Hábitat Fluvial durante la época seca, en la microcuenca del río Quevedo.	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla de distribución de especímenes de acuerdo al sustrato y microhábitat en época lluviosa	59
Anexo 2. Tabla de distribución de especímenes según el sustrato y microhábitat época seca	63
Anexo 3. Resultados del índice de similitud (ANOVA) pH	66
Anexo 4. Resultados del índice de similitud (ANOVA) Temperatura.....	66
Anexo 5. Resultados del índice de similitud (ANOVA) Conductividad eléctrica	66
Anexo 6. Resultados del índice de similitud (ANOVA) Sólidos Disueltos Totales	67
Anexo 7. Resultados del índice de similitud (ANOVA) BMWP-CR VS épocas	67
Anexo 8. Resultados del índice de similitud (ANOVA) índice BMWPR vs usos de suelo	68
Anexo 9. Resultados del índice de similitud (ANOVA) Taxa	68
Anexo 10. Resultados del índice de similitud (ANOVA) Individuos	68
Anexo 11. Resultados del índice de similitud (ANOVA) Dominancia de Simpson.....	68

Anexo 12. Resultados del índice de similitud (ANOVA) Diversidad de Shannon.....	69
Anexo 13. Resultados del índice de similitud (ANOVA) Riqueza de Margalef.....	69
Anexo 14. Búsqueda y recolección de especímenes en uso de suelo urbano, época lluviosa	69
Anexo 15. Recolección de macroinvertebrados en uso de suelo pastizal, época lluviosa ..	70
Anexo 16. Colecta de macroinvertebrados en uso de suelo agrícola, época lluviosa	70
Anexo 17. Colecta de macroinvertebrados en uso de suelo mina, época seca	71
Anexo 18. Colecta de macroinvertebrados en uso de suelo pastizal	71
Anexo 19. Recolección de macroinvertebrados en uso de suelo urbano, época seca	72
Anexo 20. Captura de macroinvertebrados	Anexo 21. Visualización de..... 72
Anexo 22. Macroinvertebrado del género	Anexo 23. Macroinvertebrado: género Baetis
	72

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Calidad del agua y composición de la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la microcuenca del río Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador		
Autor:	Bianca Daniela Vera Mesías		
Palabras claves:	Especímenes	diversidad ecosistémica	diversidad taxonómica
	índice BMWP-Cr		
Fecha de publicación:	Diciembre, 2021		
Editorial	Quevedo: UTEQ, 2021		
Resumen:	Resumen: La presente investigación se desarrolló en la microcuenca del río Quevedo, Ecuador con la finalidad de evaluar la calidad, composición de la estructura de macroinvertebrados acuáticos y su relación con los usos de suelo agrícola, bosque, mina, pastizal, urbano. Durante los meses de diciembre hasta agosto del 2021, se realizaron 180 muestreos en 30 estaciones, donde se aplicaron los índices de diversidad ecosistémica, parámetros fisicoquímicos los cuales se complementaron con el índice biótico de calidad del agua BMWP-Cr, los índices de hábitat fluvial (IHF), y calidad de bosque de ribera (QBR) (...) Abstract: This research was carried out in the micro-basin of the river Quevedo, Ecuador, with the purpose of evaluating the quality and composition of the structure of aquatic macroinvertebrates and its relationship with the uses of agricultural land, forest, mine, grassland and urban. During the months of December to August 2021, 180 samples were carried out at 30 stations, where ecosystem diversity indices were applied, and physicochemical parameters were supplemented by the biotic index of water quality BMWP-Cr, and river habitat indices (IHF), and river forest quality (QBR).		
Descripción	94 hojas: dimensión: 29x21 cm		
URI:			

INTRODUCCIÓN

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible fueron adoptados a nivel mundial para erradicar la pobreza, garantizar que las personas gocen de paz y prosperidad, y protección del planeta, para impulsar el manejo sustentable y sostenible de recursos naturales no renovables entre ellos los recursos hídricos (1) . De acuerdo a la Organización de Naciones Unidas en el Objetivo 6: Agua Limpia y Saneamiento, más del 80% de las aguas residuales resultantes de actividades humanas se vierten en los ríos o el mar sin ningún tratamiento, lo que provoca su contaminación (2), generando efectos negativos en la salud de los seres vivos.

“Los macroinvertebrados acuáticos responden claramente a la contaminación y son buenos indicadores de los impactos antropogénicos en ríos” (3). El uso de macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua empezó hace más de 100 años en Europa. Hoy en día, constituye una herramienta muy útil y de relativamente bajo costo, por lo que es ampliamente utilizado en todo el mundo. A diferencia de los análisis físico-químicos, los cuales representan la condición del agua en el momento del muestreo, los indicadores biológicos muestran tendencias a través del tiempo, es decir, se pueden comparar condiciones pasadas y presentes (4).

Los ecosistemas de río reflejan los impactos que los seres humanos tienen sobre el ambiente. Entender las amenazas a los que están expuestos estos ecosistemas y tener herramientas para evaluar estos impactos es esencial para la conservación y el manejo de los ecosistemas acuáticos (3).

En el Ecuador existen leyes, reglamentos, acuerdos que regulan el uso y manejo del agua, establecidos en artículos de la Constitución de la República del Ecuador, Código Orgánico del Ambiente, Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamientos del Agua, Decreto Ejecutivo 650: Reglamento Ley Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua Acuerdo 97: Anexo 1 Norma de calidad y de descarga de efluentes al recurso agua, a pesar de ello, aún existen falencias en los mecanismos de control aplicados por las autoridades competentes, lo cual repercute en la seguridad hídrica de provincia de Los Ríos.

La microcuenca del río Quevedo ha sido afectada negativamente, por varias actividades antropogénicas y asentamientos humanos cercanos al río, principalmente las descargas de aguas residuales directamente al cuerpo de agua sin un previo tratamiento, debido a la

inexistencia de una planta de tratamiento para aguas residuales urbanas, lo cual ha generado alteraciones en los parámetros físico-químicos del agua.

Actualmente, existen estudios formales de la estructura de los macroinvertebrados como indicadores en relación a los usos de suelos (urbanismo, agricultura e industria) en la integridad ecológica y calidad del agua en el río Quevedo, entre ellos el estudio de *Macroinvertebrados como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo* (5).

La importancia de esta investigación, conlleva a la generación de una línea base de la estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, con la finalidad a futuro de generar acciones y planes de manejo ambiental de los recursos naturales y minimización de las actividades antropogénicas de mayor impacto ambiental en el recurso hídrico.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de Investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

La degradación del ambiente, el manejo y uso inadecuado del recurso hídrico, el crecimiento poblacional y demás actividades antropogénicas contaminantes causan efectos perjudiciales en los ecosistemas aledaños al río, por lo tanto, las actividades de recreación cotidianas y la pesca ha disminuido debido a la contaminación del río Quevedo.

El aporte de materia orgánica desde la vegetación ribereña es determinante en la estructura y complejidad de los sistemas fluviales; es identificado como el mayor aporte energético en ríos y una fuente importante de alimento para macroinvertebrados en arroyos de cabecera (6), sin embargo, la alteración de las características hidromorfológicas del río debido a actividades agropecuarias, mediante el reemplazo de la vegetación ribereña por monocultivos como arroz, maíz, cacao, ha afectado, la estructura y comunidades de macroinvertebrados acuáticos.

Diagnóstico

La degradación de la calidad del agua, se ha suscitado como un problema para la salud de los seres vivos, principalmente para la biota acuática existente en la microcuenca del río por lo que es importante la realización del monitoreo, para determinar la calidad del agua mediante los macroinvertebrados acuáticos.

Además, existe incumplimiento por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Quevedo, en el Código Orgánico del Ambiente artículo 196 *“Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deberán tener infraestructura técnica para la instalación de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales, en caso de no llevarse al sistema de alcantarillado, su tratamiento deberá hacerse de modo que no se perjudique el ambiente”* (7), se evidencia alteración en las riberas del río, debido a las fuentes de contaminación directas que provienen del alcantarillado sanitario inadecuado de ciertas partes de la ciudad, esto provocará la disminución de la biota acuática, incluyendo la diversidad de macroinvertebrados.

Pronóstico

El uso y manejo inadecuado del agua, en la microcuenca del río a largo plazo provocaría la degradación de la calidad del agua, pérdida de la diversidad de los ecosistemas acuáticos, y en ciertos casos eutrofización, es decir, el agua se convertiría en un recurso no apto para uso y consumo de los seres vivos.

1.1.2. Formulación del problema

¿Las diferentes actividades antrópicas perturban la calidad del agua y las estructuras de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos existentes en la microcuenca del río Quevedo?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Existe relación entre las comunidades de los especímenes acuáticos con la calidad del agua de la microcuenca del río?

¿El cambio de uso de suelo bosque a actividades agrícolas deteriora la calidad del agua de la microcuenca del río Quevedo?

¿Existe relación entre los parámetros físico-químicos y la diversidad de macroinvertebrados acuáticos existentes en la microcuenca del río Quevedo?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar la calidad del agua basado en el estudio de la dinámica y composición de la estructura de los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en la microcuenca del río Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar la estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, en cuanto a la composición, abundancia, diversidad, y riqueza en la microcuenca del río Quevedo.
- Determinar la calidad del agua mediante la aplicación del Índice BMWP-CR.

- Identificar la relación de los parámetros fisicoquímicos con los géneros de macroinvertebrados acuáticos.
- Evaluar el estado de la vegetación de ribera en los diferentes usos de suelo mediante la aplicación del Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF).

1.3. Justificación

La evaluación de la calidad del agua se ha realizado tradicionalmente basada en los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos. Sin embargo, en los últimos años, muchos países han aceptado la inclusión de los macroinvertebrados para evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos (8).

Esta investigación está enfocada en la calidad del agua mediante los bioindicadores, parámetros físicos químicos, al realizar la evaluación de los estándares de calidad del agua más importantes, se conocerá el nivel de contaminación del agua de la microcuenca del río Quevedo.

La microcuenca del río Quevedo, a lo largo del tiempo ha sufrido varias alteraciones químicas, físicas y microbiológicas, por diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas.

La prevención y control de la contaminación del agua, será controlada por la entidad competente ambiental y el Gobierno Autónomo Descentralizado como lo indica la Ley de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua en el Art. 79, por ende, deberá implementar métodos para el diagnóstico ambiental y control de actividades contaminantes, mediante planes de acción y mitigación para la disminución de contaminación del agua.

Por lo tanto, es importante realizar esta investigación, para determinar la calidad del agua, a través del uso de índice de macroinvertebrados acuáticos, los cuales serán la base para determinar los niveles de contaminación existente en la microcuenca, mediante la existencia de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos que se encuentren en el río.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Calidad del Agua

La calidad de agua tiene consecuencias directas en la salud humana, situación que se torna más grave por la demanda creciente. El agua potable es necesaria para la vida, para la salud y para una existencia productiva (9).

2.1.2. Parámetros físicos del agua

2.1.2.1. Turbidez del agua

La turbidez del agua se genera por la presencia de partículas en suspensión. La velocidad de sedimentación de las partículas pequeñas (menores al micrón de diámetro) es muy baja, por lo que requieren tratamiento para lograrla en tiempos útiles. Las mayores a un micrón sedimentan espontáneamente (10).

2.1.2.2. Sólidos disueltos totales

Todos los contaminantes presentes en el agua, a excepción de los gases disueltos, contribuyen a la “carga de sólidos”. Los sólidos pueden ser orgánicos y/o inorgánicos, provenientes de diferentes actividades domésticas, comerciales e industriales (11).

2.1.2.3. Temperatura

La temperatura perturba la mayor parte de los procesos biológicos que poseen sitio en los ecosistemas acuáticos, además perturba la solubilidad de los gases disueltos en el agua (9).

2.1.3. Parámetros químicos

2.1.3.1. pH

La concentración de iones hidrógeno ($\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$) interviene en los equilibrios de diferentes sustancias químicas que pueden encontrarse en diferentes formas de acuerdo a la acidez, por ejemplo, en la solubilidad de los metales. El intervalo de acidez idóneo para la vida es muy estrecho y crítico. El pH de las aguas naturales se encuentra en un rango comprendido entre 6 y 9 (9).

2.1.3.2. Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto pertenece a los indicadores mayormente usados para el medio fluvial ya que participa en un gran número de procesos que tienen lugar en el medio acuático (9).

2.1.3.3. Conductividad eléctrica

La conductividad es la capacidad que presenta el agua para conducir la electricidad. Se debe a las sales que lleva disueltas. No es un parámetro específico de una especie concreta, sino que engloba al conjunto de iones (9).

2.1.4. Deterioro de la Calidad del Agua

Las primordiales razones del deterioro de la calidad del agua, tanto para el agua dulce como la salada, son las aguas residuales urbanas e industriales vertidas sin control, frecuentemente sin tratamiento, así como las prácticas agrícolas deficientes (9).

2.1.5. Contaminación del agua

La contaminación hídrica se entiende como la acción de introducir algún material en el agua alterando su calidad y su composición química. Según la Organización Mundial de la Salud el agua está contaminada “cuando su composición se haya modificado de modo que no reúna las condiciones necesarias para el uso, al que se le hubiera destinado en su estado natural” (12).

2.1.6. Principales fuentes contaminantes del agua

2.1.6.1. Aguas Residuales

Las cantidades de aguas residuales y otros contaminantes generados en los hogares varían de país en país. Esas variaciones están influenciadas por el clima, factores socio-económicos, uso de tecnología en el hogar y otros factores. La producción de residuos generados por las actividades humanas es inevitable (13).

2.1.6.2. Desechos orgánicos

Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno (14).

2.1.6.3. Sedimentos y materiales suspendidos.

Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua (14).

2.1.7. Índice Biológicos de Calidad del Agua

Los bioindicadores se emplean en 2 modelos de investigación: el diagnóstico o evaluación rápida, (fecha de muestreo única) y, a menudo se basa en comparaciones entre sitios (p.ej. río-arriba y río abajo de la fuente de contaminación) (4).

2.1.8. Macroinvertebrados acuáticos

Son organismos que habitan en el fondo de ríos y lagos, adheridos a sustratos como plantas acuáticas, madera y piedras sumergidas. Se les nombra macroinvertebrados, porque tiene un tamaño aproximado de 0.5mm hasta cerca de 5.0mm, se pueden ver a primera vista (8).

2.1.9. Índice de Diversidad

El estudio de la biodiversidad forma parte de los intereses de numerosos biólogos, pero las herramientas matemáticas que aplican en su medida no siempre son las correctas para realizar inferencias sobre los cambios en la diversidad biológica, o sobre la importancia relativa de la diversidad dentro y entre grupos (15).

2.1.9.1. Índice de Shannon – Wiener

Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas de un determinado hábitat. Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra (16).

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

Donde (16):

H = Índice de Shannon-Wiener

Pi = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural

2.1.9.2. Índice de dominancia Simpson

El índice de Simpson es otro método utilizado, comúnmente, para determinar la diversidad de una comunidad vegetal (16).

$$S = 1 / \sum \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

Donde:

S = Índice de Simpson

n_i = número de individuos en la i ésima especie

N = número total de individuos

2.1.9.3. Índice de Margalef

Convierte el número de especies por muestra a una proporción donde las especies son agregadas por desarrollo de modelo. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. Teniendo en cuenta únicamente la riqueza de especies de especies (17).

$$D_{mg} = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Donde (17):

S= Número total de especies presentes

N= Número total de individuos

2.1.10. Índice BMWP-CR

El “BMWP” (“Biological Monitoring Working Party”), se fundamenta únicamente en la existencia de familias y sus valores de tolerancia indicados, plenamente sin dependencia de la proporción de géneros o individuos recolectados de cada familia, por lo cual es de factible aplicación (4).

2.1.11. Índice de calidad de bosque de ribera (QBR)

El índice QBR se demuestra en la evaluación de cuatro elementos del hábitat ribereño; 1. nivel de cobertura de la cubierta vegetal, 2. composición de la vegetación, 3. calidad de la cubierta vegetal y 4. nivel de naturalidad del canal fluvial. En las cuales se asignan puntuaciones que fluctúan entre 0 y 25 dependiendo del estado de cada una de estas (18).

2.1.12. Índice de hábitat fluvial (IHF)

El IHF mide puntos físicos del cauce involucrados con la variedad de hábitats y que dependen en gran medida de la hidrología y del sustrato que existe, como son la frecuencia de rápidos, la existencia de diversas velocidades y profundidades, el nivel de integración del sustrato y sedimentación en pozas, y la diversidad y representación de sustratos. También evalúa la presencia y dominancia de distintos elementos variados, que contribuyen a incrementar la diversidad de hábitat físico y de las fuentes alimenticias (19).

2.2. Marco referencial

El estudio realizado por Ramírez (20) acerca de la influencia de la ganadería en los macroinvertebrados acuáticos en microcuencas de los Andes centrales de Colombia, durante la época seca del 16 al 21 de julio del 2013, en 9 quebradas, aplicó el índice biótico BMWP-col, midió parámetros fisicoquímicos. Los resultados en el índice de BMWP, de ambos grupos de quebradas mostraron un nivel de calidad de aguas muy limpias, el resultado del análisis de parámetros fisicoquímicos, los cuerpos de agua sin bosques ribereños presentaron mínimos valores para los cuerpos en oxígeno disuelto y máximos valores para turbidez, nitrógeno total, sólidos suspendidos totales.

Según Gutiérrez, Meza & Salazar (21) en un estudio sobre descomposición de hojas y colonización de macroinvertebrados en dos microcuencas tropicales, caracterizando dos puntos de muestreos la quebrada La Elvira y quebrada Chuscales, para la determinación de la calidad del agua se utilizó el índice BMWP-col y el índice de riqueza total EPT, índice de riqueza Shannon y dominancia (Simpson). Los resultados según el índice BMWP-col, indican que La Elvira presentó calidad de aguas muy limpias, mientras que, Chuscales, aguas de buena calidad, no alteradas de manera sensible.

El estudio realizado por Alomía & otros (22) referente a los especímenes acuáticos para estimar el nivel de calidad del agua de la cuenca alta del río Huallaga, el trabajo de campo lo realizaron en 12 estaciones de temporada seca y 12 estaciones de temporada lluviosa. Los

resultados en los parámetros fisicoquímicos presentan aumento en la temperatura, mientras que el oxígeno disuelto fue menor, el pH más elevado en época seca que en época lluviosa, por otra parte, los resultados de taxa, indican que la clase insecta representa el 94% y 95% de abundancia total en temporada seca y lluviosa, mientras que el índice EPT, representó el 42% de abundancia total en época seca, y un aumento de 59% en época lluviosa.

Custodio & Chanamé (23) en su estudio realizado acerca de la biodiversidad de macroinvertebrados en el río Cunas mediante indicadores, realizado en época seca y lluviosa, los resultados de los indicadores fisicoquímicos y bacteriológicos del agua en parámetros como el pH se encuentra en rangos naturales, el oxígeno disuelto refleja un nivel relativamente bueno, la turbidez mostró mayores valores en época lluviosa, y los sólidos totales disueltos en época lluviosa fue de 102,67 mg/L mientras que, en época seca aumentó a 395,33 mg/L, los resultados del programa estadístico ANOVA, indicó según la época y sector de muestreo, diferencias significativas ($p=0,000$) al nivel de significación del 5 %.

El estudio realizado por Ayala (24), a partir de macroinvertebrados bentónicos, ejecutaron 9 muestreos con 3 puntos, en 3 periodos climáticos. Los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron el pH, conductividad eléctrica, demanda de oxígeno, oxígeno disuelto, sólidos disueltos y turbidez. Además, emplearon un análisis de varianza (ANOVA), utilizaron las temporadas climáticas, los índices de calidad y diversidad, obteniendo como resultado el nivel de significancia mayor a 0,05. Por último, emplearon el software RStudio para realizar una correlación canónica, resultó que cada una de las familias posee un grado de afinidad diferente por cada parámetro establecido.

López (25) en su estudio de calidad de bosque de ribera, empleó un procedimiento sencillo y veloz en 2 ríos de bosque seco tropical, los resultados del estudio en el índice de calidad del bosque de ribera, en la zona El Guadual se registró el valor más alto, corresponde a un bosque sin alteraciones, una de las zonas con mayor abundancia de vegetación, el tramo El Tambor, se encuentra ligeramente perturbado y con calidad buena, y el río Venadillo fue significativamente más bajo, la zona Ambalema indica un bosque ligeramente perturbado y con calidad buena y la zona El Palmar mostró un inicio de alteración importante de la cobertura vegetal, calidad intermedia.

Guerrero (26) realizó una investigación en la microcuenca “El Sapanal”, empleando diferentes usos de suelos (pastizal, bosque y agrícolas), con la finalidad de estimar la calidad

del agua, empleó el índice BMWP-cr, obteniendo como resultado que el uso de suelo pastizal y agrícola obtuvieron un rango de 36-60, lo que corresponde a un nivel de aguas de calidad regular, mientras que el uso de suelo bosque secundario, presentó un nivel de aguas de calidad excelente, además empleó los índices de diversidad para la determinación de la riqueza (Shannon-Wiener) y similaridad (Jaccard), por último empleó el análisis de varianza (Tukey) determinando que existen diferencias significativas entre los usos de suelo.

De acuerdo a Guerrero, Urdánigo & Nieto (27) en la investigación realizada en la microcuenca alta del río Quevedo, se caracterizó el área de estudio según los usos de suelo (bosque, pastizal, agrícola y mina), el análisis de similitud (ANOSIM) realizado reflejó que bosque presentó diferencias significativas en cuanto a la semejanza de abundancia de géneros de especímenes acuáticos a diferencia del resto de uso de suelo, en el análisis estadístico (ANOVA), presentó diferencias significativas entre parámetros fisicoquímicos y usos de suelo.

La investigación realizada por Urdánigo, Guerrero & Rosado (28) en el río Quevedo, establecidas mediante dos sitios de muestreos, áreas de descargas de efluentes residenciales y agrícolas – industriales, correspondientes a los resultados obtenidos en las variables de los parámetros fisicoquímicos de oxígeno disuelto, demanda biológica de oxígeno, sólidos disueltos totales, presentaron similaridad entre los sitios de muestreos, por otra parte, mediante la utilización del índice BMWP-Col, indicó que el área de descargas de efluentes residenciales registra una calidad de agua “crítica”, mientras que el área de descarga agrícolas – industriales mostró una calidad de agua “dudosa” .

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

Los sitios de muestreo se ubicaron entre los cantones de Quevedo, Mocache, Valencia y Buena Fe perteneciente a la provincia de Los Ríos caracterizada por una precipitación media anual de 2613.93 mm al año, temperatura media anual de 25 °C, heliofanía de 919.73 horas y 87 % de humedad relativa.

Se distinguen valles fluviales en donde se diferencian a lo largo de los ríos terrazas altas localmente colgantes y a lo largo principalmente del río Quevedo, meandros y cauces abandonados, predomina el ecosistema del Bosque Tropical Húmedo (29).

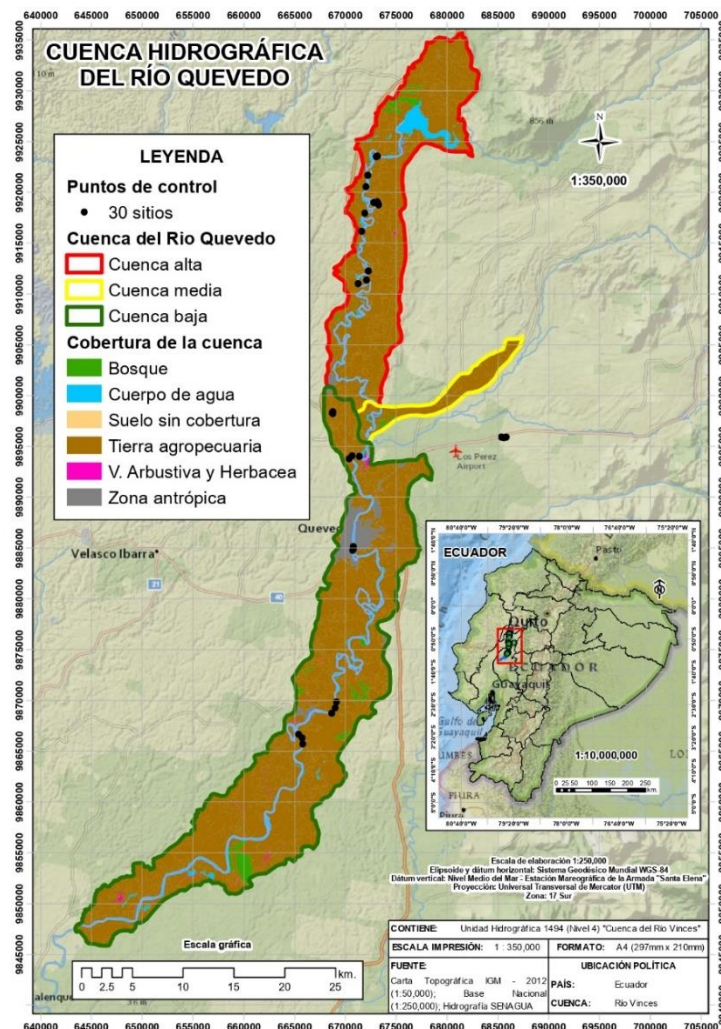


Figura 1. Localización del área de estudio

Fuente: Arcgis

3.1.1. Selección y ubicación de los sitios de monitoreo

La selección de los sitios de monitoreo, se realizó en función de los usos de suelos, agrícola, bosque, mina pastizal y urbano en cada sitio se referenció el lugar con un GPS; a continuación, se detalla la respectiva información:

Tabla 1. Información de la selección de los lugares de monitoreo

Puntos	Coordenadas		Altitud (m)	Usos de suelo
A	668763,743	9898401,335	95	Agrícola
B	668711,504	9898270,413		
C	668734,841	9898208,256		
D	673121	9923546		
E	673003	9923485		
F	671213	9911017		
A	669094,01	9869821,25	89	Bosque
B	668967,01	9869228,58		
C	668628,34	9868720,58		
D	673130	9919036		
E	673264	9918769		
F	671574	9916153		
A	671367,22	9893991,6	56	Mina
B	670652,56	9894087		
C	670353,63	9893739,9		
D	672026	9920560		
E	672798	9918990		
F	671868	9917965		
A	665389,84	9866625,07	100	Pastizal
B	665728,50	9866286,41		
C	665813,17	9865672,57		
D	672184	9921678		
E	672253	9912237		
F	672053	9911346		
A	670765,54	9885118,03	118	Urbana
B	670777,89	9884853,93		
C	670717,53	9884788,19		
D	685824,893	9895915,377		
E	685556,395	9895813,221		
F	685334,863	9895906,953		

Fuente: Autora

3.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación llevada a cabo fue diagnóstico-descriptiva, mediante la identificación de macroinvertebrados acuáticos presentes, en los seis tramos de cada uso de

suelo de la microcuenca, además la descripción física y características de las zonas ribereñas permitieron evaluar por medio de la aplicación de Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR), Índice de Hábitat Fluvial (IHF).

Con la utilización del Índice BMWP-Cr, se logró identificar el nivel de contaminación del agua, de cada tramo muestreado.

3.3. Métodos de la Investigación

3.3.1. Método de observación

Al emplear este método se logró identificar los usos de suelo, características del lugar, fuentes puntuales de probable contaminación, y permitió recolectar macroinvertebrados acuáticos en la microcuenca del río Quevedo.

3.3.2. Método Descriptivo

Mediante la utilización del protocolo del índice del Hábitat Fluvial (IHF) y el índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR), se logró evaluar las características ambientales de cada punto de muestreo.

3.4. Fuentes de Recopilación de información

Fuentes primarias: Recolección de macroinvertebrados acuáticos y muestras de agua de cada muestreo para medir los parámetros físicos químicos.

Fuentes secundarias: Uso de información de artículos científicos, índices de hábitat fluvial e índice de bosque de ribera, identificación de macroinvertebrados mediante el uso de claves taxonómicas.

3.5. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación del presente proyecto fue no experimental, porque se realizó la toma de muestras de macroinvertebrados acuáticos en su estado natural, el muestreo fue cualitativo y las variables medidas fueron los usos de suelos: agrícola, bosque, mina, pastizal, y urbano, durante la época seca (junio, julio y agosto) y la época lluviosa (diciembre, enero, febrero).

Para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos planteados se empleó la siguiente metodología:

3.6. Estructura, abundancia, diversidad de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos existentes en la microcuenca del Río Quevedo

La tabla 2 muestra los índices de la diversidad Shannon –Weaver, índice de dominancia de Simpson y el índice de riqueza de especies de Margalef, los cuales permitieron determinar la estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos con la ayuda del programa estadístico PAST.

Tabla 2. Índices de Diversidad Ecosistémica

Índice de Diversidad Ecosistémica	Aspecto en que incide	Fórmula
Simpson	Dominancia de especies	$\lambda = \sum p_i^2 / n$
Shannon- Wiener	Diversidad de especies	$H' = - \sum (n_i / N) \ln(n_i / N)$
Margalef	Riqueza de especies	$D_{mg} = \frac{(S - 1)}{\ln N}$

Fuente: (30)

El estudio se realizó durante la época seca y lluviosa (tabla 3), para lo cual se consideraron 30 estaciones ubicadas en cinco usos de suelo: bosque, pastizal, agrícola, mina y urbano.

En cada uso de suelo se consideró las propiedades del área ribereña, el tipo de sustrato, y microhábitat del cauce del río.

Tabla 3. Evaluación de los Puntos de recolección de muestras

Uso de suelo																	
Bosque																	
Época Seca									Época Lluviosa								
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
J	J	A	J	J	A	J	J	A	D	E	F	D	E	F	D	E	F

Fuente: Autora

Para la recolección de muestras se empleó la metodología presentada por Roldán (31), la cual consistió en definir tramos a una distancia de 200 metros entre uno y otro, donde se recolectó macroinvertebrados acuáticos en diferentes tipos de sustratos (piedras, hojas, troncos, arena o limo), con la ayuda de las pinzas entomológicas y la red D-net de 405 cm² y con malla de 500µm.

Se colocaron las muestras en una bandeja blanca, para posteriormente colocarlos en recipientes plásticos con alcohol a 70% rotulados con información de cada punto de muestreo.

La identificación taxonómica de los macroinvertebrados, se realizó hasta nivel de género, utilizando un estereoscopio, y con la ayuda de las claves taxonómicas las claves de Roldán Pérez (32) y Domínguez – Fernández (33).

A continuación, se detalla la información específica de los sitios de muestreo:

Tabla 4. Ubicación e información de las zonas de muestreo

Usos de suelo	Zonas de muestreo	Distancia entre tramos (m)	Altitud (m)	Coordenadas geográficas		Propiedades del área ribereña	Tipo de sustrato y microhábitat	Especificación física de los sitios muestreados
Agrícola	A	200	100	668763,743	9898401,335	Baja Profundidad Correntoso	Limo, piedras, rápido somero	Existencia de sistemas agroforestales
	B	200		668711,504	9898270,413			
	C	200		668734,841	9898208,256			
	D	200		673121	9923546			
	E	200		673003	9923485			
	F	200		671213	9911017			
Bosque	A	200	89	669094,01	9869821,25	Baja Profundidad Caudal Correntoso Riberas con vegetación	Gravas, lento somero	Plantaciones de árboles madereros (balsa y teca)
	B	200		668967,01	9869228,58			
	C	200		668628,34	9868720,58			
	D	200		673130	9919036			
	E	200		673264	9918769			
	F	200		671574	9916153			
Mina	A	200	56	671367,22	9893991,6	Muy profundo Poco correntoso	Piedras, arena/ Lento profundo	Extracción de material árido y pétreo
	B	200		670652,56	9894087			
	C	200		670353,63	9893739,9			
	D	200		672026	9920560			
	E	200		672798	9918990			
	F	200		671868	9917965			
Pastizal	A	200	95	665389,84	9866625,07	Moderadamente Profundo Caudal correntoso	Piedras, gravas, rápido somero	Pasto, viviendas
	B	200		665728,50	9866286,41			
	C	200		665813,17	9865672,57			
	D	200		672184	9921678			
	E	200		672253	9912237			
	F	200		672053	9911346			
Urbano	A	200	118	670765,54	9885118,03	Profundo en época lluviosa Poco profundo en época seca	Cantos rodados, limo, arena, lento somero aguas arriba, rápido somero aguas abajo	Desagües con descargas residuales domiciliarias directas a la microcuenca Sembrío de arroz, banano
	B	200		670777,89	9884853,93			
	C	200		670717,53	9884788,19			
	D	200		685824,893	9895915,377			
	E	200		685556,395	9895813,221			
	F	200		685334,863	9895906,953			

Fuente: Autora

3.7. Calidad del agua mediante la utilización el Índice BMWP-Cr

La aplicación del índice BMWP-CR, permitió conocer el nivel de calidad del agua de la microcuenca del río Quevedo, comparando los resultados con la tabla 5 el cual depende de la diversidad de familias de macroinvertebrados, independientemente de la cantidad de individuos recolectados.

Tabla 5. Clasificación de la calidad del agua, en función del puntaje total obtenido al utilizar el índice BMWP-Cr

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

Fuente: (34).

3.8. Relación de los parámetros fisicoquímicos con los géneros de macroinvertebrados acuáticos

Para establecer la relación de los parámetros fisicoquímicos con los géneros de macroinvertebrados acuáticos en cada lugar de muestreo se registraron in situ los parámetros de potencial de hidrógeno, oxígeno disuelto (mg/l), conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), sólidos disueltos totales (ppm), utilizando un equipo multiparamétrico portátil Hach HQ440d.

El nivel de correlación entre la abundancia de especímenes acuáticos y parámetros fisicoquímicos en los diversos usos de suelo se calculó con un análisis estadístico ANOVA simple de un solo factor en el que el factor de estudio fue uso de suelo y sus niveles (agrícola, bosque, mina, urbano y pastizal) (35).

3.9. Índice de Calidad de Ribera (QBR) e Índice de hábitat fluvial (IHF)

Para la evaluación hidromorfológica se aplicó los dos índices, el primero para determinar la calidad de ribera y el segundo para evaluar la calidad del hábitat fluvial:

3.9.1. Índice de Calidad de Ribera (QBR)

Para el estudio de los tramos se basó en la valoración de cuatro elementos del hábitat ribereño; 1 nivel de cobertura de la cubierta vegetal, 2 composición de la vegetación, 3 calidad de la cubierta vegetal y 4 nivel de naturalidad del canal fluvial, en las cuales se fijan puntuaciones que fluctúan entre 0 y 25 en función del estado todas estas (18).

Tabla 6. Calidad del Índice de Calidad de Bosque de Ribera

Nivel de calidad	QBR		COLOR
Muy Bueno	Bosque de ribera sin alteraciones, en condiciones naturales	≥ 95	Azul
Bueno	Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	75 - 90	Verde
Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55 - 70	Amarillo
Deficiente	Alteración fuerte, mala calidad	30 - 50	Naranja
Malo	Degradación extrema, calidad pésima	≤ 25	Rojo

Fuente: (25).

3.9.2. Índice de hábitat fluvial (IHF)

Para valorar la capacidad del hábitat físico en la microcuenca, se empleó el nivel de calidad del índice de hábitat fluvial de la tabla 7, diversificadas en rangos desde > 75 que indican óptima calidad hasta menor a < 45 relacionado con baja calidad (36).

Tabla 7. Nivel de calidad del índice de hábitat Fluvial

Nivel de calidad	Rango
Valores óptimos de calidad	>75
Valores intermedios de calidad	45-75

Fuente: (25).

3.10. Tratamiento de los datos

Para calcular la diversidad de la comunidad macro bentónica para cada estación de muestreo se utilizaron los índices de diversidad de Shannon– Wiener (H'), índice de dominancia de Simpson ($I-D$) y riqueza de especies mediante el índice de Margalef (M'), utilizando el programa estadístico PAST (37).

Para las diferencias de composición y estructura de los géneros de los especímenes vs los usos de suelo, se empleó un análisis de varianza multivariado basado en permutaciones (PERMANOVA), el diseño incluye dos factores usos de suelo y familias de macroinvertebrados acuáticos.

Para la identificación de la relación existente entre los parámetros fisicoquímicos y la distribución de los géneros de macroinvertebrados acuáticos en los distintos usos de suelo se empleó el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC). Se seleccionaron los géneros que obtuvieron un porcentaje mayor al 5% en abundancia, mientras que los menores al 5% se eliminaron.

Se utilizaron hojas de cálculo de Microsoft Excel para la tabulación de los índices de diversidad, índice BMWP –Cr, Índice de calidad de ribera (QBR) e Índice de calidad fluvial (IHF), abundancia de individuos, presencia y/o ausencia de macroinvertebrados, sustratos y microhábitat.

3.11. Materiales

Tabla 8. Listado de materiales utilizados

Campo	Materiales	
	Laboratorio	Oficina
Pinzas	Estereoscopio	Computadora
Frascos plásticos	Pinzas entomológicas	Hojas
Alcohol	Cajas Petri	Impresora
Red D-net		
Bandeja blanca		
Cinta métrica		
Lápiz		
Cinta para rotulado		
Equipos		
	Multiparamétrico portátil	
	GPS	

Fuente: Autora

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Estructura, abundancia, diversidad de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos existentes en la microcuenca del Río Quevedo

4.1.1 Macroinvertebrados acuáticos existentes durante la época lluviosa y seca en la microcuenca del Río Quevedo

De acuerdo a la tabla 9, durante la época lluviosa se capturó un total de 4562 macroinvertebrados acuáticos, en 14 órdenes, 51 familias y 89 géneros, siendo los géneros de mayor representación de los distintos usos de suelo (agrícola, bosque, mina, pastizal, urbano), *Xiphocentron* con 9,45% perteneciente a la familia Xiphocentronidae del orden Trichoptera, seguido del género *Baetodes*, con 9,34% perteneciente a la familia Baetidae y el género *Vacuperinus* con 9,23% perteneciente a la familia Caenidae del orden Ephemeroptera, mientras que, los macroinvertebrados acuáticos con menor porcentaje fueron, el género *Heterelmis* de la familia Elmidae del orden Coleoptera con un 0,33%, seguido del género *Marilia* de la familia Odontoceridae del orden Trichoptera con un 0,15%, por último, el género *Dythemis* de la familia Libellulidae del orden Odonata con un 0,02%.

Los géneros de especímenes de mayor abundancia encontrados durante la época lluviosa, en los diferentes usos de suelo, los de mayor porcentaje fueron: el género *Camelobaetidius* 6,9%, *Baetodes* 5%, *Leptohyphes* 4,3% pertenecientes a la familia Ephemeroptera, mientras que, los géneros de menor porcentaje con 1,3%: *Caenis*, *Ecuaphlebia* de la familia Ephemeroptera, *Atyaephyra desmaresti* de la familia Obstracoda, por último, los géneros más bajos en abundancia menor a 0,9%: *Leptonema*, *Helicopsyche* de la familia Trichoptera, *Epigomphus* de la familia Odonata, *Traverella* de la familia Ephemeroptera, *Nepidae* de la familia Hemiptera, entre otros.

Algo similar expresa Vásquez, en un estudio de calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca se colectó 1176 individuos de macroinvertebrados, los puntos más relevante fueron el río Pelagatos, con 396 especímenes distribuidos en 8 familias, en este lugar se capturaron la mayor cantidad de especímenes, mientras que, en el río Paragón se obtuvo un total de 232 de especímenes distribuidos en 17 familias, siendo el más abundante de individuos, con mayor riqueza taxonómica (38).

Tabla 9. Abundancia de los macroinvertebrados en la época lluviosa en los usos de suelo en la Microcuenca del río Quevedo

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	USO DE SUELOS					Total	%	
			AGRÍCOLA	BOSQUE	MINA	PASTIZAL	URBANO			
COLEOPTERA	Ptilodactylidae	Anchytarsus	0	4	0	33	0	37	0,81%	
	Elmidae	Heterelmis	14	0	0	0	1	15	0,33%	
		Macrelmis	111	52	94	25	0	282	6,18%	
		Neoelmis	4	0	0	0	0	4	0,09%	
	Staphylinidae	Staphylinidae	0	0	0	0	4	4	0,09%	
		Stenus	0	2	0	0	0	2	0,04%	
	Hydrophilidae	Tropisternus	0	15	0	0	0	15	0,33%	
		Hydrobius	20	5	3	1	0	29	0,64%	
	Heteroceridae	Tropicus	1	0	1	0	0	2	0,04%	
	Dytiscidae	Andonectes	0	6	0	0	0	6	0,13%	
	Lutrochidae	Lutrochites	6	0	0	0	0	6	0,13%	
	TRICHOPTERA	Odontoceridae	Barypenthus	0	0	2	0	0	2	0,04%
Marilia			0	3	0	4	0	7	0,15%	
Hydrobiosidae		Atopsyche	0	2	0	0	0	2	0,04%	
Leptoceridae		Nectopsyche	0	1	1	2	0	4	0,09%	
Calamoceratidae		Banyallarga	0	1	0	0	0	1	0,02%	
Polycentropodidae		Polycentropus	32	71	3	1	0	107	2,35%	
		Hydroptila	0	8	2	0	0	10	0,22%	
Hydroptilidae		Mayotrichia	0	0	0	1	0	1	0,02%	
		Xiphocentron	421	0	0	0	10	431	9,45%	
Xiphocentronidae		N.N	0	1	0	0	0	1	0,02%	
		Calosopsyche	1	2	24	1	0	28	0,61%	
Hydropsychidae		Macrostemum	0	0	0	2	0	2	0,04%	
		Macronema	0	0	0	2	0	2	0,04%	
GASTROPODA			Smicridea	0	0	0	0	2	2	0,04%
			Leptonema	0	0	2	1	34	37	0,81%
		Helicopsychidae	Helicopsyche	0		0	0	5	5	0,11%
		Thiaridae	Melanoides	6	124	56	55	5	246	5,39%
		Physidae	Physa Pomella	0	0	0	0	5	5	0,11%
			Pomella	0	0	0	0	5	5	0,11%
		Ampullariidae	Pomacea canaliculata	1	8	6	0	0	15	0,33%
	Melanoides		0	0	0	0	3	3	0,07%	
	Hydrobiidae	Heleobia	1	0	4	0	16	21	0,46%	
		Leptohyphes	0	63	25	94	4	186	4,08%	
	EPHEMEROPTERA	Leptohyphidae	Tricorythodes	6	0	0	0	0	6	0,13%
			Lumahyphes	10	0	25	0	0	35	0,77%
		Lomohipes	0	0	0	14	0	14	0,31%	
		Camelobaetidius	31	199	95	21	16	362	7,94%	
		Americabaetis	27	104	16	35	0	182	3,99%	
		Mayobaetis	0	64	30	0	6	100	2,19%	
		Baetodes	26	63	262	0	75	426	9,34%	
Baetidae		Ecuaphlebia	0	0	0	0	11	11	0,24%	
		Caenidae	Vacuperinus	85	275	44	17	0	421	9,23%
			Caenis stephen	0	0	9	0	22	31	0,68%
			Caenis	0	46	0	1	0	47	1,03%
	Leptophlebiidae	Ecuaphlebia	3	0	9	0	0	12	0,26%	
Traverella		1	0	1	0	0	2	0,04%		

ODONATA	Oligoneriidae	<i>Lachlania</i>	0	0	0	0	4	4	0,09%	
	Gomphidae	<i>Epigomphus</i>	3	0	2	0	0	5	0,11%	
	Libellulidae	<i>Erythrodiplax</i>	2	0	6	0	16	24	0,53%	
		<i>Brechmorhoga</i>	0	0	0	7	8	15	0,33%	
		<i>Elasmothermis</i>	0	189	0	1	0	190	4,17%	
		<i>Dythemis</i>	0	0	0	0	1	1	0,02%	
	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>	0	3	0	0	10	13	0,29%	
	Coenagrionidae	<i>Argia</i>	1	0	0	4	0	5	0,11%	
		<i>Ischnura</i>	2	0	17	0	188	207	4,54%	
	Megapodagrionidae	<i>philogenia</i>	0	0	2	0	0	2	0,04%	
	DIPTERA	Aeshnidae	<i>Aeshna</i>	0	0	3	0	0	3	0,07%
		Simuliidae	<i>Simulium</i>	0	0	0	1	0	1	0,02%
		Tabanidae	<i>Tipula</i>	0	2	0	0	0	2	0,04%
		Ceratopogonidae	<i>Alluaudomyia</i>	1		0	0	0	1	0,02%
Empididae		<i>hemerodromia</i>	2		1	0	0	3	0,07%	
Chironomidae		<i>Pentaneura</i>	18	2	6	13	0	39	0,86%	
ANNELIDA		<i>N.N</i>	22	2	1	0	0	25	0,55%	
		Oligochaeta	<i>Lumbricidae</i>	0	0	0	5	0	5	0,11%
ARACHNIDA	Arachnoidea	<i>Balanteocrilus</i>	0	0	1	0	0	1	0,02%	
		<i>N.N</i>	0	1	0	0	0	1	0,02%	
HEMIPTERA	Belostomatidae	<i>Belostoma</i>	0	1	0	0	10	11	0,24%	
		<i>Diplonychus</i>	0	8	0	0	0	8	0,18%	
	Corixidae	<i>Heterocorixa</i>	0	5	4	2	0	11	0,24%	
		<i>N.N</i>	0	1	0	0	0	1	0,02%	
	Naucoridae	<i>Macroptero</i>	46	10	27	11	0	94	2,06%	
		<i>Ambrysus</i>	0	1	1	0	0	2	0,04%	
		<i>Cryphocricos</i>	2	0	8	0	0	10	0,22%	
		<i>Limnocoris</i>	15	9	0	41	0	65	1,43%	
	Hydrometridae	<i>Hydrometra</i>	0	1	0	0	0	1	0,02%	
		<i>Gerromorpha</i>	259	10	57	5	0	331	7,26%	
		Gerridae	<i>Trepobates</i>	0	1	0	0	0	1	0,02%
			<i>Limnogonus</i>	0	0	4	0	0	4	0,09%
	MESOGASTROPODA	Nepidae	<i>Nepidae</i>	0	0	0	0	1	1	0,02%
		Hydrobiidae	<i>Littoridina</i>	0	3	0	3	0	6	0,13%
SERIATA	<i>Crenobia</i>		0	0	0	0	4	4	0,09%	
	Planariidae	<i>Atrioplanaria</i>	0	0	0	2	0	2	0,04%	
		<i>N.N</i>	0	0	0	0	5	5	0,11%	
OSTRACODA	Atyidae	<i>Atyaephyra desmaresti</i>	0	26	3	0	0	29	0,64%	
BIVALVIA	Unionidae	<i>NN</i>	0	2	0	0	0	2	0,04%	
	Corbiculidae	<i>Corbicula</i>	67	9	58	116	0	250	5,48%	
DECAPODA	Palaemonidae	<i>Macrobrachium</i>	0	0	0	0	2	2	0,04%	
TOTAL								4561	100%	

Fuente: Autora

De acuerdo a la tabla 10 referente al muestreo realizado en la época seca, se colectaron 3769 especímenes, distribuidos en 11 órdenes, 29 familias y 37 géneros, siendo más representativos el género *Baetodes* de la familia Baetidae del orden Ephemeroptera con un 28,4%, y el género *Pentaneura* con un 23,8% de la familia Chironomidae del orden Diptera, mientras que los especímenes menos representativos: el género *Palaemon* con un 1,5% de la familia Palaemonidae del orden Decapoda, el género *Abedus* con un 0,2%, el género *Anisocentropus* de la familia Calamoceratidae del orden Trichoptera, y el género *Macrelmis* perteneciente a la familia Elmidae, del orden Coleoptera, con un 0,03%.

En cuanto a la abundancia de macroinvertebrados acuáticos durante la época seca, se destacaron los géneros: *Baetodes* 21% de la familia Ephemeroptera, *Pentaneura* 14,9% de la familia Diptera, *Choroterpes* 8,2% de la familia Ephemeroptera, por su parte los géneros menos representativos fueron: *Allograpta* 2,4% de la familia Diptera, *Macrobrachium* 1,5% de la familia Decapoda, *Abedus* 0,3% de la familia Hemiptera.

Esto difiere con lo expresado por Oliveros, Tamaris & Serna, en su estudio de Larvas de Trichoptera en una gradiente altitudinal en un río neotropical, indica que *Hydropsychidae* fue las más abundante (40,6%) seguida de *Calamoceratidae* (12,4%), entre los 21 géneros, *Smicridea* (22,1%) y *Leptonema* (18,5%) fueron los más abundantes y frecuentes, *Amazonatolica*, *Cyrnellus*, *Nectopsyche* y *Polycentropus* fueron los taxones exclusivos de la parte alta del río Gaira (San Lorenzo y La Cascada) (39).

Referente a la distribución de los especímenes en cuanto al sustrato y microhábitat presente en las estaciones de estudio, mostró que durante la época lluviosa dentro del uso de suelo agrícola con sustrato de troncos y hojarascas acompañado de un hábitat rápidos/moderada predominó el género *Xiphocentron* con 35,6%. Mientras que en el uso de suelo bosque el género más representativo en relación al microhábitat hojarasca, lénticas fue *Vacuperinus* con 19,7%, esto concuerda con lo expresado por Quesada & Solano, en su estudio los sustratos compuestos de madera y hojas, a diferencia de rocas albergan una mayor abundancia de macroinvertebrados (40).

En lo que respecta al uso de suelo Mina, el género *Baetodes* con 28,7%. Fue predominante en el sustrato hojarasca y en hábitats moderados. Similar a lo expresado por Dávila, Ortiz & Reyes, en su estudio de Efecto del microhábitat sobre la abundancia y riqueza específica de los macroinvertebrados bentónicos en dos ríos tropicales de montaña, Guatemala, indica que el género *Baetodes* destacó en el microhábitat de roca o peña (41).

Mientras qué, el uso de suelo pastizal, mostró un microhábitat de piedras y hojarasca con corrientes lentas, siendo el género más representativo fue *Corbicula* con 22,3%. Esto difiere a lo expresado por Zamora & otros, en el estudio establecimiento de la almeja asiática *Corbicula fluminea* en la cuenca del río Segura, indica que la especie *Corbicula* ha sido detectada principalmente en sustratos dominados por limos y gravas (42).

Por otro lado, el uso de suelo urbano, presentó un sustrato de roca y vegetación con corriente rápida, siendo el género más representativo *Ishnura* con 39,75%, algo similar ocurre en lo expresado por Oliver & otros, en su estudio del uso diferencial del hábitat entre los sexos en una especie del género *Ishnura*, en la ciénaga de Almoloya del río, indica que las hembras de *Ishnura* prefieren mantenerse en las zonas con vegetación (43).

En cuanto a la distribución de los macroinvertebrados acuáticos en la época seca de acuerdo a su microhábitat y sustrato, dentro del uso de suelo agrícola predominó el género *Pentaneura* pertenecientes a la familia Chironomidae con un 28,9% en sustrato de bloques, limo, hábitat de rápido y somero, similar al uso de suelo urbano el cual reflejó al género *Pentaneura* con un porcentaje de 47% en sustrato de piedras, arena con corrientes rápidos somero. Algo similar ocurre en lo expresado por Oviedo & Reinoso en su estudio de aspectos ecológicos de larvas de Chironomidae del río Opia, indica que el género *Pentaneura* se encuentra en hábitats rápidos, remansos, en sustratos de arena, grava, lodo, roca y hojarasca (44).

El uso de suelo bosque presentó sustratos de vegetación y hojarasca acompañados de corriente lenta, el género de mayor representación fue *Baetodes* con 40%, lo mismo sucedió con el uso de suelo Mina donde mostró al género *Baetodes* con 44% en un sustrato de roca y arena con corriente lenta. Algo similar se dio en el uso de suelo pastizal con sustrato de piedras incluyendo corrientes rápidos y profundos, el género *Baetodes* con 37% tuvo mayor representación. Forero, Gutiérrez & Reinoso, en su estudio de composición y estructura de la familia Baetidae en una cuenca andina colombiana indica que el género *Baetodes* en los cuatro sustratos evaluados (roca, grava, hojarasca y arena) estuvo presente con mayor densidad en grava y roca (45).

Tabla 10. Abundancia de los macroinvertebrados en la época seca en los usos de suelo (agrícola, bosque, mina, pastizal, urbano) en la Microcuenca del río Quevedo

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	USO DE SUELOS					TOTAL	%
			AGRÍCOLA	BOSQUE	MINA	PASTIZAL	URBANO		
COLEOPTERA	Ptilodactylidae	Anchyteis	0	2	0	0	0	2	0,1%
	Elmidae	Macrelmis	1	0	0	0	0	1	0,0%
	Staphylinidae	Misantlius	0	13	0	0	0	13	0,3%
	Hydrophilidae	Tropisternus	0	1	0	0	0	1	0,0%
		Hydrophilini	0	0	0	0	5	5	0,1%
PLECOPTERA	Lutrochidae	Lutrochus	15	33	0	0	0	48	1,3%
	Perlidae	Claassenia	0	0	22	0	0	22	0,6%
TRICHOPTERA	Calamoceratidae	Anisocentropus	1	0	0	0	0	1	0,0%
	Hydroptilidae	Spicipalpia	0	0	0	0	5	5	0,1%
		Tropisternus	26	0	0	5	0	31	0,8%
	Hydropsychidae	Macrostemum	0	0	18	0	0	18	0,5%
	Philopotamidae	Chimarra	14	0	20	0	0	34	0,9%
	Helicopsychidae	Helicopsyche	16	0	0	0	0	16	0,4%
	Leptohyphidae	Leptohyphes	13	0	35	10	33	91	2,4%
EPHEMEROPTERA	Baetidae	Camelobaetidius	3	1	4	11	11	30	0,8%
		Baetodes	238	283	290	230	31	1072	28,4%
	Caenidae	Caenis stephen	0	0	0	0	29	29	0,8%
	Leptophlebiidae	Choroterpes	76	114	67	87	0	344	9,1%
		Thraulodes	0	0	55	23	0	78	2,1%
	Gomphidae	Epigomphus	87	52	0	36	0	175	4,6%
	ODONATA	Libellulidae	Erythrodiplax	10	21	13	5	0	49
Brachydiplacinae			31	47	35	34	0	147	3,9%
Calopterygidae		Calopteryx	10	0	0	0	127	137	3,6%
Coenagrionidae		Argia	0	17	0	0	46	63	1,7%
		Ischnura	0	53	17	41	7	118	3,1%
Aeshnidae		Aeshna	17	5	27	4	0	53	1,4%
Perilestidae		Perilestes	3	0	0	0	0	3	0,1%
DIPTERA	Simuliidae	Simulium	2	0	0	0	0	2	0,1%
	Chironomidae	Pentaneura	263	27	51	155	400	896	23,8%
	Psychodidae	Phlebotomus	0	12	0	0	0	12	0,3%
		Lutzomyia	8	0	0	0	6	14	0,4%
	Syrphidae	Allograpta	0	0	0	0	108	108	2,9%
HEMIPTERA	Belostomatidae	Abedus	6	0	0	0	0	6	0,2%
MESOGASTROPODA	Thiaridae	Melanoides	26	2	0	0	22	50	1,3%
NEOTAENIOGLOSSA	Hydrobiidae	Alzoniella	0	7	0	0	25	32	0,8%
DECAPODA	Palaemonidae	Macrobrachium	0	8	0	0	0	8	0,2%
		Palaemon	45	10	0	0	0	55	1,5%
TOTAL								3769	100%

Fuente: Autora

4.1.2. Determinación de la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos mediante la aplicación del ANOVA y pruebas de múltiples rangos en los sitios de estudio

La tabla 11 muestra los resultados obtenidos del análisis ANOVA aplicado a los diferentes usos de suelo, el cual indica que existen diferencias estadísticas significativa entre los géneros y los usos de suelo ($F= 4.40$; $P=0.0021$), lo cual refleja dos grupos homogéneos, siendo el uso de suelo bosque con una media de 7.11 el que obtuvo una mayor cantidad de géneros de macroinvertebrados acuáticos.

El uso de suelo Agrícola con una media de 59,97 obtuvo la mayor abundancia de individuos, contrariamente del uso de suelo Pastizal siendo de menor cantidad de individuos con una media de 34,17 existen diferencias significativas entre los usos de suelo: agrícola, bosque, mina, pastizal y urbano ($F= 4,60$; $P= 0,0015$).

Por otro lado, existen diferencias significativas entre los usos de suelo: agrícola, bosque, mina, pastizal y urbano ($F= 4.60$; $P= 0.0015$) en cuanto a la abundancia de individuos, siendo el uso de suelo agrícola con una media de 59.97 quien obtuvo la mayor abundancia de individuos, contrariamente el uso de suelo Pastizal mostró la menor cantidad de individuos con una media de 34,17.

Algo similar ocurre en lo expresado por Escobar, Bartolomé & González, en el estudio comparativo macrofauna del suelo en sistema agroforestal, potrero tradicional y bosque latifoliado en microcuenca del trópico seco, Tomabú, indica que existen diferencias significativas entre la abundancia de individuos del sistema silvopastoril y los sistemas de bosque y potrero tradicional (46).

Según el índice de Dominancia de Simpson, el uso de suelo bosque presentó mayor dominancia de especies con una media de 0,70, mientras que el uso de suelo agrícola es el más pobre en dominancia con media de 0,54. No obstante, el uso de suelo bosque tiene una menor diversidad con una media del 1,48, igual que el uso de suelo agrícola con una media de 1,11. Mientras que, en el índice de riqueza de Margalef, el uso de suelo bosque obtuvo una media de 1,52, considerándose zona de baja riqueza de especies, de igual manera, el uso de suelo pastizal con una media de 1,00.

Jaimes & Granados, en el estudio realizado a siete efluentes de la Sierra Nevada Santa Martha, en el Río piedras se mostró valores altos de diversidad de Shannon-Weaver (1.423),

al igual que en la dominancia en el río Cherua con valores de (0.343) (47). Algo similar ocurre en lo expresado por Hernández & otros, en un estudio realizado de Biodiversidad y abundancia de la macrofauna edáfica en dos sistemas ganaderos en Sancti Spíritus, Cuba con la riqueza de especies (Margalef), evidenció homogeneidad de taxones en los sistemas, se encontró baja diversidad en los dos tratamientos (pastos naturales y sistema silvopastoril) (48).

Maestre & Carranza, indican que los valores de los índices de diversidad se encuentran influenciados por factores ambientales, físicos: (velocidad de corriente, tipo de sustrato, caudal) así como los fisicoquímicos (oxígeno disuelto, temperatura, pH, C.E), antrópicos (agricultura, ganadería, urbanizaciones) (49).

Tabla 11 ANOVA de la estructura de los macroinvertebrados acuáticos en los diferentes usos de suelo.

	Agrícola	Bosque	Mina	Pastizal	Urbano	P
Taxa	5,08b	7,11 a	5,38ab	4,47b	5,0b	0,0021
Individuos	59,97 a	58,69 a	43,58ab	34,17b	36,88b	0,0015
Dominancia de Simpson (1-D)	0,54b	0,62ab	0,64ab	0,67 a	0,70 a	0,0013
Diversidad de Shannon (H)	1,11b	1,48 a	1,28ab	1,18b	1,29ab	0,0084
Riqueza Margalef	1,03b	1,52 a	1,18ab	1,00b	1,25ab	0,0103

Fuente: Autora

4.2. Calidad del agua aplicando el Índice BMWP-Cr

4.2.1. Época lluviosa

El gráfico 1 muestra los valores obtenidos del índice biótico BMWP-Cr durante la época lluviosa en los sitios de estudio. Es así que el uso de suelo agrícola reflejó valores entre 79 y 95 con nivel de calidad de agua buena, y contaminación moderada, sin embargo, el punto C, indico agua de calidad buena, no contaminada, alterada de manera sensible. Por su parte el uso de suelo bosque mostró valores superiores a 120 lo cual indica calidad de agua excelente en todos sus tramos. El uso de suelo mina refleja valores que van desde 96 a 127 con niveles de agua de calidad regular, a excepción del punto E el cual que mostró un nivel de calidad excelente.

Mientras qué, el uso de suelo pastizal en los puntos A, B, C, D, F reflejo valores entre 68 a 77 lo indica un nivel de calidad de agua regular, eutrofia, contaminación moderada excepto el punto E, el cual muestra agua de mala calidad mala contaminada. Por último, el uso de suelo urbano, muestra valores que oscilan entre 34 a 86 en los puntos A, B y C lo que indica agua de calidad mala, muy contaminada, mientras que en los puntos D, E y F se muestran valores de 111 a 125, hasta agua de calidad excelente esto se dio específicamente en los puntos D y E.

Algo similar expresaron Rodríguez, en el estudio acerca de la caracterización de la calidad de agua mediante macroinvertebrados bentónicos en el río Puyo, en la Amazonía Ecuatoriana, indica que en uso de suelo bosque secundario y pastizales obtuvieron valores que oscilaron de 106 a 124 con calidad buena, uso de suelo urbano en el sitio 2 se registraron valor de 84 a 90, con calidad regular y en el sitio 3 refleja valores de 33 a 60 con calidad muy mala a mala, en el sitio 4 del uso de suelo bosque secundario y maduro se registró valores que oscilan entre 40 a 68, indicando una calidad mala a regular (50).

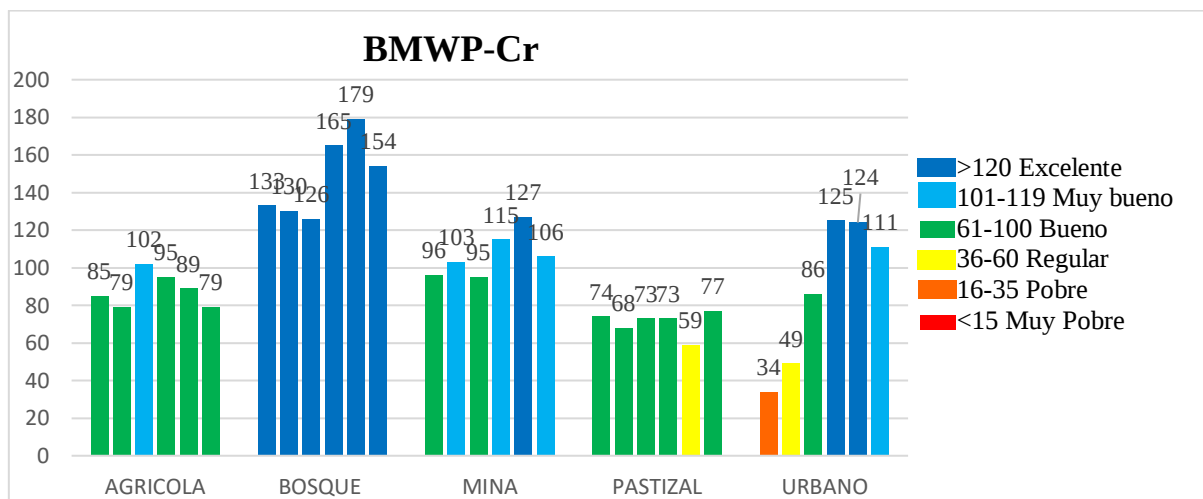


Gráfico 1. Aplicación del índice biótico en los diferentes usos de suelo durante la época lluviosa, en la microcuenca del río Quevedo.

Fuente: Autora

4.2.2. Época seca

El gráfico 2 muestra los valores obtenidos del índice biótico BMWP-Cr, durante la época seca en los sitios de estudio, el uso de suelo agrícola indicó valores que oscilaron entre 40 y 94 lo que corresponde a aguas de calidad de mala, sin embargo, los puntos D, E, F,

obtuvieron valores entre 75 y 94 lo que representa aguas de calidad regular, algo similar reflejo el uso de suelo bosque, en los puntos A, B, C, con valores que iban desde 53 a 58, indicando aguas de calidad regular, contaminación moderada, mientras que los puntos D, E, y F mostraron valores que iban desde 70 a 89, lo cual indica agua de calidad buena.

Por otra parte, el uso de suelo mina obtuvo valores que oscilaron de 64 a 73 en los puntos A, B, D, E y F lo que corresponde a aguas de calidad regular con una contaminación moderada, a diferencia del punto C con 49, el cual indica aguas de mala calidad, contaminada.

Por consiguiente, el uso de suelo pastizal presentó valores de 33 a 60 en los puntos A, B, C, D y F, lo que corresponde a aguas de calidad mala, contaminada, excepto el punto E, con 64 que corresponde a aguas de calidad regular. Finalmente, el uso de suelo urbano, reflejo valores entre 25 y 34 en los puntos A y C, lo que corresponde a aguas de calidad mala, muy contaminada, sin embargo, en los puntos B, D, E, F, los valores fluctuaron entre 43 y 45 lo que indica aguas de calidad mala, contaminadas.

Algo similar ocurre en lo expresado por Soria & Quevedo, en su estudio del estado ecológico de franjas ribereñas e indicadores biológicos de calidad del agua en la subcuenca del río Hato, de acuerdo al índice BMWP-Cr, la calidad del agua en promedio (92,8) es buena, pero en usos de suelo agrícola, pastizal, y urbano oscila entre buena a regular (51).

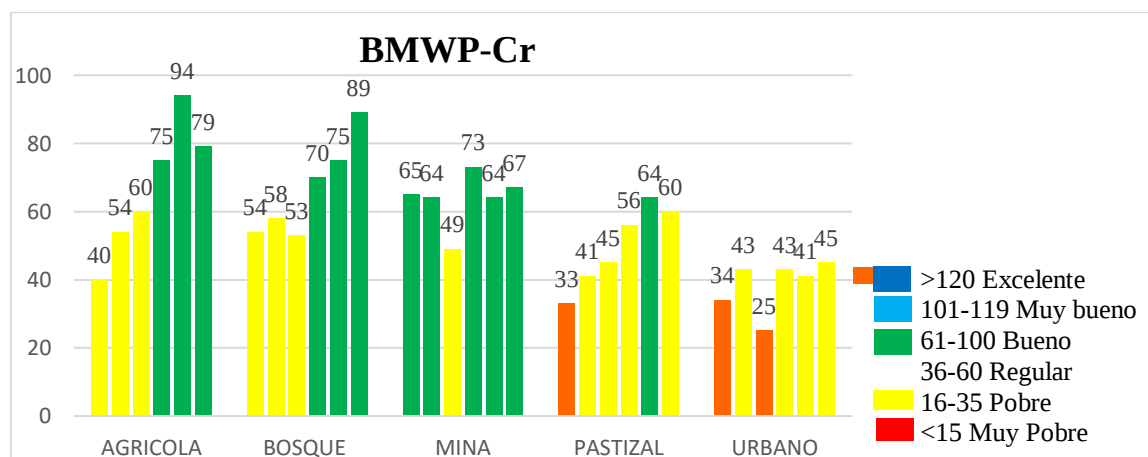


Gráfico 2. Aplicación del índice biótico durante época seca en los diferentes usos de suelo, en la microcuenca del río Quevedo.

Fuente: Autora

De acuerdo a la tabla 12, existen dos grupos homogéneos lo cual muestra diferencias estadísticas altamente significativas entre épocas ($P=0,0000$; $F=40,48$), demostrando la

época lluviosa un valor alto de 100,36 que corresponde a aguas de calidad regular y contaminación moderada, mientras que, la época seca obtuvo un valor de 57,16 considerada agua de calidad mala, contaminada.

Tabla 12. ANOVA BMWP – Cr vs Época lluviosa y Seca.

Época	Lluviosa	Seca	P
BMWP-Cr	100,36 a	57,16b	0,0028

Fuente: Autora

Algo similar ocurre en lo expresado por Ríos, González & Bernal, en el estudio de Diversidad de insectos acuáticos y calidad del agua de los ríos David y Mula, provincia de Chiriquí, Panamá indican que en los ríos David y Mula la calidad del agua oscila entre 101-150 lo que corresponde a buena o no alterada de manera sensible y excelente respectivamente, excepto de un sitio del río David, donde el agua fue de calidad regular (valores entre 83-100), eutrófica y moderadamente contaminada en época lluviosa, entre ambos ríos se encontró una similitud de 39,3 % en época seca y 50,0 % en época lluviosa (52).

4.2.3. Inferencial BMWP vs usos de suelo

Según la tabla 13 se obtuvieron dos grupos homogéneos, lo que demuestra que existen diferencias estadísticas en la calidad del agua entre los usos de suelo, en función de lo anterior, el uso de suelo bosque reflejo el valor más alto 107, 16 lo que corresponde a aguas de calidad buena, no contaminadas, alteradas de manera sensible, a diferencia de los demás usos de suelo: mina (85.33), agrícola (77.58), urbano (63.41), y pastizal (60.33), que mostraron aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada.

Tabla 13. ANOVA BMWP – Cr vs los diferentes usos de suelos.

	Agrícola	Bosque	Mina	Pastizal	Urbano	P
BMWP-Cr	77,58ab	107,16 a	85,33ab	60,33b	63,41b	0,0028

Fuente: Autora

Algo similar ocurre en lo expresado por Soria & Quevedo, en un estudio acerca del estado ecológico de franjas ribereñas e indicadores biológicos de calidad de agua en la subcuenca del río Hato aplicado en obtuvieron dos grupos conglomerados, el primer grupo mostro una

calidad de agua buena (84.5-97), de acuerdo a los usos predominantes en sus áreas de drenaje, y sus usos de la tierra son vegetación arbustiva baja, bosque y café, el segundo grupo tiene calidades de agua muy buena (107-103) y agua de calidad buena (99-148), este comportamiento se debe a la alta diversidad de familias existentes (51).

Además, Galeano, Monsalve & Mancera, indicaron que las estaciones alteradas presentaron valores entre 84 y 36 con una media de 60.3, además cinco de ellas presentaron un estado ecológico, muy bueno con aguas muy limpias, mientras que las estaciones restantes presentaban estado regular con aguas moderadamente contaminadas y muy contaminadas, probablemente debido al desarrollo de actividades cercanas a las estaciones, lo que generó lixiviación de residuos de insecticidas y fertilizantes usados en actividades agrícolas (53).

4.2.4. Análisis de similitud ANOSIM

4.2.4.1. Época lluviosa

La tabla 14 muestra el análisis de similitud ANOSIM de la época lluviosa, lo que indica que el modelo de regresión aplicado para determinar la similitud en la abundancia de los géneros de macroinvertebrados acuáticos es significativo, mientras que la correlación es baja y positiva ($R: 0.3582$; $p < 0.0001$), además demuestra que la comunidad de especímenes por uso de suelo presentó una estructura y composición de géneros diferentes.

Algo similar ocurre en lo expresado por Guerrero & otros, en el estudio de estructura de macroinvertebrados acuáticos y su relación con usos de suelo (agrícola, bosque, pastizal y mina) en la cuenca alta del río Quevedo, el análisis de similitud ANOSIM, determina que el uso de suelo bosque refleja diferencias estadísticas de similitud en la abundancia de géneros de macroinvertebrados entre los usos de suelo (27).

Tabla 14. Análisis de similitud ANOSIM entre géneros de macroinvertebrados acuáticos y usos de suelo, valores de P con corrección de Bonferroni.

	Agrícola	Bosque	Mina	Pastizal	Urbano
Agrícola		0,003	0,007	0,01	0,001
Bosque	0,003		0,036	0,01	0,001
Mina	0,007	0,036		0,009	0,001
Pastizal	0,01	0,01	0,009		0,001
Urbano	0,001	0,001	0,001	0,001	

Fuente: Autora

4.2.4.2. Época Seca

Según la tabla 15 el análisis de similitud ANOSIM aplicado en la época seca indica que el modelo de regresión para determinar la similitud en la abundancia de los géneros de especímenes acuáticos es significativo, mientras que la correlación es baja y positiva ($R: 0.2829$; $p < 0.0001$). Por otra parte, se demostró que existen diferencias estadísticas de similitud entre el uso de suelo urbano y los demás sitios de estudio, algo similar mostraron con los usos de suelo mina y agrícola.

Esto difiere a lo expresado por Cárdenas & James, en el estudio de caracterización de macroinvertebrados bentónicos de dos ramales estuarinos afectados por la actividad industrial, estero salado-Ecuador, indica que el análisis de ANOSIM refleja que no existieron diferencias significativas ($R=0,17$; $p < 0,001$) entre abundancias de los invertebrados y entre las estaciones de muestreo (zona urbana: Universidad de Guayaquil y Aventura Plaza) (54).

Tabla 15. Análisis de similitud ANOSIM entre géneros de macroinvertebrados acuáticos y usos de suelo, valores de P con corrección de Bonferroni.

	Agrícola	Bosque	Mina	Pastizal	Urbano
Agrícola		0,083	0,024	0,754	0,003
Bosque	0,083		0,136	1	0,001
Mina	0,024	0,136		1	0,001
Pastizal	0,754	1	1		0,001
Urbano	0,003	0,001	0,001	0,001	

Fuente: Autora

4.3. Relación de los parámetros fisicoquímicos con los géneros de macroinvertebrados acuáticos

4.3.1. Parámetros físicos químicos

La tabla 16 indica los parámetros fisicoquímicos obtenidos en los usos de suelo de la microcuenca del Río Quevedo a un nivel de significancia del 5%.

Estos muestran diferencias significativas para el parámetro de pH ($F= 5.86$; $P=0,0002$), identificándose dos grupos homogéneos, siendo el uso de suelo mina el de mayor valor con una media de 7.77 y urbano con una media menor de 7.23, algo similar ocurre con lo expresado por Gualdrón, en su estudio de evaluación de la calidad del agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos, donde el pH presentó valores de 7,2, denotando que este criterio es fundamental porque puede originar alteraciones en la composición de fauna y flora de los cuerpos de agua (55).

Algo similar indica el parámetro temperatura, con diferencias estadísticas significativas entre los usos de suelo ($F=4,94$; $P= 0,0009$), el uso de suelo bosque presentó un mayor valor con una media de 27.16 °C, mientras que el uso de suelo urbano tuvo una media de 24.25 °C, posiblemente se debe a las características propias de algunos tramos del uso de suelo urbano, las cuales presentaron vegetación de ribera en sus orillas lo que pudo influir en la temperatura del agua, esto difiere de lo expresado por Hernández & otros en zonas deforestadas en comparación con la cubierta de bosque aumentó la temperatura, además existe un incremento en las zonas que carecen de cobertura arbórea (56).

Mientras que, el parámetro conductividad eléctrica indica diferencias altamente significativas ($F= 17.22$; $P=0,0000$), entre los usos de suelo, mostrando dos grupos homogéneos, el uso de suelo agrícola con una media de 238,25 $\mu S/cm$, y el uso de suelo mina con una media de 80,32 $\mu S/cm$, esto difiere a lo expresado por Medina & otros en su estudio de calidad de agua para riego y suelos agrícolas en Tuxcacuesco, Jalisco, donde las muestras de agua se encuentran en un rango de 220 a 1750 $\mu S/cm$, indicando que son aguas con las que se puede obtener rendimiento agrícola (57).

Por otra parte, el parámetro sólidos disueltos totales mostró que existen diferencias altamente significativas ($F=16.59$; $P=0,0000$) entre los usos de suelo, lo cual permitió identificar dos grupos homogéneos, el primero conformado por uso de suelo agrícola 121,09 ppm, y el segundo por los usos de suelo: bosque 47.11, mina 42,14 ppm, pastizal 43.50 y urbano 68.55, esto difiere lo expresado por Gualdrón, en su estudio de evaluación de la calidad del agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos, donde los sólidos disueltos totales presentaron un valor de 189,8, indica que las altas concentraciones afecta de manera directa la disponibilidad de oxígeno presente en los cuerpos (55).

Finalmente, el parámetro oxígeno disuelto no mostró diferencias estadísticas significativas ($F=1.66$; $P=0,1604$) entre los usos de suelo agrícola 5,26, bosque 5,17, pastizal 5,75 y urbano 5,09, esto difiere de lo expresado por Campaña, en la evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machangará y Monjas de la red hídrica del distrito metropolitano de Quito, indica que el valor medio del oxígeno disuelto del río Machángara es de 7,01 mg/L superior a los límites establecidos por el TULSMA, presentando un valor mayor a 6mg/L, sin embargo el río Monjas, reflejó una concentración media de OD, de 5,50 mg/L, presenta menor valor al límite mínimo permisible para preservación de flora y fauna, pero dentro del límite para aguas de uso pecuario de 3,06 mg/L (58).

De acuerdo a la norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: Recurso Agua, todos los parámetros evaluados en los sitios de estudio, se encontraron dentro de los límites permisibles.

Tabla 16. Valores de los parámetros físicos químicos en los cinco usos de suelo de la microcuenca del Río Quevedo.

	Agrícola	Bosque	Mina	Pastizal	Urbano	TULSMA
Ph	7,44ab	7,69 a	7,77 a	7, 63a	7,23b	Preservación de flora y fauna 6,5-9 Uso agrícola y pecuario: 6-9
Temperatura	26,42 a	27,16 a	25,98ab	26, 41a	24,25b	Preservación de flora y fauna: Condiciones naturales +3
Conductividad	238,25 a	94,16b	80,32b	86,69 b	137,13b	
TDS	121,09 a	47,11b	42,14b	43,50b	68,55b	Uso pecuario: 3000 mg/l
OD	5,26	5,17	5,97	5,75	5,09	Preservación de flora y fauna: No menor a 6 mg/l Uso pecuario: 3,06 mg/l

Fuente: Autora

4.3.2. Análisis de Correspondencia Canónica

4.3.2.1. Época lluviosa

La figura 2 análisis de correspondencia canónica (CCA) obtenido de la época lluviosa indicó que el género *Polycentropus* fue influenciado fuertemente por el potencial de hidrógeno (pH), por su parte el género *Xiphocentron* y *Baetodes* se mostró sensible la temperatura (T), es importante destacar que los demás géneros identificados en los sitios de estudio no demostraron mayor relación con los parámetros fisicoquímicos.

Algo similar ocurre en lo expresado por De Paul & otros en su estudio de distribución espacio-temporal de Ephemeroptera (Arthropoda: Insecta) en ríos de Yungas de Jujuy, Argentina, indica que, *Baetodes* fue el mejor el género representado y más diverso en la cuenca, evidenciando una amplia tolerancia a condiciones fisicoquímicas del agua y preferencia por flujos de corrientes rápidas y oxigenadas. Los mayores registros de este género coinciden en la época lluviosas (59). De acuerdo a Springer, los géneros de trichoptera, se han encontrado en aguas con condiciones fisicoquímicas extremas, como pH ácido, (60).

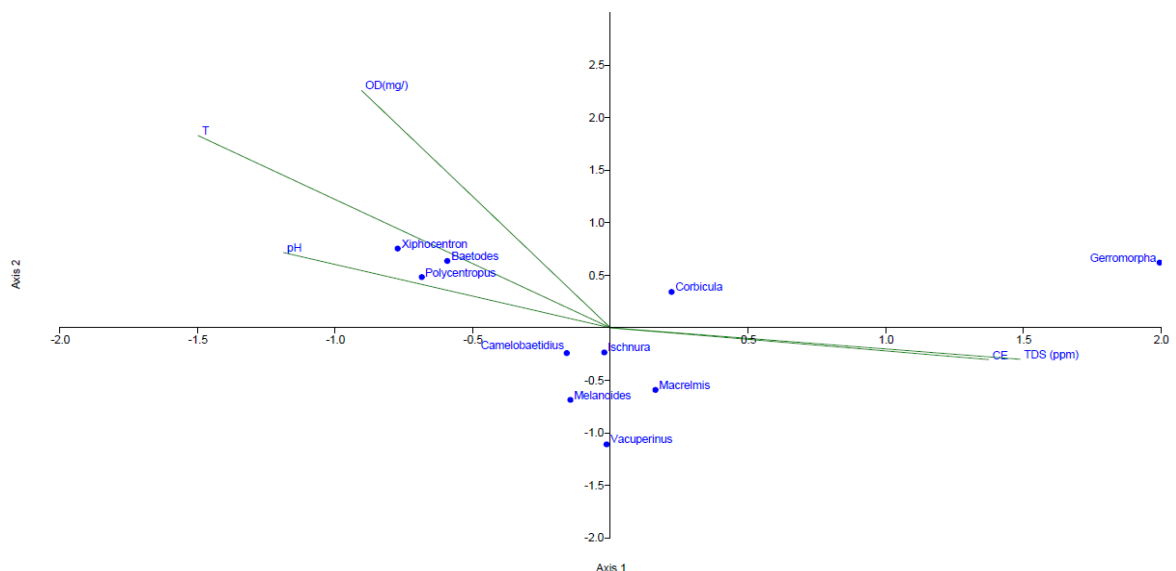


Figura 2. Análisis de Correspondencia Canónica en la época lluviosa

Fuente: Autora

4.3.2.2. Época seca

La figura 3 Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) obtenido de la época seca, demuestra que los géneros de macroinvertebrados acuáticos *Brachydiplacinae* y *Choroterpes* presentan mayor afinidad al parámetro oxígeno disuelto (OD), mientras que el género *Pentaneura* a los sólidos disueltos totales (TDS).

Algo similar ocurre en lo expresado por Villamarín, en el estudio de distribución controladores de diversidad y distribución altitudinal de quironómidos (Diptera: Chironomidae) en los Andes ecuatorianos, indica que el género *Pentaneura* se asoció a temperaturas bajas, alto oxígeno disuelto y baja conductividad (61).

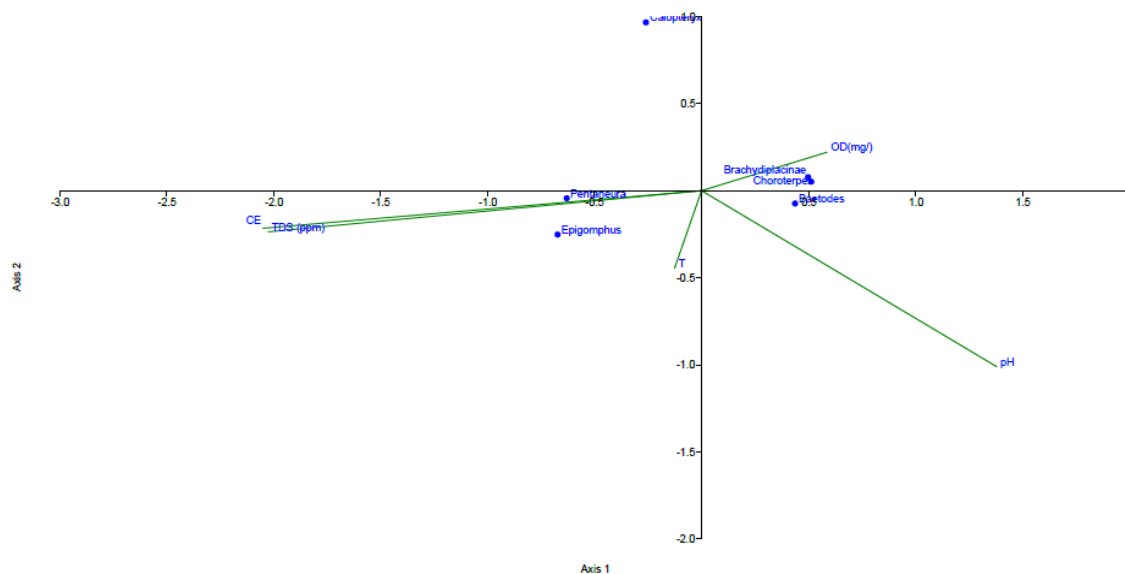


Figura 3. Análisis de Correspondencia Canónica realizado para la época seca

Fuente: Autora

4.4. Estado de la vegetación de ribera en los usos de suelo aplicando los Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de hábitat fluvial (IHF)

4.4.1. Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR)

4.4.1.1. Época lluviosa

El gráfico 3 muestra el resultado de la aplicación del índice de calidad de ribera en los diferentes usos de suelo, donde el uso de agrícola en los puntos A, B, C, muestra valores que oscilaron con 24,25 a 21,75, esto refleja calidad mala, lo que indica degradación extrema, mientras que, el uso de suelo bosque en los puntos A, B, C, con valores que oscilaron entre 71,3 a 65,25 refleja una calidad moderada, esto indica un inicio de alguna alteración.

Por consiguiente, el uso de suelo mina, en el punto A con un valor de 33 presenta alteración fuerte, mala calidad, y en los puntos B, C, presenta valores de 19,75 y 15, indican degradación extrema, calidad pésima, por otra parte, el uso de suelo pastizal en los puntos A, B con valores de 34,1 presenta una calidad deficiente indicando alteración fuerte, mala calidad, y en el punto C con 24,75 refleja una calidad mala, mostrando degradación extrema, calidad pésima, por último, el uso de suelo urbano en los puntos A, B, C, con valores de 10 obtuvo una mala calidad, indicando una degradación extrema, calidad pésima.

Similar a lo expresado por Posada, en el estudio del río La miel, muestra que las áreas con calidad baja corresponden en su mayoría a coberturas de pastos, con baja densidad arbórea y que no están conectadas a fragmentos de vegetación natural boscosa, además el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente, limita posible regeneración natural de la vegetación riparia, este punto obtuvo una puntuación de 55 (62).

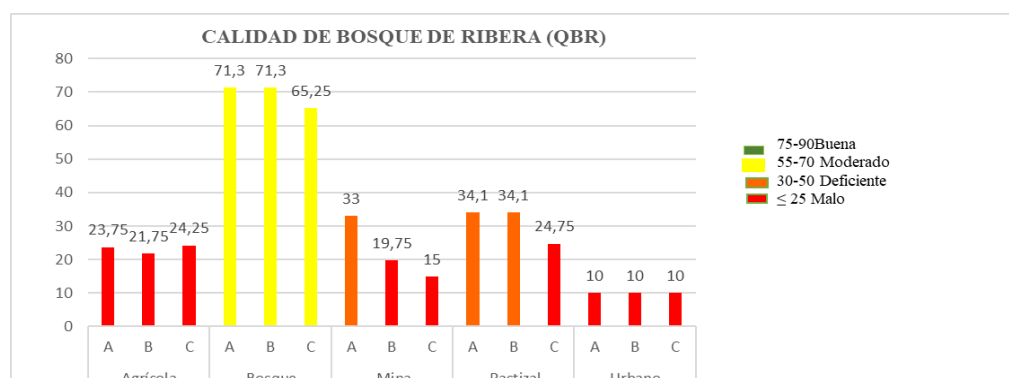


Gráfico 3. Evaluación del Índice QBR en los diferentes usos de suelo durante la época lluviosa.

Fuente: Autora

4.4.1.2. Época seca

Los resultados obtenidos reflejado en el gráfico 4 para el índice de calidad de Ribera (QBR) el uso de suelo agrícola el uso de suelo agrícola en los puntos A, B, C, con valores que varían de 65 a 57, indica una calidad moderada esto refleja un inicio de alteración importante, mientras qué, el uso de suelo bosque en los puntos A, B, con valores de 76, indica un bosque ligeramente perturbado, no obstante, el punto C con un valor de 69 refleja una calidad moderado, por consiguiente, el uso de suelo mina en los puntos A, B, C, presenta valores que oscilan entre 36 a 32, esto muestra una alteración fuerte, consecuencia de la extracción de materiales pétreos.

Por otro lado, el uso de pastizal con valores de 41 a 36 indica calidad deficiente, por último, el uso de suelo urbano en los puntos A, B, C, con valores de 13 a 10 obtuvo un nivel de calidad malo, lo que refleja una degradación extrema, posiblemente por descargas de aguas residuales, entre otros factores.

Esto difiere a lo expresado por Araya & Fernández, en su estudio de modificación del índice de calidad de riberas: Inclusión del componente social en la evaluación de la calidad ribereña de la microcuenca del río Burío-Quebrada Seca, predomina el uso de suelo bosque, se establecieron 6 puntos de muestreos, mediante la aplicación del índice QBR reflejo que para las zonas de muestreos 1 y 2 obtuvo calidad muy buena (95 pts.), la zona 3 y 4 fue mala, con puntajes de 40 y 45, la calidad de la zona 5 con 15 pts. y la zona 6 con 10 pts., fueron clasificadas como muy mala (63).

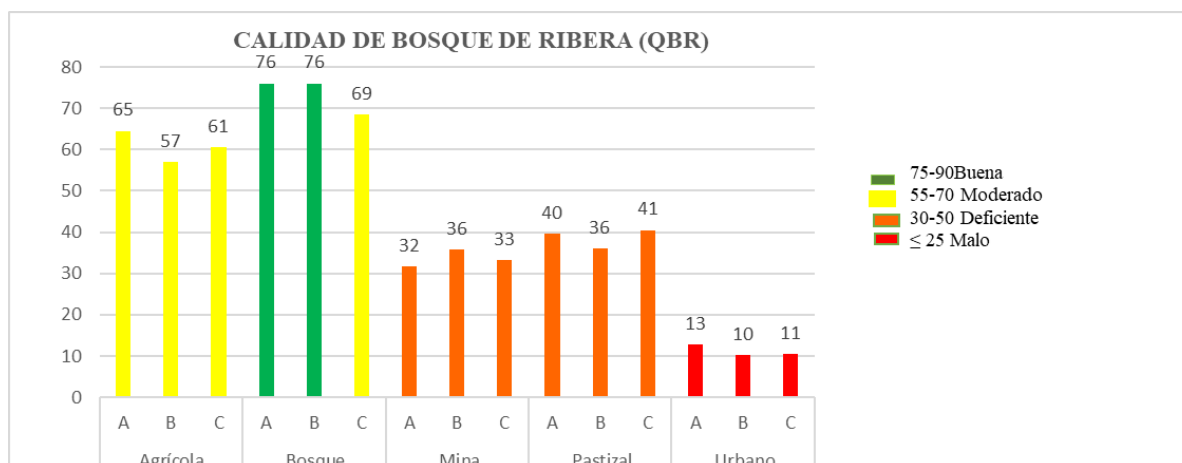


Gráfico 4. Evaluación del Índice QBR en los diferentes usos de suelo durante la época seca en la microcuenca del río Quevedo.

Fuente: Autora

4.4.2. Índice de hábitat fluvial (IHF)

4.4.2.1. Época lluviosa

El gráfico 5 muestra los valores obtenidos durante la época lluviosa, en la aplicación del índice de hábitat fluvial, el uso de suelo agrícola en los puntos A,B,C, con valores de 48 y 45,5 indica un nivel de calidad intermedio, mientras que, el uso de suelo bosque en los puntos A, B, C presenta valores que oscilaron entre 61,5 y 63 indicando calidad intermedia, algo similar reflejó el uso de suelo mina en el punto A, con 51,5 indica calidad intermedio, sin embargo, los puntos B, C con valores de 44 y 43,5 indican calidad deficiente, por consiguiente el uso de suelo pastizal en los puntos A, B, C, reflejó valores que fluctuaron 54 a 51, refleja calidad intermedia, por último el uso de suelo urbano en los puntos A y C con valores de 43 a 38 indican calidad deficiente, no obstante el punto B con 47 refleja calidad intermedia.

Esto difiere a lo expresado por Walteros en su estudio de ensamble de macroinvertebrados acuáticos y estado ecológico de la microcuenca Dalí-Otún, Dpto. de Risaralda, Colombia, indica que el río Dalí en los 5 tramos evaluados presenta aguas de hábitat excelente con valores que oscilan entre 90 a 71, mientras que, un tramo del río Otún presenta hábitat excelente con un valor 86, y el otro tramo con 28 presenta hábitat empobrecido (64).

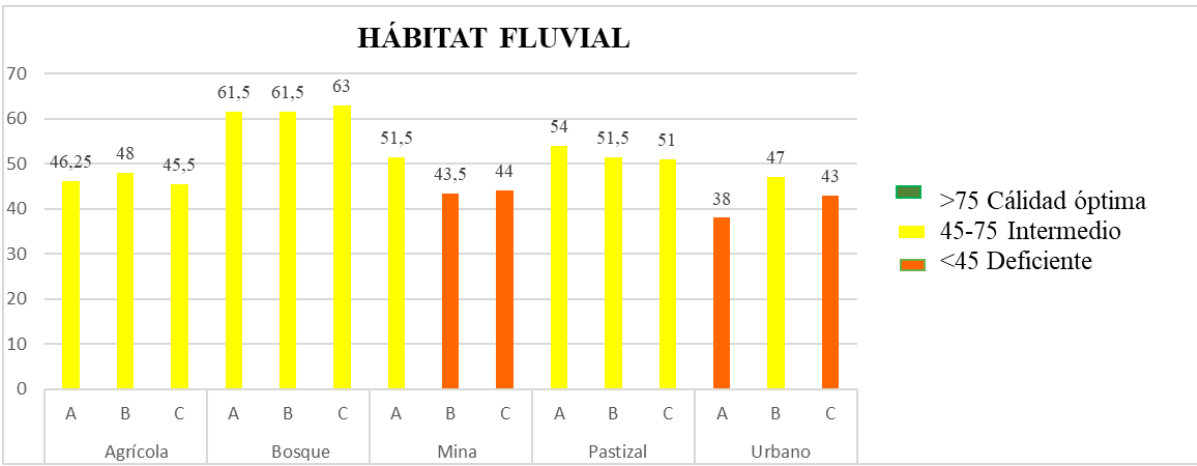


Gráfico 5. Resultado del índice IHF durante la época lluviosa, en la microcuenca del río Quevedo.

Fuente: Autora

4.4.2.2. Época seca

El gráfico 6, presenta los resultados obtenidos a través de la aplicación del índice hábitat fluvial, durante la época seca, siendo el punto B del uso de suelo bosque presenta valores de 70 una calidad óptima, sin embargo, los puntos A y C indica calidad intermedio, mientras que el uso de suelo agrícola con valores 49 y 44 refleja calidad deficiente en los puntos A y C, no obstante el punto B con 51 tiene una calidad intermedio, los usos de suelo mina y pastizal reflejan una calidad intermedia con valores que oscilan de 65 a 54, por último el uso de suelo urbano muestra una calidad deficiente con valores que fluctúan de 39 a 32.

Algo similar presenta en lo expresado por Galeano, en la evaluación de la calidad ecológica de quebradas andinas en la cuenca del río Magdalena se calculó durante el periodo seco, se evaluaron 12 estaciones, de las cuales las estaciones de referencia ubicadas en las quebradas las Mercedes (E4), Penoles (E7,8,9) y el Cardal (E:10,11,12) reflejan un IHF idóneo para el desarrollo de macroinvertebrados y grupos de biota acuática, mientras que, las estaciones alteradas de las quebradas La Magdalena (E:1,2,3) y Las Mercedes(E:5,6) reflejan una menor calidad de hábitat con baja heterogeneidad para desarrollo de comunidades de macroinvertebrados (53).

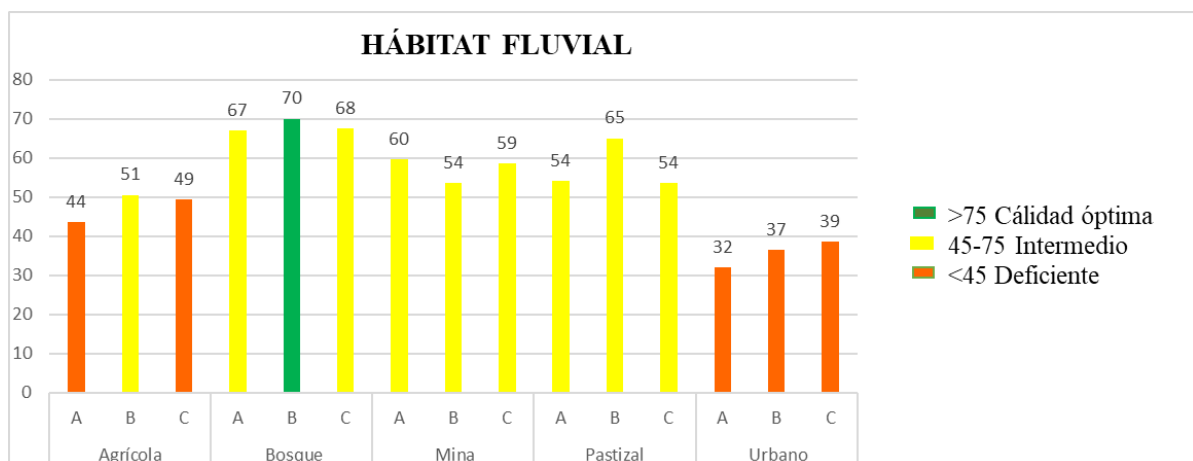


Gráfico 6. Resultado de la evaluación del Índice de Hábitat Fluvial durante la época seca, en la microcuenca del río Quevedo.

Fuente: Autora

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Durante la época lluviosa se identificó 4562 de especímenes, siendo los más representativos los géneros *Xiphocentron*, *Baetodes* y *Vacuperinus*, a diferencia de la época seca, se obtuvo 3769 macroinvertebrados, donde los de mayor representación fueron los géneros *Baetodes* y *Pentaneura*. El uso de suelo bosque presentó mayor dominancia de especies, sin embargo, el uso de suelo bosque, agrícola, mina, pastizal y urbano poseen menor diversidad de especies y se consideran zonas de baja riqueza de especies.
- La aplicación del índice BMWP-Cr durante la época lluviosa, indicó que el uso de suelo bosque tiene un nivel de calidad de aguas excelentes, no obstante, los usos de suelo agrícola, mina, pastizal y urbano presentan niveles de calidad buena a regular, a diferencia de la época seca donde los usos de suelo agrícola, bosque, mina, pastizal y urbano presentan nivel de calidad de agua regular a mala.
- El Análisis de Correspondencia Canónica durante la época lluviosa demostró que los géneros *Policentropus* está influenciado por el pH, mientras que los géneros *Xiphocentron* y *Baetodes* son sensibles a la temperatura, no obstante, los demás géneros son irrelevantes con los parámetros fisicoquímicos. A diferencia de la época seca donde los géneros *Brachydiplacinae* y *Choroterpes* son sensibles al oxígeno disuelto, y el género *Pentaneura* a los sólidos disueltos totales.
- De acuerdo al estado de la vegetación Índice QBR en los usos de suelo, bosque refleja inicio de alguna alteración, mientras que, los demás muestran una calidad mala causada por alguna alteración fuerte. Sin embargo, en la época seca, el uso de suelo bosque, presenta un nivel de calidad bueno, siendo ligeramente perturbado, a diferencia de los demás usos de suelo, con un nivel de calidad moderada a deficiente.
- Los resultados obtenidos en la aplicación del índice de hábitat fluvial (IHF) en la época lluviosa presentaron valores de calidad óptima a deficiente en los diferentes

usos de suelo, siendo similar a en la época seca en los usos de suelo agrícola, bosque, mina, pastizal.

5.2. Recomendaciones

- Establecer un proyecto de desarrollo ambiental con la finalidad de restaurar y proteger la vegetación ribereña de la microcuenca del río Quevedo.
- Reforestar las riberas de los cuerpos de agua de la microcuenca del río Quevedo con especies fitorremediadoras para mejorar el nivel de calidad del agua
- Formular estrategias para el manejo integral de cuencas hídricas con el fin de minimizar los impactos ocasionados por las diferentes actividades antrópicas, en relación a los diferentes usos de suelo, para evitar la alteración de la calidad del agua en la microcuenca del río Quevedo
- Implementar campañas de educación ambiental a sectores cercanos a la ribera de la microcuenca para disminuir la contaminación de este recurso hídrico

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Rodrigo-Cano D, Josep Picó M, Dimuro G. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como marco para la acción y la intervención social y ambiental. 2019 [cited 2021 Jun 15]; Available from: <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.02>
2. Agua y saneamiento – Desarrollo Sostenible [Internet]. [cited 2021 Jun 15]. Available from: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
3. Gutiérrez-Fonseca PE, Ramírez A, Rico P, Juan S. Ecological evaluation of streams in Puerto Rico: major threats and evaluation tools. Vol. 26. 2016.
4. Springer Monika. (PDF) Capítulo 3: Biomonitorio acuático. Biología Tropical. 2010 Dec;53–9.
5. Profile SEE. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecuador. 2017;(June).
6. Mancilla G, Valdo C, Azocar M, Jorquera P, Figueroa R. Efecto del reemplazo de la vegetación nativa de ribera sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en arroyos de climas templados, Chile central. Hidrobiológica [Internet]. 2009 [cited 2021 Jun 15];3:193–203. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v19n3/v19n3a2.pdf>
7. Código Orgánico del Ambiente [Internet]. Quito; 2017 [cited 2021 Jun 15]. Available from: www.lexis.com.ec
8. Roldán-Pérez G. Vista de Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica | Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales | ciencias físicas | artículos sobre ciencias naturales. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 2016 Apr;40:254–74.
9. Cirelli AF. El agua: un recurso esencial. Química Viva. 2012;11(3):147–70.
10. Azario R, Marco L, Metzler C, Garcia M del C. La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadoras a partir de fuentes superficiales. Higiene y Sanidad Ambiental. 2004;4:72–82.

11. ChibindaI C, Arada Pérez M de los A, Pérez Pompa N. Caracterización por métodos físico-químicos y evaluación del impacto cuantitativo de las aguas del Pozo la Calera. *Revista Cubana de Química*. 2017 Aug;29:303–21.
12. Salas-salgado G. Contaminación del agua. Vol. 2. 2016.
13. Amy G, Brdjanovic D, Comeau Y, Ekama G, Orozco Garcia J, Gerba C, et al. Tratamiento Biológico de Aguas Residuales: Principios, Modelación y Diseño. Primera. López Vásquez C, Buitrón Méndez G, García H, Cervantes Carrillo F, editors. The Editors; 2017. 1–592.
14. Pública S, De Salud AP, Mv S. Tema 11. Contaminación del agua.
15. Jost L, Antonio González-Oreja J. Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. Vol. 56, *Acta zoológica lilloana*. 2012.
16. Mostacedo B, Fredericksen T. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal [Internet]. Santa Cruz: El País; 2000 [cited 2021 Jul 1]. Available from: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>
17. Valdez Marroquín CG, Guzmán MA, Valdés A, Forougbakhch R, Alvarado MA, Rocha A. Estructura y diversidad de la vegetación del matorral espinoso tamaulipeco con condiciones prístinas en el noreste de México. *Revista de Biología Tropical*. 2018;66(4):1674–82.
18. Munné A, Prat N, Solà C, Bonada N, Rieradevall M. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 2003 Mar 1;13(2):147–63.
19. Pardo I, Álvarez M, Casas J, Luis Moreno J, Vivas S, Bonada N, et al. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*. 2002;21(4):115–33.
20. Ramírez YP, Giraldo LP, Zúñiga C, Ramos BC, Chará J. Influencia de la ganadería en los macroinvertebrados acuáticos en microcuencas de los Andes centrales de Colombia. *Revista de Biología Tropical*. 2018;66(3):1244–57.
21. Gutiérrez López A, Meza Salazar MA, Guevara G. Descomposición de hojas y colonización de macroinvertebrados acuáticos en dos microcuencas tropicales (

- Manizales, Colombia) Leaf decomposition and colonization by aquatic macroinvertebrates in two tropical microcatchments (Manizales , Colombia). *Revista Hidrobiológica*. 2016;26(3):347–57.
22. Alomía J, Iannacone J, Alvarino L, Ventura K. Macroinvertebrados bentónicos para evaluar la calidad de las aguas de la cuenca alta del río Huallaga, Perú. *Revista The Biologist (Lima)*. 2017;15(1):65–84.
 23. Custodio M, Chanamé F. Analysis of benthic macroinvertebrates biodiversity of Cunas river by means of environmental indicators, Junin-Peru. *Scientia agropecuaria*. 2016;7(1):33–44.
 24. Ayala Ramírez S, Reinoso González WA, Calderón Rivera DS, Jaramillo Londoño ÁM, Mesa Fernández DJ. Determinación de la calidad del agua del río Frío (Cundinamarca, Colombia) a partir de macroinvertebrados bentónicos. *Avances: Investigación en Ingeniería*. 2019;16(1):49–65.
 25. López E, Vásquez J, Villa F, Reinoso G. Evaluación de la calidad del bosque de ribera, utilizando un método simple y rápido en dos ríos de bosque seco tropical (Tolima, Colombia). *Tumbaga*. 2015;1(10):1.
 26. Guerrero N, Díaz M, Urdánigo J, Tayhing C, Guerrero V, Yépez Á. Uso de suelo y su influencia en la calidad del agua de la microcuenca El Sapanal, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas [Internet]*. 2017;5(2):1–11. Available from: <http://www.rccb.uh.cu/index.php/RCCB/article/view/156/265>
 27. Guerrero Chuez NM, Urdánigo Zambrano JP, Nieto Cañarte CA, Toro Rincón A. Estructura de macroinvertebrados acuáticos y su relación con usos de suelo en la cuenca alta del río Quevedo. *Revista Ingeniería e Innovación [Internet]*. 2021;9(2):67–81. Available from: <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/2427/3093>
 28. Rosado ÁY, Yépez Yanez ÁB, Urdánigo Zambrano JP, Morales Cabezas DC, Guerrero Chuez NM, TayHing Cajas CC. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecuador. *Revista Ciencias y Tecnología*. 2017;10(1):27–34.
 29. GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON QUEVEDO Provincia de Los Ríos. 2012.

30. Roldán-Pérez G. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 2016;40(155):254.
31. Roldán Pérez G. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del ... - Gabriel Roldán Pérez - Google Libros [Internet]. 2003 [cited 2021 Jun 3]. p. 1–170. Available from: https://books.google.com.ec/books/about/Bioindicación_de_la_calidad_del_agua_en.html?id=ZEjgIKZTF2UC&redir_esc=y
32. Roldan G. Guía de Identificación de Macroinvertebrados en Agua Dulce. Asociacion Anai. 2000;
33. Domínguez E, Fernández HR. Eduardo Domínguez sudamericanos Sistemática y biología. 2009.
34. Mafla M. Guía para Evaluaciones Ecológicas Rápidas con Indicadores Bilógicos en Ríos de Tamaño Mediano. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [Internet]. 2005 [cited 2021 Sep 6];1–90. Available from: <https://issuu.com/anaicr/docs/guiaevaluacionesecologicasrapidasenrios/50>
35. Artola García JO, Gregori Huerta P. Plug-Ins para el paquete R Commander de R: una aplicación al cálculo de probabilidades.
36. Pardo I, Álvarez M, Casas J, Moreno JL, Vivas S, Bonada N, et al. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*. 2002;21(3–4):115–33.
37. Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. PAST : Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis PAST: PALEONTOLOGICAL STATISTICS SOFTWARE PACKAGE FOR EDUCATION AND DATA ANALYSIS Even a cursory glance at the recent paleontological literature should convince anyone tha. *Palaeontologia Electronica*. 2001;4(1):1–9.
38. Vásquez M, Medina C. Calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca (Ancash, Perú) 2014. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas*. 2016;35(2):75–89.

39. Oliveros-Villanueva JD, Tamaris-Turizo CE, Serna-Macias DJ. Larvas de Trichoptera en una gradiente altitudinal en un río neotropical. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 2020;44(171):493–506.
40. Quesada-Alvarado F, Solano-Ulate D. Colonización de macroinvertebrados acuáticos en tres tipos de sustratos artificiales, en un río tropical. *Revista de Biología Tropical*. 2020;68(S2):S68–78.
41. Dávila-Recinos G, Ortiz JR, Reyes-Morales F. Efecto del microhábitat sobre la abundancia y riqueza específica de los macroinvertebrados bentónicos en dos ríos tropicales de montaña, Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*. 2019;6(1):7–21.
42. Zamora-Marín JM, Zamora-López A, Sánchez-Pérez A, Torralva M, Oliva-Paterna FJ. Establishment of the asian clam corbicula fluminea (Müller, 1774) in the segura river basin (se iberian peninsula). *Limnetica*. 2018;37(1):1–2.
43. Oliver C, Abarca A, Pozos L. EL USO DIFERENCIAL DEL HÁBITAT ENTRE LOS SEXOS EN UNA ESPECIE DEL GÉNERO. *Entomología Mexicana*. 2014;451:447–51.
44. Oviedo-Machado N, Reinoso-Flórez G. Aspectos ecológicos de larvas de Chironomidae del río Opia (Tolima, Colombia). *Revista Colombiana de Entomologia*. 2018;44(1):101–9.
45. Forero-Céspedes AM, Gutiérrez C, Reinoso-Flórez G. Composition and structure of the Baetidae family (Insecta: Ephemeroptera) in a Colombian Andean basin. *Hidrobiologica*. 2016;26(3):459–74.
46. Escobar Montenegro ADC, Filella JB, González Valdivia NA. Estudio comparativo macrofauna del suelo en sistema agroforestal, potrero tradicional y bosque latifoliado en microcuenca del trópico seco, Tomabú, Nicaragua. *Revista Científica de FAREM-Estelí*. 2017;(22):39–49.
47. Jaimes-Contreras AM, Granados-Martínez C. Tricópteros asociados a siete afluentes de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 2016;87(2):436–42.

48. Hernández-chávez MB, Ramírez-suárez WM, Zurita Rodríguez AA, Navarro Boulandier M. Biodiversidad y abundancia de la macrofauna edáfica en dos sistemas ganaderos en Sancti Spíritus, Cuba. *Pastos y Forrajes*. 2020;43(1):18–25.
49. Maestre JA, Carranza CC. Macroinvertebrados acuáticos y caracterización ecológica de los ambientes dulceacuícolas del área de influencia del gasoducto PERÚ LNG en los departamentos de Ica y Huancavelica. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*. 2017;20(40):86–93.
50. Rodríguez Badillo L, Ríos Guayasamín P, Espinosa Chico M, Cedeño P, Jiménez G. Caracterización de la calidad de agua mediante macroinvertebrados bentónicos en el río Puyo, en la Amazonía Ecuatoriana / Water quality characterization of benthonic macroinvertebrates of Puyo river , Ecuadorian Amazonia. *Hidrobiológica*. 2016;26(3):497–507.
51. Soria Bances MG, Quevedo J. Estado ecológico de franjas ribereñas e indicadores biológicos de calidad de agua en la subcuenca del río Hato. *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático*. 2019;3(5):4–20.
52. Ríos T, González G, Bernal Vega J. Diversidad de insectos acuáticos y calidad del agua de los ríos David y Mula, provincia de Chiriquí, Panamá. *Gestión y Ambiente*. 2015;18(1):113–28.
53. Galeano Rendón E, Monsalve Cortes LM, Mancera Rodríguez NJ. Evaluación de la calidad ecológica de quebradas andinas en la cuenca del Río Magdalena, Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*. 2017;20(2).
54. Cárdenas M, Mair J. Caracterización de macroinvertebrados bentónicos de dos ramales estuarinos afectados por la actividad industrial, Estero Salado-Ecuador. *Intrópica*. 2014;9(593):118.
55. Gualdrón Durán LE. Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos. *Revista Dinámica Ambiental*. 2016;76(1):83–102.
56. González Hernández A, Pérez Miranda R, Moreno Sánchez F, Ramírez Ojeda G, Rosales Mata S, Cano Pineda A. Variabilidad de la temperatura local en bosques de

- coníferas por efectos de la deforestación. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 2018;6(31):22–39.
57. Medina K, Mancilla R, Larios M, Guevara R, Olguín J, Barreto O. Calidad del agua para riego y suelos agrícolas en Tuxcacuesco , Jalisco Quality water for irrigation and agricultural land in Tuxcacuesco , Jalisco. *Idesia*. 2016;34(6):51–60.
 58. Campaña A, Gualoto E, Chiluisa-Utreras V. Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machángara y Monjas de la red hídrica del distrito metropolitano de Quito. *Bionatura*. 2017;2(2):305–10.
 59. de Paul MA, Neder de Román LE, Viturro CI, Villafañe JP. Distribución espacio-temporal de Ephemeroptera (Arthropoda: Insecta) en ríos de Yungas de Jujuy (Argentina). *Biología Acuática*. 2021;36(36):020.
 60. Springer M. Trichoptera. 2010.
 61. Villamarín C, Villamarín-Cortez S, Salcido DM, Herrera-Madrid M, Ríos-Touma B. Drivers of diversity and altitudinal distribution of chironomids (Diptera: Chironomidae) in the ecuadorian andes. *Revista de Biología Tropical*. 2021;69(1):113–26.
 62. Posada Posada M, Arroyave Maya M del P. Análisis de la calidad del retiro ribereño para el diseño de estrategias de restauración ecológica en el río La Miel, Caldas, Colombia. *Escuela de Ingeniería de Antioquía [Internet]*. 2015 [cited 2021 Aug 30];12:117–28. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n23/n23a11.pdf>
 63. Araya-Yannarella F, Fernández-Hernández A. Modificación del índice de calidad de riberas: Inclusión del componente social en la evaluación de la calidad ribereña de la microcuenca del río Burío-Quebrada Seca. *Uniciencia*. 2017;31(1):39.
 64. Walteros Rodríguez JM, Castaño Rojas JM, Marulanda Gómez JH. Ensamble de macroinvertebrados acuáticos y estado ecológico de la microcuenca Dalí-Otún, Departamento de Risaralda, Colombia. *Hidrobiológica*. 2016;26(3):359–71.

CAPITULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Tabla de distribución de especímenes de acuerdo al sustrato y microhábitat en época lluviosa

ÉPOCA LLUVIOSA										
AGRÍCOLA										
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	SUSTRATO	HÁBITAT	DC	EN	FB	TOTAL	%	
TRICHOPTERA	Hydropsychidae	Calosopsyche	Gravas	Rápidos	0	0	1	1	0,1%	
	Polycentropodidae	Polycentropus	Troncos y Hojarascas	Moderada	10	8	14	32	2,6%	
	Xiphocentronidae	Xiphocentron	Troncos y Hojarascas	Rapidos/Moderada	120	145	156	421	33,7%	
COLEOPTERA	Elmidae	Heterelmis	Gravas	Rápidos	0	0	14	14	1,1%	
		Macrelmis	Gravas	Rápidos	42	41	28	111	8,9%	
		Neoelmis	Hojarasca	Rapidos/Moderada	2	0	2	4	0,3%	
	Hydrochidae	Hydrochis	Gravas	Moderada	1	0	0	1	0,1%	
	Hydrophilidae	Tropisternus	Hojarasca y Arena	Rapidos/Moderada	0	0	20	20	1,6%	
	Heteroceridae	Tropicus	Arena	Moderada	1	0	0	1	0,1%	
	Lutrochidae	Lutrochites	Hojarasca y Arena	Rapidos/Moderada	6	0	0	6	0,5%	
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	Traverella	Hojarasca	Moderada	0	0	1	1	0,1%	
	Baetidae	Ecuaphlebia	Hojarasca y Arena	Rapidos/Moderada	0	1	2	3	0,2%	
		Baetodes	Hojarasca y Arena	Rapidos/Moderada	6	3	17	26	2,1%	
		Americabaetis	Troncos y Hojarascas	Rapidos/Moderada	1	5	21	27	2,2%	
		Camelobaetidius	Troncos y Hojarascas	Rapidos/Moderada	15	0	18	33	2,6%	
	Leptohyphidae	Tricorythodes	Hojarasca	Moderada	6	0	0	6	0,5%	
		Lumahyphes	Hojarasca	Moderada	6	4	0	10	0,8%	
	Caenidae	Vacuperinus	Hojarasca	Moderada	0	0	85	85	6,8%	
	HEMIPTERA	Naucoridae	Limnocoris	Troncos y Hojarascas	Rapidos/Moderada	0	14	1	15	1,2%
			macroptero	Gravas	Rápidos	29	2	15	46	3,7%
Cryphocricos			Gravas	Rápidos	1	0	1	2	0,2%	
Gerridae		Gerromorpha	Rocas	Lénticas	0	10	249	259	20,8%	
ODONATA	Coenagrionidae	Ischnura	Troncos y Hojarascas	Rapidos/Moderada	0	0	2	2	0,2%	
		Argia	Hojarasca	Lénticas	1	0	0	1	0,1%	
	Libellulidae	Erythrodiplax	Hojarasca y Arena	Rapidos/Moderada	0	2	0	2	0,2%	
	Gomphidae	Epigomphus	Troncos y Hojarascas	Rapidos/Moderada	3	0	0	3	0,2%	
	Ceratopogonidae	Alluaudomyia	Gravas	Moderada	1	0	0	1	0,1%	
DIPTERA	Empididae	Hemerodromia	Hojarasca	Moderada	0	0	2	2	0,2%	
	Chironomidae	Pentaneura	Troncos y Hojarascas	Rapidos/Moderada	8	10	0	18	1,4%	
GASTROPODA	Ampullariidae	Pomacea canaliculata	Arena	Moderada	0	0	1	1	0,1%	
	Thiaridae	Melanoides	Troncos y Hojarascas	Moderada	2	0	2	4	0,3%	
	Hydrobiidae	Heleobia	Troncos y Hojarascas	Rapidos/Moderada	1	0	0	1	0,1%	
ANELIDA	Oligochaeta	N.N	Fango	Lénticas	0	14	0	14	1,1%	
ARACHNIDA	Arachnoidea	N.N	Rocas	Lénticas	0	8	0	8	0,6%	
BIVALVIA	Corbiculidae	Corbicula	Fango	Lénticas	28	15	24	67	5,4%	

TOTAL					290	282	676	1248	100%
BOSQUE									
ORDEN	FAMILIA	GENERO	SUSTRATO	HÁBITAT	DC	EN	FB	TOTAL	%
COLEOPTERA	Elmidae	Macrelmis	Hojarasca	Corrientes lentas	19	20	13	52	3,7%
	Ptilodactylidae	Anchytarsus	Arena/Hojarasca	Moderadas	2	2		4	0,3%
	Staphylinidae	Stenus	Hojarasca	Moderadas		1	1	2	0,1%
	Hydrophilidae	Tropisternus	Hojarasca	Lénticas	11	4		15	1,1%
		Hydrobius	Troncos/Hojarasca	Moderadas	3	1	1	5	0,4%
	Dytiscidae	Andonectes	Hojarasca	Corrientes lentas		5	1	6	0,4%
	Odontoceridae	Barypenthus	Gravas	Moderadas			1	1	0,1%
TRICHOPTERA		Marilia	Gravas	Rápidos		3		3	0,2%
	Hydrobiosidae	Atopsyche	Gravas	Rápidos			2	2	0,1%
	Leptoceridae	Nectopsyche	Hojarasca/Gravas	Rápidos	1			1	0,1%
	Calamoceratidae	Banyallarga	Gravas	Rápidos			1	1	0,1%
	Polycentropodidae	Polycentropus	Hojarasca	Corrientes lentas		45	26	71	5,1%
	Hydroptilidae	Hydroptila	Hojarasca/Gravas	Moderadas	4	2	2	8	0,6%
	Xiphocentronidae	N.N	Hojarasca	Moderadas		1		1	0,1%
GASTROPODA	Hydropsychidae	Calosopsyche	Gravas	Rápidos		1	1	2	0,1%
	Ampullariidae	Pomacea canaliculata	Fango	Lénticas/Moderadas	2	5	1	8	0,6%
	Thiaridae	Melanoides	Hojarasca	Corrientes lentas	40	33	51	124	8,8%
EPHEMEROPTERA	Leptohyphidae	Leptohyphes	Hojarasca	Corrientes Moderada		54	9	63	4,5%
	Baetidae	Camelobaetidius	Hojarasca	Corrientes Moderada	41	111	47	199	14,2%
		Americabaetis	Troncos y Hojarascas	Corrientes Moderada	7	53	44	104	7,4%
		Mayobaetis	Troncos y Hojarascas	Corrientes Moderada		34	30	64	4,6%
		Baetodes	Troncos y Hojarascas	Corrientes Moderada	1	42	20	63	4,5%
	Caenidae	Vacuperinus	Hojarasca	Moderadas	57	77	141	275	19,6%
		Caenis	Troncos y Hojarascas	Corrientes Moderada	2	26	18	46	3,3%
ODONATA	Calopterygidae	Hetaerina	Hojarasca	Lénticas	1	1	1	3	0,2%
	Libellulidae	Elasmothemis	Hojarasca	Lénticas	1	1	3	5	0,4%
		Brechmorhoga	Troncos y Hojarascas	Corrientes lentas	6	117	61	184	13,1%
DIPTERA	Tabanidae	Tipula	Hojarasca	Lénticas		1	1	2	0,1%
	Chironomidae	Pentaneura	Hojarasca	Corrientes lentas		1	1	2	0,1%
	Belostomatidae	Belostoma	Hojarasca	Moderadas		1		1	0,1%
		Diplonychus	Hojarasca	Lénticas	3	2	3	8	0,6%
HEMIPTERA	Corixidae	Heterocorixa	Hojarasca	Lénticas		1	4	5	0,4%
		N.N	Hojarasca	Lénticas		1		1	0,1%
	Hydrometridae	hydrometra	Rocas	Lénticas			1	1	0,1%
	Gerridae	Gerromorpha	Rocas	Lénticas			10	10	0,7%
		Trepobates	Rocas	Lénticas		1		1	0,1%
		Macroptero	Gravas	Rápidos/ Lénticas	6	4		10	0,7%
	Naucoridae	Ambrysus	Gravas	Rápidos		1		1	0,1%
Limnocoris		Hojarasca	Corrientes lentas		6	3	9	0,6%	
MESOGASTROPODA		Hydrobiidae	Littoridina	Hojarasca	Corrientes lentas		3	3	0,2%
ANELIDA	Oligochaeta	N.N	Fango	Lénticas		2		2	0,1%
OSTRACODA	Atyidae	Atyaephyra desmaresti	Gravas/Hojarasca	Moderadas	6	13	7	26	1,9%
BIVALVIA	Unionidae	NN	Fango	Moderadas			2	2	0,1%

TOTAL	Corbiculidae	<i>Corbicula</i>	Fango	Lénticas/Moderadas	3	6		9	0,6%
					216	679	510	1405	100%
MINA									
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	SUSTRATO	HÁBITAT	DC	EN	FB	Total	%
TRICHOPTERA	Odontoceridae	<i>Barypenthus</i>	Gravas	Moderadas			2	2	0,2%
	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	Gravas	Rápidos	1			1	0,1%
	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	Hojarasca	Lénticas	2	1		3	0,3%
	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	Hojarasca	Moderadas	1	1		2	0,2%
	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	Gravas	Moderado y Rápidos	2	0	0	2	0,2%
		<i>Calosopsysche</i>	Gravas	Rápidos	3		21	24	2,6%
	Elmidae	<i>Macrelmis</i>	Gravas	Rápidos	22	48	24	94	10,3%
	Hydrophilidae	<i>Hydrobius</i>	Troncos/Hojarasca	Moderadas		3		3	0,3%
	Heteroceridae	<i>Tropicus</i>	Arena	Moderadas	1			1	0,1%
	Leptophlebiidae	<i>Traverella</i>	Gravas	Lénticas		1		1	0,1%
EPHEMEROPTERA	Baetidae	<i>Ecuaphlebia</i>	Piedras y Hojarasca	Moderado y Rápidos	5	1	3	9	1,0%
		<i>Baetodes</i>	Hojarasca	Moderado	45	54	163	262	28,6%
		<i>Americabaetis</i>	Piedras y Hojarasca	Moderado y Rápidos	0	0	16	16	1,7%
		<i>Mayobaetis</i>	Hojarasca	Moderado y Rápidos	0	5	25	30	3,3%
	Leptohyphidae	<i>Camelobaetidius</i>	Piedras y Hojarasca	Moderado y Rápidos	61	2	32	95	10,4%
		<i>Leptohyphes</i>	Hojarasca	Moderado y Rápidos	10	15	0	25	2,7%
		<i>Lumahyphes</i>	Troncos	Moderadas	25			25	2,7%
		<i>Vacuperinus</i>	Hojarasca	Moderadas		6	38	44	4,8%
	Caenidae	<i>Caenis stephen</i>	Piedras y Hojarasca	Moderado y Rápidos	0	3	6	9	1,0%
	Corixidae	<i>Heterocorixa</i>	Hojarasca	Lénticas	1	3		4	0,4%
HEMIPTERA	Naucoridae	<i>Macroptero</i>	Gravas	Moderadas	8		19	27	3,0%
		<i>Ambrysus</i>	Gravas	Rápidos			1	1	0,1%
		<i>Cryphocricos</i>	Gravas	Rápidos			8	8	0,9%
		<i>Gerromorpha</i>	Rocas	Lénticas		4	53	57	6,2%
	Gerridae	<i>Limnogonus</i>	Rocas	Lénticas		4		4	0,4%
	Coenagrionidae	<i>Ischnura</i>	Hojarasca	Moderado y Rápidos	4	10	3	17	1,9%
	Libellulidae	<i>Erythrodiplax</i>	Piedras y Hojarasca	Moderado y Rápidos	1	5	0	6	0,7%
	Aeshnidae	<i>Aeshna</i>	Piedras y Hojarasca	Moderado y Rápidos	1	2	0	3	0,3%
	Megapodagrionidae	<i>Philogenia</i>	Piedras y Hojarasca	Moderado y Rápidos	1	0	1	2	0,2%
	Gomphidae	<i>Epigomphus</i>	Piedras y Hojarasca	Moderado y Rápidos	1	0	1	2	0,2%
GASTROPODA	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	Fango	Lénticas/Moderadas		47	9	56	6,1%
	Ampullariidae	<i>Pomacea canaliculata</i>	Fango	Lénticas/Moderadas	2	4		6	0,7%
	Hydrobiidae	<i>Heleobia</i>	Fango	Lénticas/Moderada	0	4	0	4	0,4%
ANELIDA	Oligochaeta	<i>N.N</i>	Fango	Lénticas		1		1	0,1%
OSTRACODA	Atyidae	<i>Balanteocrilus</i>	Fango	Lénticas/Moderada	1	0	0	1	0,1%
BIVALVIA	Atyidae	<i>Atyaephyra desmaresti</i>	Gravas/Hojarasca	LÉNTICAS /Moderadas	1	2		3	0,3%
DIPTERA	Corbiculidae	<i>Corbicula</i>	Fango	Lénticas/Moderadas	30	28		58	6,3%
	Empididae	<i>Hemerodromia</i>	Hojarasca	Moderadas			1	1	0,1%
	Chironomidae	<i>Pentaneura</i>	Hojarasca	Lénticas	2	4		6	0,7%
TOTAL					231	258	426	915	100%
PASTIZAL									
ORDEN/CLASE	FAMILIA	GÉNERO	SUSTRATO	HÁBITAT	DC	EN	FB	TOTAL	%
ÉPOCA LLUVIOSA									

TRICHOPTERA	Odontoceridae	Marilia	Piedras	Corrientes Moderadas	4		4	0,8%		
	Leptoceridae	Nectopsyche	Piedras y Hojarascas	Corrientes lentas	2		2	0,4%		
	Polycentropodidae	Polycentropus	Gravas y Hojarascas	Corrientes Moderadas	1		1	0,2%		
	Hydroptilidae	Mayotrichia	Piedras y Hojarascas	Corrientes Moderadas		1	1	0,2%		
	Hydropsychidae	Macrostemum	Piedras y Hojarascas	Corrientes Moderadas	2		2	0,4%		
		Macronema	Piedras y Troncos	Corrientes Moderadas		2	2	0,4%		
		Leptonema	Piedras	Corrientes Moderadas		1	1	0,2%		
		Calosopsyche	Piedras	Corrientes Moderadas			1	0,2%		
COLEOPTERA	Elmidae	Macrelmis	Gravas y Hojarascas	Corrientes lentas	22		3	25	4,8%	
	Hydrophilidae	Hydrobius	Gravas y Hojarascas	Corrientes lentas			1	1	0,2%	
	Ptilodactylidae	Anchytarsus	Hojarasca y Arena	Corrientes rápidas		16	17	33	6,3%	
	EPHEMEROPTERA	Leptohiphidae	Lomohipes	Piedras y Hojarascas	Corrientes lentas		6	8	14	2,7%
Leptohyphes			Piedras y Arena	Corrientes rápidas	17	50	27	94	18,0%	
Baetidae		Camelobaetidius	Piedras y Arena	Corrientes rápidas		3	18	21	4,0%	
		Americabaetis	Piedras y Arena	Corrientes rápidas		30	5	35	6,7%	
Caenidae		Vacuperinus	Piedras	Corrientes Moderadas	11		6	17	3,3%	
		caenis	Piedras y Arena	Corrientes rápidas		1		1	0,2%	
ODONATA	Libellulidae	elasmothermis	Piedras y Hojarascas	Corrientes lentas		1		1	0,2%	
		Brechmorhoga	Hojarasca y Arena	Corrientes rápidas		4	3	7	1,3%	
DIPTERA	Coenagrionidae	Argia	Piedras y Troncos	Corrientes Moderadas	4			4	0,8%	
	Chironomidae	Pentaneura	Piedras y Arena	Corrientes rápidas	3	3	7	13	2,5%	
ANNELIDA	Simuliidae	Simulium	Piedras	Corrientes Moderadas	1			1	0,2%	
	Oligochaeta	Lumbricidae	Fango	Corriente lenta		3	2	5	1,0%	
HEMIPTERA	Belostomatidae	Heterocorixa	Piedras	Corrientes Moderadas			1	1	0,2%	
		Gerromorpha	Gravas y Hojarascas	Corrientes lentas		2	3	5	1,0%	
	Corixidae	Heterocorixa	Gravas y Hojarascas	Corrientes lentas			1	1	0,2%	
		macroptero	Piedras	Corrientes Moderadas	6	3	2	11	2,1%	
	Naucoridae	Limnocoris	Piedras y Arena	Corrientes rápidas		22	19	41	7,9%	
		Littoridina	Piedras y Arena	Corrientes rápidas			3	3	0,6%	
MESOGASTROPODA	Hydrobiidae	Littoridina	Piedras y Arena	Corrientes rápidas			3	3	0,6%	
GASTROPODA	Thiaridae	Melanoides	Piedras y Troncos	Corrientes Moderadas	36	6	13	55	10,6%	
BIVALVIA	Corbiculidae	corbicula	Piedras y Hojarascas	Corrientes lentas	46	39	31	116	22,3%	
SERIATA	Planariidae	Atrioplanaria	Piedras y Arena	Corrientes rápidas		1	1	2	0,4%	
TOTAL					150	198	173	521	100%	
URBANO										
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	SUSTRATO	HÀBITAD	DC	EN	FB	TOTAL	%	
TRICHOPTERA	Hydropsychidae	Leptonema	Roca vegetación	Corriente rápida	0	11	23	34	7,19%	
		Smicridea	Arenavegetación	Corriente moderada	0	0	2	2	0,42%	
	Xiphocentronidae	Xiphocentron	Roca y vegetación	Corriente rápida	2	0	8	10	2,11%	
COLEOPTERA	Elmidae	Heterelmis	Arena/Grava	Rápidos/Lénticas	1	0	0	1	0,21%	
		Staphylinidae	Gravas	Rápidos/Lénticas	2	0	2	4	0,85%	
EPHEMEROPTERA	Baetidae	Baetodes	Arenavegetación	Corriente rápida	31	36	8	75	15,86%	
		Ecuaphlebia	Gravas	Moderados	0	4	7	11	2,33%	
		Mayobaetis	Arena/Grava	Rápidos/Moderado	0	2	4	6	1,27%	
		Leptohyphes	Arena	Rápidos/Moderado	0	2	2	4	0,85%	
	Oligoneriidae	Camelobaetidius	Roca y vegetación	Corriente rápida	0	3	13	16	3,38%	
		Lachlania	Roca y vegetación	Corriente rápida	1	2	1	4	0,85%	
		Caenidae	Caenis stephen	Roca y vegetación	Corriente rápida	7	9	6	22	4,65%

HEMIPTERA	Nepidae	<i>Nepidae</i>	Gravas	Moderados			1	1	0,21%
	Belostomatidae	<i>Belostoma</i>	Roca y vegetación	Corriente rápida	7	0	3	10	2,11%
	Coenagrionidae	<i>Ischnura</i>	Roca y vegetación	Corriente rápida	56	39	93	188	39,75%
ODONATA	Catopterygidae	<i>Hetaerina</i>	Arena/Grava	Rápidos/Moderado	0	1	0	1	0,21%
		<i>Dythemis</i>	Arena/Grava	Moderados	0	1	0	1	0,21%
	Libellulidae	<i>Erythrodiplax</i>	vegetación	Corriente moderada	6	8	2	16	3,38%
		<i>Brechmorhoga</i>	vegetación	Corriente moderada	6	2	0	8	1,69%
DECAPODA	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>	Arenavegetación	Corriente rápida	6	0	4	10	2,11%
	Palaemonidae	<i>Macrobrachium</i>	Roca vegetación	Corriente rápida	0	0	1	1	0,21%
GASTROPODA	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	Arenavegetación	Corriente moderada	5	0	5	10	2,11%
	Physidae	<i>Physa Pomalia</i>	Arenavegetación	Corriente moderada	5	2	0	7	1,48%
	Ampullariidae	<i>Pomella</i>	Roca vegetación	Corriente moderada	3	3	0	6	1,27%
	Hydrobiidae	<i>Heleobia</i>	Roca vegetación	Corriente moderada	5	10	1	16	3,38%
SERIATA	Planariidae	<i>N.N</i>	Gravas	Rápidos/Moderado	5	0	0	5	1,06%
		<i>Crenobia</i>	Arena/vegetación	Corriente moderada	1	1	2	4	0,85%
TOTAL					149	136	188	473	100%

Fuente: Elaborado por autora

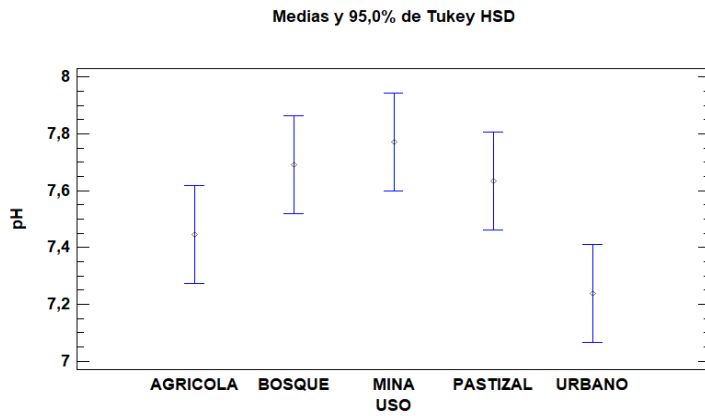
Anexo 2. Tabla de distribución de especímenes según el sustrato y microhábitat época seca

ÉPOCA SECA									
AGRÍCOLA									
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	SUSTRATO	HÁBITAT	JN	JL	AG	TOTAL	%
TRICHOPTERA	Calamoceratidae	<i>Anisocentropus</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Rápida	1			1	0,1%
		<i>Helicopsyche</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Rápida		7	9	16	1,8%
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Rápida		14		14	1,5%
	Hydroptilidae	<i>Tropisternus</i>	Bloques y limo	Rápido y somero	4	17	5	26	2,9%
COLEOPTERA	Elmidae	<i>Macrelmis</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Moderada	1			1	0,1%
	Lutrochidae	<i>Lutrochus</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Moderada			15	15	1,6%
	Aeshnidae	<i>Aeshna</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente lenta	2	15		17	1,9%
EPHEMEROPTERA	Baetidae	<i>Baetodes</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente lenta	46	92	100	238	26,1%
		<i>Camelobaetidius</i>	Bloques y limo	Rápido y somero	0	0	3	3	0,3%
	Leptophlebiidae	<i>Choroterpes</i>	Roca y Arena	Corriente lenta		34	42	76	8,3%
	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	Bloques y limo	Rápido y somero	0	13	0	13	1,4%
HEMIPTERA	Belostomatidae	<i>Abedus</i>	Bloques y limo	Rápido y somero	0	6	0	6	0,7%
ODANATA	Gomphidae	<i>Epigomphus</i>	Bloques y limo	Rápido y somero	27	38	22	87	9,5%
	Libellulidae	<i>Erythrodiplax</i>	Bloques y limo	Rápido y somero	0	0	10	10	1,1%
	Perilestidae	<i>Perilestes</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Moderada	3			3	0,3%
	Libellulidae	<i>Brachydiplacinae</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Moderada		21	10	31	3,4%
DIPTERA	Calopterygidae	<i>Calopteryx</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Moderada	0	0	10	10	1,1%
	Chironomidae	<i>Pentaneura</i>	Bloques y limo	Rápido y somero	94	105	64	263	28,9%
	Psychodidae	<i>Lutzomyia</i>	Bloques y limo	Rápido y somero	2	0	6	8	0,9%
DIPTERA	Simuliidae	<i>Simulium</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Moderada	2			2	0,2%
GASTROPODA	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	Bloques y limo	Rápido y somero	5	8	3	16	1,8%
MESOGASTROPODA	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Rápida			10	10	1,1%
DECAPODA	Palaemonidae	<i>Palaemon</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Rápida			45	45	4,9%
TOTAL					187	370	354	911	100%

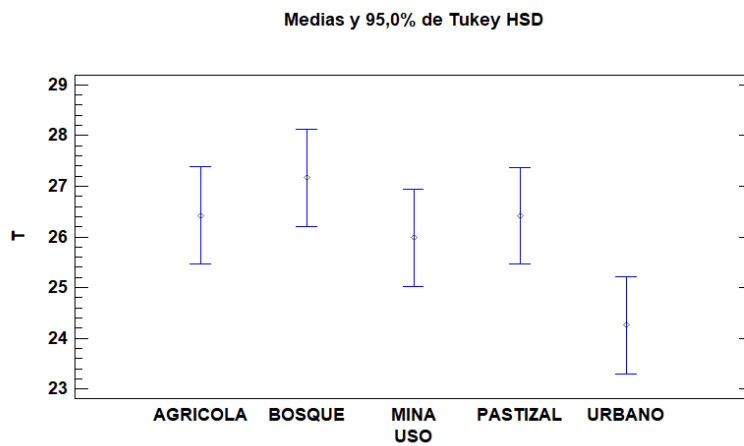
BOSQUE									
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	SUSTRATO	HÁBITAT	JN	JL	AG	TOTAL	%
COLEOPTERA	Ptilodactylidae	<i>Anchyteis</i>	Vegetación/Arena	Corriente Moderada	2			2	0,3%
	Lutrochidae	<i>Lutrochus</i>	Vegetación/Arena	Corriente Moderada	8		25	33	4,7%
	Hydroptilidae	<i>Tropisternus</i>	Vegetación/Arena	Corriente Moderada	1			1	0,1%
	Aeshnidae	<i>Aeshna</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Moderada	1	1	3	5	0,7%
	Staphylinidae	<i>Misanthius</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Moderada	13			13	1,8%
EPHEMEROPTERA	Baetidae	<i>Baetodes</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente lenta	48	104	131	283	40,0%
		<i>Camelobaetidius</i>	Bloques o Piedras	Lento y profundo	0	0	1	1	0,1%
	Leptophlebiidae	<i>Choroterpes</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente lenta	22	70	22	114	16,1%
ODONATA	Libellulidae	<i>Brachydiplacinae</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Moderada		40	7	47	6,6%
		<i>Erythrodiplax</i>	Bloques o Piedras	Lento y profundo	0	0	21	21	3,0%
	Gomphidae	<i>Epigompus</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente lenta	8	20	24	52	7,3%
		<i>Perilestes</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente lenta			17	17	2,4%
	Coenagrionidae	<i>Ischnura</i>	Bloques o Piedras	Lento y profundo	7	21	25	53	7,5%
DIPTERA	Chironomidae	<i>Pentaneura</i>	Bloques o Piedras	Lento y profundo	8	10	9	27	3,8%
	Psychodidae	<i>Plhebotomus</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente lenta	2		10	12	1,7%
DECAPODA	Palaemonidae	<i>Macrobrachium</i>	Bloques o Piedras	Lento y profundo	0	5	3	8	1,1%
		<i>Palaemon</i>	Vegetación y Hojarasca/Arena	Corriente lenta			10	10	1,4%
MESOGASTROPODA	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	Vegetación y Hojarasca/Arena	Corriente lenta		2		2	0,3%
NEOTAENIOGLOSSA	Hydrobiidae	<i>Alzoniella</i>	Vegetación y Hojarasca/Arena	Corriente lenta			7	7	1,0%
TOTAL					120	273	315	708	100%
MINA									
ORDEN	GÉNERO	Familia	SUSTRATO	HÁBITAT	JN	JL	AG	TOTAL	%
DIPTERA	Chironomidae	<i>Pentaneura</i>	Roca y Arena	Corriente lenta	5		46	51	8%
ODONATA	Libellulidae	<i>Brachydiplacinae</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Moderada		35		35	5%
		<i>Erythrodiplax</i>	Piedras	Rápidos y profundo	0	5	8	13	2%
	Coegrionidae	<i>Ischnura</i>	Piedras	Rápidos y profundo	0	12	5	17	3%
EPHEMEROPTERA	Baetidae	<i>Baetodes</i>	Roca y Arena	Corriente lenta	79	119	92	290	44%
		<i>Camelobaetidius</i>	Piedras	Rápidos y profundo	0	0	4	4	1%
		<i>Choroterpes</i>	Roca y Arena	Corriente lenta	19	20	28	67	10%
	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	Piedras	Rápidos y profundo	26	21	8	55	8%
	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	Piedras	Rápidos y profundo	12	23	0	35	5%
PLECOPTERA	Perlidae	<i>Claassenia</i>	Roca y Arena	Corriente lenta	1	18	3	22	3%
TRICHOPTERA	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	Piedras	Rápidos y profundo	11	9	0	20	3%
COLEOPTERA	Hydropsychidae	<i>Macrostemum</i>	Piedras	Rápidos y profundo	9	9	0	18	3%
	Aeshnidae	<i>Aeshna</i>	Roca y Arena	Corriente lenta	1	18	8	27	4%
TOTAL					163	289	202	654	100%
Pastizal									
ORDEN	GÉNERO	FAMILIA	SUSTRATO	HÁBITAT	JN	JL	AG	TOTAL	%
TRICHOPTERA	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Rápida		11		11	2%
COLEOPTERA	Hydroptilidae	<i>Tropisternus</i>	Piedras	Rápidos y profundo	0	0	5	5	1%
	Aeshnidae	<i>Aeshna</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Moderada		4		4	1%
	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i>	Piedras	Rápidos y profundo	0	0	11	11	2%
EPHEMEROPTERA		<i>Baetodes</i>	Piedras	Rápidos y profundo	74	69	92	235	37%
		<i>Thraulodes</i>	Piedras	Rápidos y profundo	15	8	0	23	4%
	Leptophlebiidae	<i>Choroterpes</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente lenta	4	69	9	82	13%
	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	Piedras	Rápidos y profundo	0	0	10	10	2%
		<i>Brachydiplacinae</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Moderada		24	10	34	5%
ODONATA	Libellulidae	<i>Erythrodiplax</i>	Piedras	Rápidos y profundo	0	5	0	5	1%
	Gomphidae	<i>Epigompus</i>	Vegetación y Hojarasca	Corriente Moderada			25	25	4%
	Coenagrionidae	<i>Ischnura</i>	Piedras	Rápidos y profundo	5	24	12	41	6%
DIPTERA	Chironomidae	<i>Pentaneura</i>	Piedras	Rápidos y profundo	21	46	88	155	24%
TOTAL					119	260	262	641	100%

URBANO									
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	SUSTRATO	HÁBITAT	JN	JL	AG	TOTAL	%
TRICHOPTERA	Hydroptilidae	<i>Spicipalpia</i>	Vegetación y Hojarasca/Arena	Corriente lenta	5			5	1%
ODONATA	Coenagrionidae	<i>Argia</i>	Vegetación y Hojarasca/Arena	Corriente lenta	2	7	37	46	5%
		<i>Ischnura</i>	Piedras y arena	Rápidos y somero	0	0		7	1%
	Calopterygidae	<i>Calopteryx</i>	Vegetación y Hojarasca/Arena	Corriente lenta		49	78	127	15%
DIPTERA	Chironomidae	<i>Pentaneura</i>	Piedras y arena	Rápidos y somero	145	120	135	400	47%
	Psychodidae	<i>Lutzomyia</i>	Piedras y arena	Rápidos y somero	0	0	6	6	1%
	Syrphidae	<i>Allograpta</i>	Vegetación y Hojarasca/Arena	Corriente lenta	38	51	19	108	13%
EPHEMEROPTERA	Baetidae	<i>Baetodes</i>	Piedras y arena	Rápidos y somero	12	16	3	31	4%
		<i>Camelobaetidius</i>	Piedras y arena	Rápidos y somero	6	0	5	11	1%
	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	Piedras y arena	Rápidos y somero	15	18		33	4%
		<i>Caenis stephen</i>	Piedras y arena	Rápidos y somero	12	8	9	29	3%
NEOTAENIOGLOSSA	Hydrobiidae	<i>Alzoniella</i>	Vegetación y Hojarasca/Arena	Corriente lenta		25		25	3%
MESOGASTROPODA	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	Vegetación y Hojarasca/Arena	Corriente lenta		17	5	22	3%
COLEOPTERA	Hydrophilidae	<i>Hydropilini</i>	Vegetación y Hojarasca/Arena	Corriente lenta		5		5	1%
TOTAL					235	316	304	855	100%

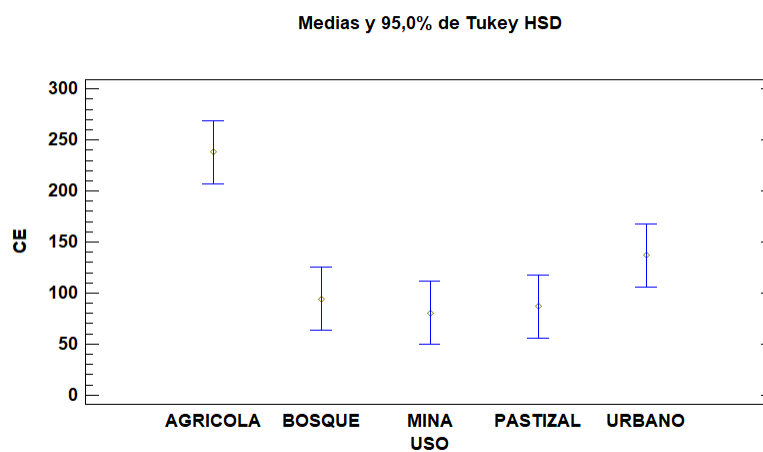
Fuente: Autora



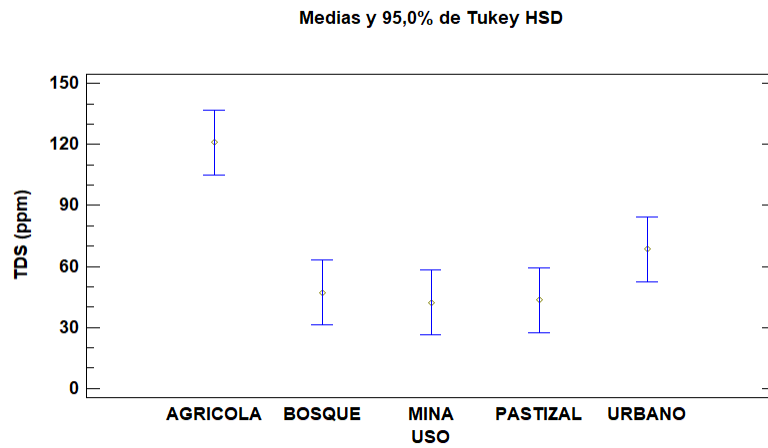
Anexo 3. Resultados del índice de similitud (ANOVA) pH



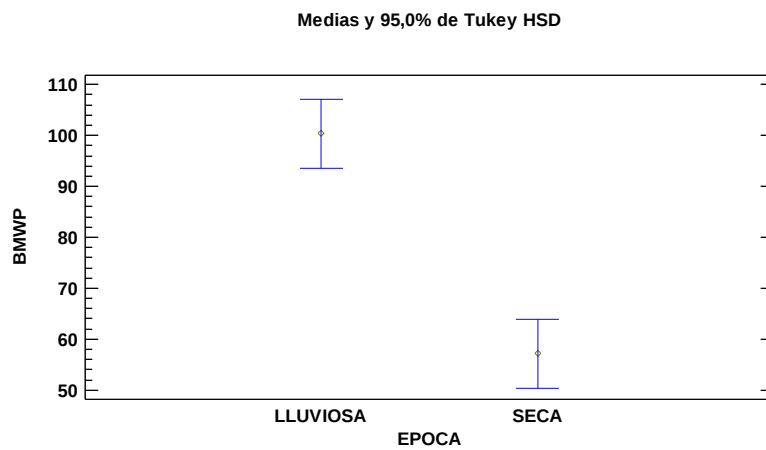
Anexo 4. Resultados del índice de similitud (ANOVA) Temperatura



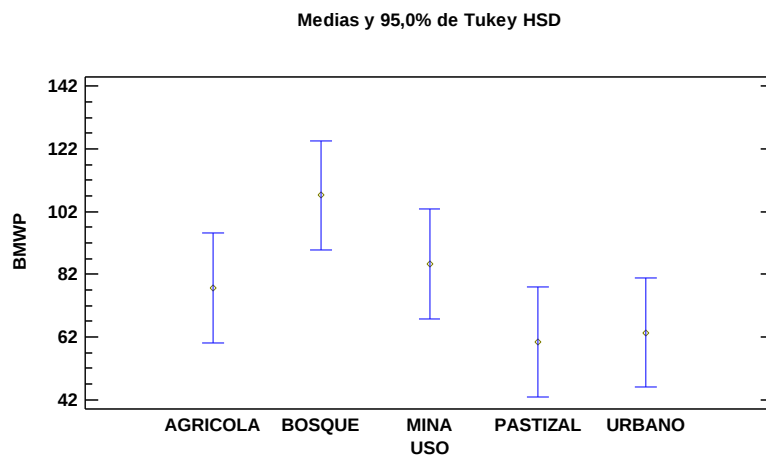
Anexo 5. Resultados del índice de similitud (ANOVA) Conductividad eléctrica



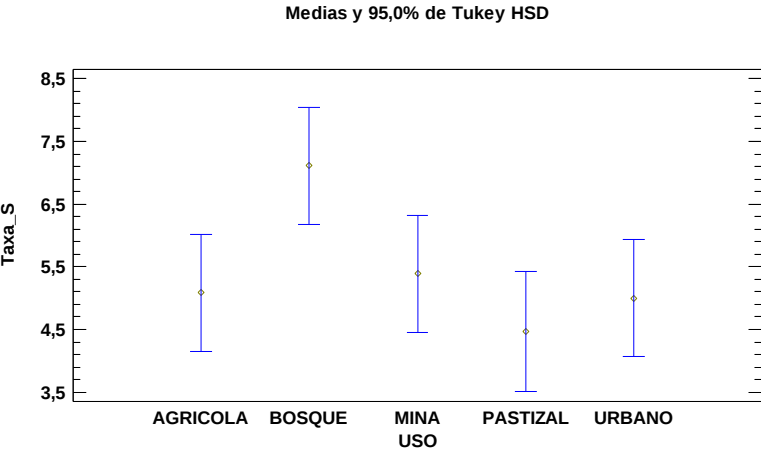
Anexo 6. Resultados del índice de similitud (ANOVA) Sólidos Disueltos Totales



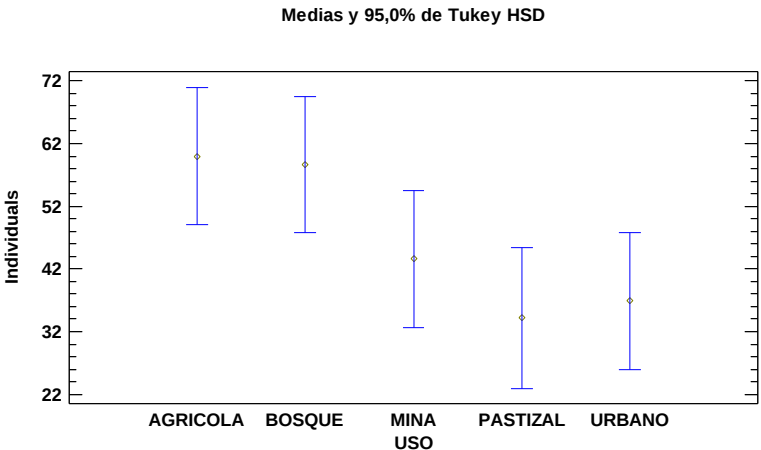
Anexo 7. Resultados del índice de similitud (ANOVA) BMWP-CR VS épocas



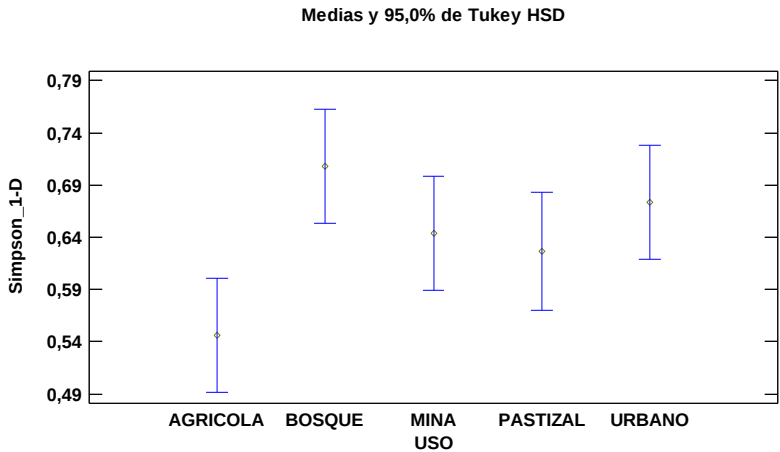
Anexo 8.Resultados del índice de similitud (ANOVA) índice BMWPR vs usos de suelo



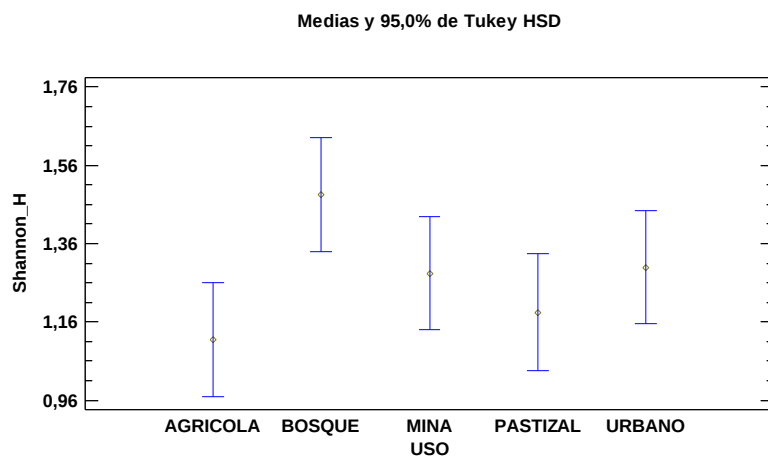
Anexo 9.Resultados del índice de similitud (ANOVA) Taxa



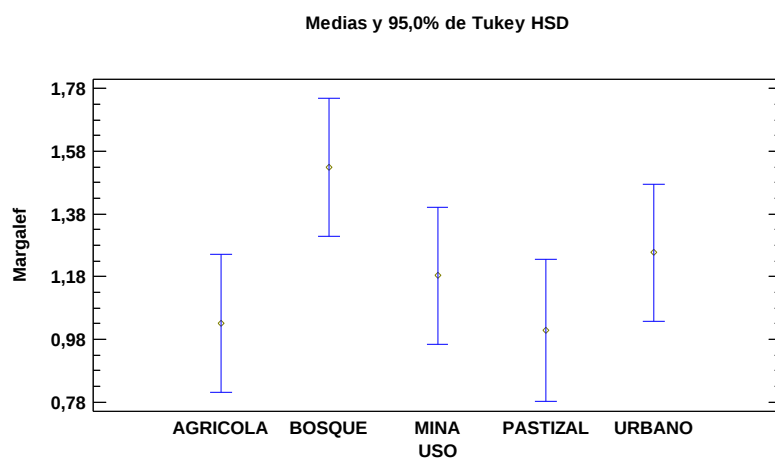
Anexo 10. Resultados del índice de similitud (ANOVA) Individuos



Anexo 11. Resultados del índice de similitud (ANOVA) Dominancia de Simpson



Anexo 12. Resultados del índice de similitud (ANOVA) Diversidad de Shannon



Anexo 13. Resultados del índice de similitud (ANOVA) Riqueza de Margalef



Anexo 14. Búsqueda y recolección de especímenes en uso de suelo urbano, época lluviosa



Anexo 15. Recolección de macroinvertebrados en uso de suelo pastizal, época lluviosa



Anexo 16. Colecta de macroinvertebrados en uso de suelo agrícola, época lluviosa



Anexo 17. Colecta de macroinvertebrados en uso de suelo mina, época seca



Anexo 18. Colecta de macroinvertebrados en uso de suelo pastizal



Anexo 19. Recolección de macroinvertebrados en uso de suelo urbano, época seca



Anexo 20. Captura de macroinvertebrados

Anexo 21. Visualización de macroinvertebrados en el estereoscopio



Anexo 22. Macroinvertebrado del género *Leptohyphidae*, orden Ephemeroptera.

Anexo 23. Macroinvertebrado: género *Baetis* familia Baetidae.