



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA

CARRERA DE LICENCIATURA EN GESTIÓN AMBIENTAL

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

Título del Proyecto de Investigación:

**“Estructura de macroinvertebrados acuáticos y su relación con diferentes coberturas
ribereñas en el río Baba de la microcuenca del río Quevedo.”**

Autora:

Joyce Sulaidy Rosado Lozano

Director del Proyecto:

Ing. Carlos Alberto Nieto Cañarte. MSc

Quevedo-Los Ríos- Ecuador

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y GESTIÓN DE DERECHO

Yo, JOYCE SULAILY ROSADO LOZANO, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

JOYCE SULAILY ROSADO LOZANO

1207498666

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. MSc. CARLOS ALBERTO NIETO CAÑARTE**, docente de la carrera de Licenciatura en Gestión Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Joyce Sulaidy Rosado Lozano**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“Estructura de macroinvertebrados acuáticos y su relación con diferentes coberturas ribereñas en el río Baba de la microcuenca del río Quevedo”**, previo a la obtención del título de Licenciada en Gestión Ambiental, bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

F. _____

Ing. MSc. Carlos Alberto Nieto Cañarte

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

Por medio del presente me permite certificar, que la Srta. Joyce Sulaidy Rosado Lozano, estudiante egresado de la Carrera Licenciatura en Gestión Ambiental presencial, una vez que se recibo el proyecto de investigación “Estructura de macroinvertebrados acuáticos y su relación con diferentes coberturas ribereñas en el rio Baba de la microcuenca del río Quevedo.” Tengo a bien informar que se realizó la revisión respetiva por medio del sistema Urkund, con un porcentaje favorable del 4%.



Document Information

Analyzed document	joyce rosado Tesis final.docx (D112035888)
Submitted	9/3/2021 5:42:00 PM
Submitted by	
Submitter email	joyce.rosado2015@uteq.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	cnieto.uteq@analysis.orkund.com

F. _____

Ing. MSc. **Carlos Alberto Nieto Cañarte**
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“ESTRUCTURA DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y SU RELACIÓN
CON DIFERENTES COBERTURAS RIBEREÑAS EN EL RIO BABA DE LA
MICROCUENCA DEL RÍO QUEVEDO”**

Presentando al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del Título de Licenciatura en Gestión Ambiental.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Yarelys Ferrer Sanchez, PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Norma Guerrero Chuez, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Óscar Prieto Benavides, PhD

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco infinitamente a Dios por nunca soltar mi mano y guiarme por el camino correcto en los momentos difíciles de mi vida, dándome valentía y fortaleza para cumplir con esta meta tan anhelada.

A mis padres, mis pilares fundamentales, quienes me ha acompañado en cada paso de mi vida, velando por mi bienestar y educación, brindándome palabras de aliento, de consuelo, y su entera confianza para lograr este objetivo. A mis hermanos que fueron parte de mi formación universitario siempre estuvieron para mí cuando más lo necesite.

A mis queridos amigos, quienes me han acompañado desde el inicio de esta maravillosa etapa, hasta la actualidad, demostrándome su amistad sincera ya sea en momentos felices o en los momentos más difíciles de nuestras vidas ¡GRACIAS!. Guardando en mi corazón cada sonrisa, cada consejo.

A mi querida UTEQ que me obsequió experiencias únicas en sus aulas con maestros altamente capacitados y a mis docentes queridos de la Facultad de Ciencias Ambientales gracias por sus conocimientos y paciencia para llevar a cabo esta meta. Pero en especial a la Ing. Norma Guerrero que me enseñó que a pesar de que fuera docente puede ser una verdadera amiga que me brindo un consejo o me escucho cuando lo necesitaba, Ing. Carolina Tay-Hing, Ing. Yarelys Ferrer, Ing. Mariela Díaz, Ing. Julio Pazmiño que me mostro que con esfuerzo y sacrificio todo podemos lograr, y al Blg. Juan Pablo Urdanigo quienes me brindaron su amistad incondicional, sus palabras y abrazos de aliento, consejos y experiencias bonitas compartidas en cada momento, pero más que todo el respeto y valores inculcados en mí.

¡Muchas Gracias!

JOYCE SULAILY ROSADO LOZANO

DEDICATORIA

Con profundo amor quiero dedicar este maravilloso logro a los seres más importantes en mi vida:

A mi Dios que me dio la vida, por demostrarme que si existes y que escuchas cada palabra que le dedico saliendo de lo más profundo de mi corazón, Gracias por darme carácter y fuerza para solucionar y superar cada adversidad presentada en mi vida, por enseñarme que, con amor, perseverancia y mucha fe todo se puede.

Mis amados padres por demostrarme su amor y confianza a diario, por su motivación y apoyo incondicional, por perdonarme y no juzgarme, por creer en mi cuando nadie lo hacía, por formarme con valores y sobre todo por crear en mí el deseo de ser mejor que ayer.

A mis hermanos, Suli y Diego que siendo los mayores estuvieron tan pendiente de mí, en las buenas y en las malas brindándome cada consejo, riéndose de mis alegrías y acompañándome en mi tristeza. A mi hermana VALERIA que a pesar que ya no está físicamente en nuestras vidas, siempre estará plasmada en mi corazón y en mi piel.

JOYCE SULAILY ROSADO LOZANO

RESUMEN

Por las distintas actividades antropogénicas que se realizaron en la ribera del río Baba provocaron cambios directos en las condiciones del hábitat, la pérdida drástica en la variabilidad de la riqueza y la abundancia de las poblaciones de los macroinvertebrados acuáticos. El proyecto se realizó mediante la investigación diagnóstica y operativa, con la identificación de macroinvertebrados bentónicos en el río Baba de la microcuenca del río Quevedo, se aplicaron los índices de calidad, Shannon-Wiener, Simpson (ISD), BMWP-CR, Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) e Índice Fluvial (IHF). Las muestras se tomaron durante los meses de junio, julio y agosto del 2021, se utilizó 3 tramos en cada uso de suelo (pastizal, agrícola, mina, bosque y urbana). Se utilizó el software estadístico PAST versión 4.0 para los índices de diversidad con la tabla de composición taxonómica. Estos resultados se utilizaron para obtener los análisis de varianza ANOVA con un rango de significancia del 95% ($p < 0,05$). Se recolectaron un total de 9 órdenes y 26 géneros teniendo como resultado 2279 individuos de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el periodo de estudio. En donde se destacó el orden con mayor predominancia: EPHEMEROPTERA del género *Beotodes*. El uso de suelo agrícola por medio del Índice biótico BMWP-Cr se constata de aguas de calidad mala, muy contaminadas y el segundo grupo integrado por los demás usos de suelo ubicados en un nivel de calidad de agua muy mala, extremadamente contaminadas. Se observó mediante el índice fluvial que el valor más alto corresponde al 2do tramo al uso de suelo de bosque con un valor de 70 obteniendo alta diversidad. Mientras para QBR el uso de suelo de urbana y pastizal mantuvieron pésima calidad, debido a los asentamientos humanos que se encuentran cerca de los ríos. Los índices de diversidad y dominancia, Shannon, Simpson, Margalef mostraron que no existió diferencias estadísticas significativa en los usos de suelo. Con el análisis de clúster se puede denotar que los usos de suelo agrícola y bosque comparten una pequeña similitud entre sus comunidades, la similitud se dio por la presencia y dominancia de los géneros *Baetodes*, *Choropterpes* y *Epigompus* respectivamente.

Índices de Diversidad, BMWP-CR, Parámetros fisicoquímicos, QBR, IHF

ABSTRACT

Due to the different anthropogenic activities that were carried out on the banks of the Baba river, they caused direct changes in the conditions of the habitat, the drastic loss in the variability of the richness and abundance of the populations of aquatic macroinvertebrates. The project was carried out through diagnostic and operational research, with the identification of benthic macroinvertebrates in the Baba river of the Quevedo river micro-basin, the quality indices, Shannon-Wiener, Simpson (ISD), BMWP-CR, Index of Quality of the Ribera Forest (QBR) and River Index (IHF). The samples were taken during the months of June, July and August 2021, 3 sections were used in each land use (grassland, agricultural, mine, forest and urban). The statistical software PAST version 4.0 was used for the diversity indices with the taxonomic composition table. These results were used to obtain ANOVA analysis of variance with a significance range of 95% ($p < 0.05$). A total of 9 orders and 26 genera were collected, resulting in 2279 individuals of aquatic macroinvertebrates collected in the study period. Where the order with the greatest predominance stood out: EPHEMEROPTERA of the genus Beotodes. The use of agricultural land by means of the BMWP-Cr Biotic Index is found to be water of poor quality, highly polluted and the second group made up of the other land uses located at a level of very poor water quality, extremely polluted. It was observed through the fluvial index with the highest value corresponding to the 2nd section, use of forest land with a value of 70 obtaining high diversity. While for QBR the use of urban and grassland land maintained poor quality with ranges of equal to or less than 25, due to human settlements near the rivers. The diversity and dominance indices, Shannon, Simpson, Margalef showed that there was no statistically significant difference in land uses. With the cluster analysis it can be denoted that the uses of agricultural land and forest share a small similarity between their communities, the similarity was given by the presence and dominance of the genera Baetodes, Choropterpes and Epigompus respectively.

Diversity Indices, BMWP-CR, Physicochemical Parameters, QBR, IHF

ÍNDICE

Portada.....	i
Declaración de autoría y gestión de derecho	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
1. CAPÍTULO I.....	4
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.1.1. Diagnóstico del problema.....	4
1.1.2. Pronostico del problema.....	4
1.1.3. Formulación del problema.....	5
1.1.4. Sistematización del problema.....	5
1.2. Justificación.....	6
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo general.....	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	7
2. CAPÍTULO II	4
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	4
2.1. Marco conceptual.....	9
2.1.1. Microcuenca.....	9
2.1.2. Calidad del agua.....	9
2.1.3. Parámetros fisicoquímicos.....	9
2.1.4. Parámetros microbiológicos.....	9

2.1.5.	Índices Bióticos.	10
2.1.6.	Índice de Diversidad.....	10
2.1.7.	Índice de Simpson (ISD).	11
2.1.8.	Índice ecológico BMWP-CR.....	11
2.1.9.	Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR).....	11
2.1.10.	Índice Fluvial IHF.	12
2.2.	Marco referencial.....	12
2.2.1.	Suelo.	12
2.2.2.	Usos de suelo.	12
2.2.3.	Calidad de agua.	13
2.2.4.	Índice ecológico BMWP-CR.....	13
2.2.5.	Índices de ribera (QBR) e IHF.	14
2.2.6.	Parámetros fisicoquímicos.....	14
2.2.7.	Macroinvertebrados acuáticos.	14
3.	CAPÍTULO III.....	9
	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
3.1.	Localización del área de estudio.	17
3.2.	Tipo de investigación.....	17
3.3.	Método de Investigación.....	18
3.3.1.	Método de observación.....	18
3.3.2.	Método Deductivo.	18
3.3.3.	Fuentes de recolección de información.	18
3.3.4.	Diseño de la investigación.....	18
3.3.5.	Objetivo 1: Composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos.	19
3.3.5.1.	Selección y ubicación de los puntos de muestreo:.....	19
3.3.6.	Objetivo 2. Calidad del agua mediante la aplicación del Índice ecológico BMWP-CR y parámetros fisicoquímicos.....	21
3.3.7.	Objetivo 3. Estado de la vegetación de ribera en los diferentes usos de suelo con la aplicación de los Índices de ribera (QBR) e IHF.....	22
3.3.7.1.	Índice de Hábitat Fluvial (IHF).....	22
3.3.7.2.	Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)	22

3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	23
3.5.	Instrumentos de investigación.....	23
3.6.	Tratamiento de los datos.....	23
3.7.	Recursos humanos y materiales.....	24
3.7.1.	Recursos materiales.....	24
4.	CAPÍTULO IV.....	19
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1.	Objetivo 1: Composición y estructura en cuanto a la abundancia, diversidad y riqueza de las comunidades de macroinvertebrados en el río Baba.....	26
4.1.1.	Presencia / ausencia de macroinvertebrados acuáticos.....	26
4.1.2.	Diversidad de entomofauna del río Baba de la microcuenca del río Quevedo.	29
4.1.3.	Distribución de macroinvertebrados por sustratos y hábitat en el río Baba de la microcuenca del río Quevedo.....	30
4.1.4.	Aplicación de los índices de diversidad (Shannon-Wiener), riqueza de (Margalef) y el índice de dominancia de (Simpson ISD) en relación a los usos de suelos	34
4.1.5.	Similitud de géneros por usos de suelos mediante el índice de Jaccard.....	35
4.2.	Objetivo 2. Calidad del agua mediante la aplicación del Índice ecológico BMWP-CR y parámetros fisicoquímicos.....	36
4.2.1.	Calidad del agua mediante la aplicación del Índice biótico BMWP-CR.	36
4.2.2.	Parámetros fisicoquímicos.....	37
4.3.	Objetivo 3. Estado de la vegetación de ribera en los diferentes usos de suelo con la aplicación de los Índices de ribera (QBR) e IHF.....	43
4.3.1.	Índice de Hábitat Fluvial (IHF)	43
4.3.2.	Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR).....	44
5.	CAPÍTULO V.....	34
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
5.1.	Conclusiones.....	46
5.2.	Recomendaciones	47

6. BIBLIOGRAFÍA.....	46
7. ANEXOS.....	49

Índice de Gráfico

Gráfico 1: Mapa de área de estudio.....	17
Gráfico 2: Índice de calidad ecológico BNWP-CR.....	21
Gráfico 3: Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)	23
Gráfico 4: Análisis Clúster en los sitios de muestreo.....	36
Gráfico 5: Media de Tukey para BMWP-CR.....	37
Gráfico 6: Media de Tukey turbidez	38
Gráfico 7: Media de Tukey Dureza	38
Gráfico 8: Media de Tukey Ph	39
Gráfico 9: Media de Tukey Conductividad Eléctrica.....	40
Gráfico 10: Media Tukey TDS.....	40
Gráfico 11: Media de Tukey OD.....	41
Gráfico 12: Media de Tukey Temperatura	42
Gráfico 13: Media de Tukey salinidad	42
Gráfico 14: Índice de Habilidad Fluvial	43
Gráfico 15: Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)	44

Índice de tabla

Tabla 1: Tramos para tomar las muestras en uso de suelo	19
Tabla 2: Ubicación e información de los sitios de muestreo.....	20
Tabla 3: Índice de diversidad ecosistemática	21
Tabla 4: Niveles de calidad del índice Fluvial IHF	22
Tabla 5: Recursos Materiales	24
Tabla 6: Presencia / ausencia de macroinvertebrados acuáticos	27
Tabla 7: Diversidad de entomofauna en el río Baba	29
Tabla 8: Distribución de macroinvertebrados por sustratos y hábitat en el río Baba....	31
Tabla 9: Aplicación del Índice de Dominancia de Shannon_H en los sitios de estudio	34

Tabla 10: Aplicación del Índice de Dominancia de Simpson (ISD) en los sitios de estudio	35
Tabla 11: ANOVA para Margalef por USOS	35

Índice de anexos

Anexo 1: Puntaje que se le asignó a cada familia de macroinvertebrados de acuerdo a la BMWP-Cr.....	54
Anexo 2: Límites permisibles por el TULSMA.....	55
Anexo 3: Composición y abundancia del río Baba.....	56
Anexo 4: Aplicación de los índices de diversidad (Shannon-Wiener), riqueza de (Margalef) y el índice de dominancia de (Simpson)	58
Anexo 5: Pruebas de Múltiple Rangos para Shannon_H por USOS	59
Anexo 6: media tukey shannon	59
Anexo 7: Pruebas de Múltiple Rangos para Simpson_1-D por USOS	59
Anexo 8: Media tukey simpson.....	59
Anexo 9: Pruebas de Múltiple Rangos para margalef por USOS	60
Anexo 10: Media Tukey margalef	60
Anexo 11: Similaridad de géneros por usos de suelo mediante el índice de Jaccard	61
Anexo 12: BMWP- CR por uso de suelo	62
Anexo 13: Pruebas de Múltiple Rangos para BMWP-CR por usos de suelo	62
Anexo 14: Parámetros fisicoquímicos zona agrícola.....	62
Anexo 15: Parámetros fisicoquímicos zona agrícola zona Mina	62
Anexo 16: Parámetros fisicoquímicos zona agrícola zona Urbano	63
Anexo 17: Parámetros fisicoquímicos zona agrícola zona Bosque	63
Anexo 18: Parámetros fisicoquímicos zona agrícola zona Pastizal	63
Anexo 19: Parámetro de turbidez (NTU) por usos de suelos.....	64
Anexo 20: Pruebas de Múltiple Rangos para Turbidez (NTU) por usos de suelo	64
Anexo 21: Parámetro Dureza (%) por usos de suelo	64
Anexo 22: Pruebas de Múltiple Rangos para Dureza (%) por usos de suelo.....	64
Anexo 23: Parámetro Ph por usos de suelo.....	64
Anexo 24: Pruebas de Múltiple Rangos para Ph por usos de suelo	65
Anexo 25: Parámetro Conductividad eléctrica (uS/cm) por por usos de suelo.....	65

Anexo 26: Pruebas de Múltiple Rangos para Conductividad eléctrica (uS/cm) por usos de suelo.....	65
Anexo 27: Parámetro para TDS (ppm) por por usos de suelo	65
Anexo 28: Pruebas de Múltiple Rangos para TDS (ppm) por por usos de suelo.....	65
Anexo 29: Parámetro DO (mg/l) por por usos de suelo	66
Anexo 30: Pruebas de Múltiple Rangos para DO (mg/l) por usos de suelo	66
Anexo 31: Parámetro Temperatura (°C) por usos de suelo.....	66
Anexo 32: Pruebas de Múltiple Rangos para Temperatura (°C) por usos de suelo	66
Anexo 33: Parámetro Salt (ppt) por usos de suelo.....	66
Anexo 34: Pruebas de Múltiple Rangos para Salt (ppt) por usos de suelo	67
Anexo 35: Toma de muestras de macroinvertebrados	67
Anexo 36: Análisis de parámetros fisicoquímico	67
Anexo 37: Análisis de laboratorio.....	68
Anexo 38: Uso de suelo	68

CÓDIGO DUBLIN

Titulo:	“Estructura de macroinvertebrados acuáticos y su relación con diferentes coberturas ribereñas en el río Baba de la microcuenca del río Quevedo.”
Autor:	Joyce Sulaidy Rosado Lozano
Palabras claves:	Índices de Diversidad; BMWP-CR; Parámetros fisicoquímicos; QBR; IHF
Fecha de Publicación:	Diciembre 2021
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2021
Resumen:	<p>Por las distintas actividades antropogénicas que se realizaron en la ribera del río Baba provocaron cambios directos en las condiciones del hábitat, la pérdida drástica en la variabilidad de la riqueza y la abundancia de las poblaciones de los macroinvertebrados acuáticos. El proyecto se realizó mediante la investigación diagnóstica y operativa, con la identificación de MIB en el río Baba de la microcuenca del río Quevedo, se aplicaron los índices de calidad, Shannon-Wiener, Simpson (ISD), BMWP-CR, Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) e Índice Fluvial (IHF). Las muestras se tomaron durante los meses de junio, julio y agosto del 2021, se utilizó 3 tramos en cada uso de suelo (pastizal, agrícola, mina, bosque y urbana). (...)</p> <p>Due to the different anthropogenic activities that were carried out on the banks of the Baba river, they caused direct changes in the conditions of the habitat, the drastic loss in the variability of the richness and abundance of the populations of aquatic macroinvertebrates. The project was carried out through diagnostic and operational research, with the identification of MIB in the Baba river of the Quevedo river micro-basin, the quality indices, Shannon-Wiener, Simpson (ISD), BMWP-CR, Index of Quality of the Ribera Forest (QBR) and River Index (IHF). The samples were taken during the months of June, July and August 2021, 3 sections were used in each land use (grassland, agricultural, mine, forest and urban). (...)</p>
Descripción:	84 hojas, dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URL:	

INTRODUCCIÓN

El creciente deterioro que estos ecosistemas acuáticos están experimentando tanto en su biodiversidad como en la calidad de sus aguas, está conduciendo a su degradación tanto a escala global como de cuencas. Estos cambios han motivado en las últimas décadas el desarrollo de índices bióticos para valorar el efecto de las intervenciones humanas sobre dichos ecosistemas, destacando aquellos que se basan en el uso de macroinvertebrados bentónicos. Los macroinvertebrados bentónicos son organismos que ocupan un hábitat con ciertas condiciones ambientales (1).

La evaluación biológica puede estar basada en los macroinvertebrados bentónicos (MIB) como bioindicadores de la contaminación, los cuales nos brindan la información de las perturbaciones que se generan y afectan a los ecosistemas acuáticos. Los MIB permiten realizar un análisis rápido que refleja la situación del ecosistema acuático e informa sobre las alteraciones, integrando los datos químicos, físicos y biológicos. Estos artrópodos muestran una total eficacia en la detección de puntos de alteración y cartografía de la calidad del agua, y además que su muestreo no requiere de equipos costosos (2).

En la actualidad existen múltiples metodologías propuestas para el uso de la fauna de macroinvertebrados como indicadores de la calidad hídrica, las mismas que incluyen métodos cualitativos como cuantitativos y se han propuesto una amplia y diversa variedad de índices los que se aplicarán son los siguientes Índice ecológico BMWP-CR, Índices de ribera (QBR) e Índice Fluvial (IHF) dependiendo las características de las áreas donde se utilicen. Los macroinvertebrados acuáticos son un grupo variado de organismos que no tienen espina dorsal y que son fáciles de ver sin la necesidad de un microscopio (3).

Dado el incremento de pérdida de bosques por cambios en el uso de suelo con el consecuente aumento de afectaciones por actividades antrópicas y la falta de conocimiento de la respuesta del ensamblaje de macroinvertebrados a dichas alteraciones, los efectos de las variaciones de la vegetación de ribera asociada a tres quebradas tropicales con diferentes coberturas de vegetación riparia (bosque nativo, pastos/cultivos y plantación forestal) sobre las comunidades de macroinvertebrados en dos períodos hidrológicos (seca vs. lluviosa) contrastantes en el bosque protector Murocumba, Provincia de Los Ríos, Ecuador (4).

Cerca de 95% de las aguas negras no reciben tratamiento adecuado, los residuos sólidos no son clasificados, tratados ni reciclados, provocando deterioro de los ecosistemas acuáticos como ríos y quebradas, sumado a lo anterior, la expansión urbana ha modificado los procesos de erosión, escorrentía e infiltración y ha ocasionado un desgaste progresivo del suelo, agua y vegetación, principalmente de las zonas de ribera (5). También (6) afirma que, a finales de 2015, la OMS presentó la estrategia Agua, saneamiento e higiene para acelerar y sostener el progreso en las enfermedades tropicales desatendidas, debido al mal tratamiento de las aguas provocadas por los esteros que desembocan en el río.

La microcuenca alta del río Quevedo se encuentra en constantes alteraciones debido a que los suelos de la provincia son muy fértiles, esto provoca que existan una gran cantidad de actividades agroproductivas que afectan directamente a la calidad de la comunidad de macroinvertebrados.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema.

La microcuenca del río Quevedo ha visto cambios significativos al paso de los años, generalmente provocadas por las actividades antropogénicas que aumentan debido a las necesidades humanas, afectando considerablemente la composición física, química y microbiológica del suelo ocasionando la contaminación directa e indirecta de los afluentes que la integran y la vida acuática que estos albergan.

En las zonas urbanas la contaminación de los ríos es cada vez más grande debido al crecimiento de las urbes y la desembocadura de los alcantarillados sin previo tratamiento. Las actividades como la ganadería con su tala masiva de grandes extensiones de terreno, minería, y actividades silvopastoriles afectan notablemente la composición de los causes y la erosión del suelo.

1.1.1. Diagnóstico del problema.

Existe leyes medioambientales que cuidan la calidad de los ríos, pero la falta de cumplimiento de las mismas ha provocado que los asentamientos humanos en las urbes y las actividades antropogénicas como la agricultura, ganadería, y minas pétreas, haya sido afectadas en la calidad del agua del río Baba logrando que estas actividades influyan en las comunidades de macroinvertebrados acuáticos que se encuentran en la microcuenca del río Quevedo.

1.1.2. Pronostico del problema.

Por las distintas actividades antropogénicas que se realizaron en la ribera de la microcuenca río Quevedo provocaron cambios directos en las condiciones del habitat, la perdida drástica en la variabilidad de la riqueza y la abundancia de las poblaciones de los macroinvertebrados acuáticos dando como efecto la inadecuada identificación de las coberturas ribereñas afectando también a la calidad del agua. Los macroinvertebrados acuáticos juegan un papel importante para la composición de los ecosistemas ya que si dichos ecosistemas se ven modificados la estructura y distribución de los macroinvertebrados tendrán en una pérdida importante afectando así la calidad de vida que se encuentra en el cauce.

1.1.3. Formulación del problema.

¿Las diferentes coberturas ribereñas influyen en la estructura de los macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua?

1.1.4. Sistematización del problema.

¿Las actividades relacionadas al uso de suelo bosque, agrícola, pastizal, urbano y minera influyen en la composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos?

¿Las diferentes coberturas ribereñas afectan la calidad del agua del río Baba de la microcuenca del río Quevedo?

¿Los parámetros fisicoquímicos influyen en la composición de las comunidades macroinvertebrados acuáticos del río Baba?

¿El estado de la vegetación ribereña y la calidad del hábitad fluvial se relacionan con la diversidad de macroinvertebrados acuáticos?

1.2. Justificación.

Los cambios en el uso del suelo de bosques nativos a tierras usadas en agricultura, ganadería y plantaciones forestales, perturban las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, ya que la pérdida de vegetación ribereña altera directa e indirectamente la calidad del agua, las condiciones físicas del hábitat acuático y las comunidades bióticas asociadas, disminuyendo el material alóctono que ingresa al cuerpo hídrico y la disponibilidad de sustratos aportados por los bosques adyacentes, y alterando la estructura y la función trófica de las comunidades de insectos acuáticos (7).

Por lo expuesto anteriormente, es indispensable conocer el uso actual del área de influencia directa del río Baba (perteneciente a la microcuenca del río Quevedo), debido a que es un efluente importante para varios cantones de la provincia de Los Ríos (en especial para Quevedo), los cuales poseen un acelerado crecimiento demográfico, además de gran desarrollo agropecuario e industrial. Estas actividades demandan de abundante consumo hídrico, lo cual pudiera deteriorar la calidad del agua, afectado directamente a los invertebrados que en ella se desarrollan. Asimismo, dicha agua es usada para consumo humano.

Siendo importante el estudio de calidad del agua, mediante parámetros físico-químico y biológico, para tal fin, se establecieron varios puntos de muestreos. En el cauce se monitoreó la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), sólidos disueltos totales (mg/dm^3), potencial de hidrógeno (pH), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), dureza del agua, oxígeno disuelto, con instrumentos portátiles; y en la cobertura ribereña se examinaron los macroinvertebrados acuáticos (presencia y abundancia de los géneros), a través de los Índice ecológico BMWP-CR e Índices de ribera (QBR) y Fluvial (IHF). Cuyos resultados permitieron conocer la estructura de macroinvertebrados acuáticos y relacionarlos con las diferentes coberturas ribereñas en el río Baba.

La información generada será la antesala para mejorar la gestión del agua y suelo en dicha microcuenca, consiguiendo instaurar directrices técnicas que permitirán una explotación sostenible de sus recursos naturales.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Estimar los efectos de la cobertura ribereña sobre estructura de macroinvertebrados acuáticos en el Rio Baba de la microcuenca del rio Quevedo

1.3.2. Objetivos específicos.

- Describir la composición y estructura en cuanto a la abundancia, diversidad y riqueza de las comunidades de macroinvertebrados en el rio Baba.
- Relacionar el efecto de la cobertura ribereña sobre la calidad del agua mediante la aplicación del Índice biótico BMWP-CR y parámetros físicos químicos en el rio Baba.
- Determinar el estado de la vegetación de ribera mediante la aplicación de los Índices de ribera (QBR) e índice de calidad Fluvial (IHF)

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Microcuenca.

Una microcuenca es toda área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una Subcuenca; o sea que una Subcuenca está dividida en varias microcuencas. Las microcuencas son unidades pequeñas y a su vez son áreas donde se originan quebradas y riachuelos que drenan de las laderas y pendientes altas. También las microcuencas constituyen las unidades adecuadas para la planificación de acciones para su manejo (8).

2.1.2. Calidad del agua.

La calidad del agua es un valor ecológico esencial para la salud y para el crecimiento económico. A lo largo de la historia se conoce que el 71% de la superficie del planeta Tierra está cubierta de agua, de la cual el 0,75% (8 millones de km³) es agua dulce, repartida en aguas superficiales y subterráneas y el 0.2% flota en la atmósfera, es por esto que la calidad del agua potable es un factor determinante en el bienestar humano (9).

2.1.3. Parámetros fisicoquímicos.

Entre las variables fisicoquímicas, se identifican la temperatura, el color, la turbiedad, la demanda biológica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO), presencia de nitratos, sulfatos y fosfatos, metales pesados, oxígeno disuelto, el pH y la conductividad (10).

2.1.4. Parámetros microbiológicos.

Las aguas crudas pueden tener una gran variedad de microorganismos, algunos de estos son patógenos y otros no patógenos. Por patógenos se entienden aquellos organismos con la capacidad de causar enfermedades a los seres vivos mientras que los no patógenos no generan efectos en la salud humana o animal. Los microorganismos más importantes que se encuentran en el agua y que tienen potencial patógeno son las bacterias, virus, algas, hongos y algunos protozoos (10).

2.1.5. Índices Bióticos.

Los macroinvertebrados son organismos generalmente bentónicos (organismos de aguas profundas), los cuales se subdividen en tres tipos: 1) el neuston, incluyen aquellos organismos que viven sobre las superficies de agua, 2) el necton, compuestos por todos aquellos individuos que nada libremente en el agua y 3) el bentos, se refiere a aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a rocas, troncos, restos materia vegetal y sustratos similares (10).

Muchos organismos de las familias Trichoptera, Plecóptera, Crustacea y algunos dípteros y coleópteros, consumen materia orgánica particulada gruesa no leñosa. Algunos de estos son filtradores, consumiendo principalmente materia orgánica fina, microbiota y perifiton. Además, algunos de estos son depredadores, pueden consumir macrofitas por perforación de tallo y hojas o presas animales como el caso de algunos plecópteros, tricópteros y coleópteros (10).

2.1.6. Índice de Diversidad

Se utilizó el Índice de Shannon-Wiener para determinar la información de la muestra de los macroinvertebrados obtenidos en la microcuenca del río Quevedo. Donde (17) expresa la uniformidad de los valores de todas las especies en la muestra, midiendo la incertidumbre de predecir la especie de un individuo escogido al azar. Adquiere valores entre 0, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. El valor máximo suele estar cerca de 5, pero un ecosistema excepcionalmente rico podría superar este valor. Es importante, además, determinar si las abundancias relativas de la muestra son similares, a través del cálculo de su equitatividad (11).

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \times \log_2 p_i)$$

Dónde: H' = Índice de Shannon-Wiener S = número de especies (riqueza de especies) P_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos.

2.1.7. Índice de Simpson (ISD).

Mide la probabilidad de que dos individuos sacados al azar entre todos los individuos de una comunidad pertenezcan a diferentes especies, es decir es una medida de igualdad de 10 distribuciones, o de heterogeneidad de especies y homogeneidad poblacional entre ellas. Valores bajos indican dominancia de una especie. Aumenta con el número de especies y refleja a su vez el reparto de las especies en proporciones (12).

$$ISD = 1 - \sum (Pi)^2$$

Dónde: ISD= Índice de Simpson Pi= Proporción del número total de individuos que constituyen la especie. Los Índices de Shannon y Simpson toman en consideración tanto la riqueza como la equitatividad de especies (12).

2.1.8. Índice ecológico BMWP-CR.

Se empleó en cada punto establecido de muestreo el índice biótico BMWP-Cr (Biological Monitoring Working Party) modificado para Costa Rica, el cual permite analizar las puntuaciones asignadas a las muestras de macroinvertebrados según su grado de sensibilidad. El puntaje se le asignará una sola vez por familia, independientemente de la cantidad de individuos encontrados. Para la sumatoria de los puntajes recolectados de todas las familias determinadas en el lugar de evaluación (13).

2.1.9. Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR).

Se escogerá el mismo tramo de 100 metros que para el anterior índice, si bien se consideró toda la anchura potencial del bosque de ribera. Los tres bloques en los que está basado el QBR son totalmente independientes y la puntuación de cada uno no puede ser negativa ni superior a 25. La puntuación final será el resultado de la suma de los tres bloques (0 – 100). Cabe mencionar que los puentes y caminos utilizados para acceder a la estación no se tendrán en cuenta para la evaluación del índice (14).

2.1.10. Índice Fluvial IHF.

El índice IHF (Índice de Hábitat Fluvial) propuesto por Pardo et al (2002), pretende valorar la capacidad del hábitat físico del cauce para albergar fauna determinada. En donde se incluye aspectos físicos del cauce, relacionados con la heterogeneidad de hábitat para peces, como la presencia de hojas, rocas, ramas, raíces, entre otros aspectos que se encuentren en el lecho del río, y depende de la hidrología y sustratos existentes (15).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Suelo.

El agua subterránea en Yucatán es la principal fuente de abastecimiento de este líquido; sin embargo, la alta permeabilidad del material geológico hace que el acuífero sea vulnerable a la contaminación. El riesgo de contaminación de acuíferos puede determinarse considerando la interacción entre las cargas contaminantes subsuperficiales y la vulnerabilidad del acuífero. El objetivo de este trabajo fue aplicar un método desarrollado para evaluar el riesgo de contaminación de aguas subterráneas que proporcione información de zonas potencialmente amenazadas. Para el análisis de riesgo se realizó un inventario de las fuentes contaminantes y se calcularon los índices de peligrosidad y de riesgo siguiendo el método del Grupo COST Action 620. Se crearon los mapas de peligrosidad y riesgo utilizando un sistema de información geográfica. Se modeló la vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea mediante una modificación del índice DRASTIC (16).

2.2.2. Usos de suelo.

Se determinó que el uso del territorio Lago Titicaca, sector peruano es diverso, con subcuencas dominadas por actividades antrópicas, como áreas de cultivos transitorios, áreas urbanas, áreas de extracción de minería e hidrocarburos y otras de patrones dominantes diversos; el deterioro de la calidad del agua está influenciado fuertemente por el uso de suelo urbano (PLAND7), influye directamente en los parámetros físicos analizados, como pH y coliformes termotolerantes; de similar forma, en el caso de los parámetros inorgánicos como sodio (Na) y fosfatos. Los metales y metaloides como plomo (Pb), cadmio (Cd), hierro (Fe)

y zinc (Zn) tienen relación poco significativa. Los tipos de usos de suelos restantes presentan influencia poco significativa (17).

2.2.3. Calidad de agua.

Los macroinvertebrados bentónicos (MIB) se usaron para evaluar la calidad de las aguas de la cuenca alta del río Huallaga desde el centro poblado de La Quinua en Cerro de Pasco ubicada (3655 msnm) hasta la ciudad de Huánuco, Perú (1886 msnm). Se establecieron 12 estaciones de muestreo y se evaluaron en temporada seca y lluviosa, parámetros físicoquímicos del agua, MIB y la calidad de la ribera empleando el índice QBR-And (Índice de calidad de la vegetación de ribera andina). Con relación a los macroinvertebrados bentónicos se registraron 30 taxón, siendo las familias Chironomidae y Baetidae las más abundantes. Al aplicar los índices biológicos: ABI (Índice biótico andino), BMWP/COL (“Biological Monitoring Working Party”) y EPT (Ephemeroptera - Plecoptera - Trichoptera), se determinó que las estaciones del cauce principal se encuentran con cierto grado de perturbación; en cambio los tributarios presentan una buena calidad biológica. Se aplicó el QBR-And, encontrándose que la mayoría de las estaciones presentan una calidad de ribera intermedia (2).

2.2.4. Índice ecológico BMWP-CR.

Se llevaron a cabo 5 muestreos tanto en época seca (noviembre-abril) como en época lluviosa (mayo a octubre), en los dos puntos de muestreo representativos de la parte alta y baja del río Pinula Guatemala. Se observa que la calidad del agua en la parte alta es mejor, ambos puntos se encuentran en el rango de calidad muy crítica, según la escala de BMWP-CR. Esto indica aguas altamente contaminadas, con alto contenido de materia orgánica, la mayoría proveniente de agua residuales domésticas. Se identificó 13 familias de macroinvertebrados, dentro de las cuales dominan las pertenecientes al orden Díptera. En el punto ubicado en zona 21 (parte baja) únicamente se localizaron macroinvertebrados del orden Díptera; este punto se encuentra sumamente contaminado, con abundancia de materia orgánica, sedimento, escasa vegetación y agua altamente turbia (18).

2.2.5. Índices de ribera (QBR) e IHF.

Caracterización del ambiente acuático, el ecosistema ribereño y las comunidades de macroinvertebrados en siete cuencas del flanco oeste del Parque Nacional Yanachaga Chemillén los valores del índice Qbr para las siete cuencas evaluadas y en cada punto de muestreo. Dentro del PNYCh (zona alta de la microcuenca), los valores del índice de hábitat fluvial como el de vegetación de quebrada andina fueron los más altos en comparación con la cuenca media y baja. En general, al descender por las cuencas, la calidad y cantidad de tipos de sustrato y espacios para hábitat, así como la calidad del bosque de la ribera disminuyen. El valor óptimo del índice IHF es de 75, por lo que solo los puntos de muestreo dentro del PNYCh, además de Quillazú (zona baja), Navarra, Yanachaga y San Luis (zona media), presentaron una “buena calidad”, mientras que los otros puntos mostraron menos elementos de heterogeneidad, obteniendo puntuaciones inferiores, siendo solo la zona baja de San Alberto considerada de mala calidad (19).

2.2.6. Parámetros fisicoquímicos.

Se analizaron las características físicas, químicas y microbiológicas (coliformes totales, coliformes fecales y macroinvertebrados acuáticos) de diversos ríos de Colombia entre las variables fisicoquímicas, se identifican la temperatura, el color, la turbiedad, la demanda biológica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO), presencia de nitratos, sulfatos y fosfatos, metales pesados, oxígeno disuelto, el pH y la conductividad. Sin embargo, sólo se hará referencia de las variables fisicoquímicas evaluadas en el presente trabajo. Estas variables son de gran importancia para los ecosistemas acuáticos debido a que son indicativos de la composición y dinámica de los agentes contaminantes y contribuyen en la evaluación de la calidad de agua de los cuerpos loticos (10).

2.2.7. Macroinvertebrados acuáticos.

Calidad hídrica en dos sitios urbanos de monitoreo del río en la ciudad de Quevedo. Los muestreos se realizaron desde septiembre a noviembre del 2015, en sitios influenciados por descargas de efluentes residenciales (ER) y agrícolas-industriales (EAI). La familia Tubificidae mostró la mayor abundancia total con 4574 individuos (90.48%), para ER 3918 individuos (93%) y EAI 656 (76%). La diversidad H en ER y EAI fue baja 0.49 ± 0.22 ;

1.009±0.21 respectivamente, y difirieron significativamente. La dominancia más alta la presentó ER (0.78±0.1), y difirió de EAI (0.58±0.096). El índice BMWP-Col indicó que ER registró calidad de agua “crítica” (20±7.52), en comparación a EAI calidad de agua “dudosa” (37±6.27). El cuerpo hídrico que atraviesa la zona urbana de Quevedo se encontró fuertemente contaminado a causa del urbanismo y las actividades agrícolas e industriales lo que influye negativamente en la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos (4).

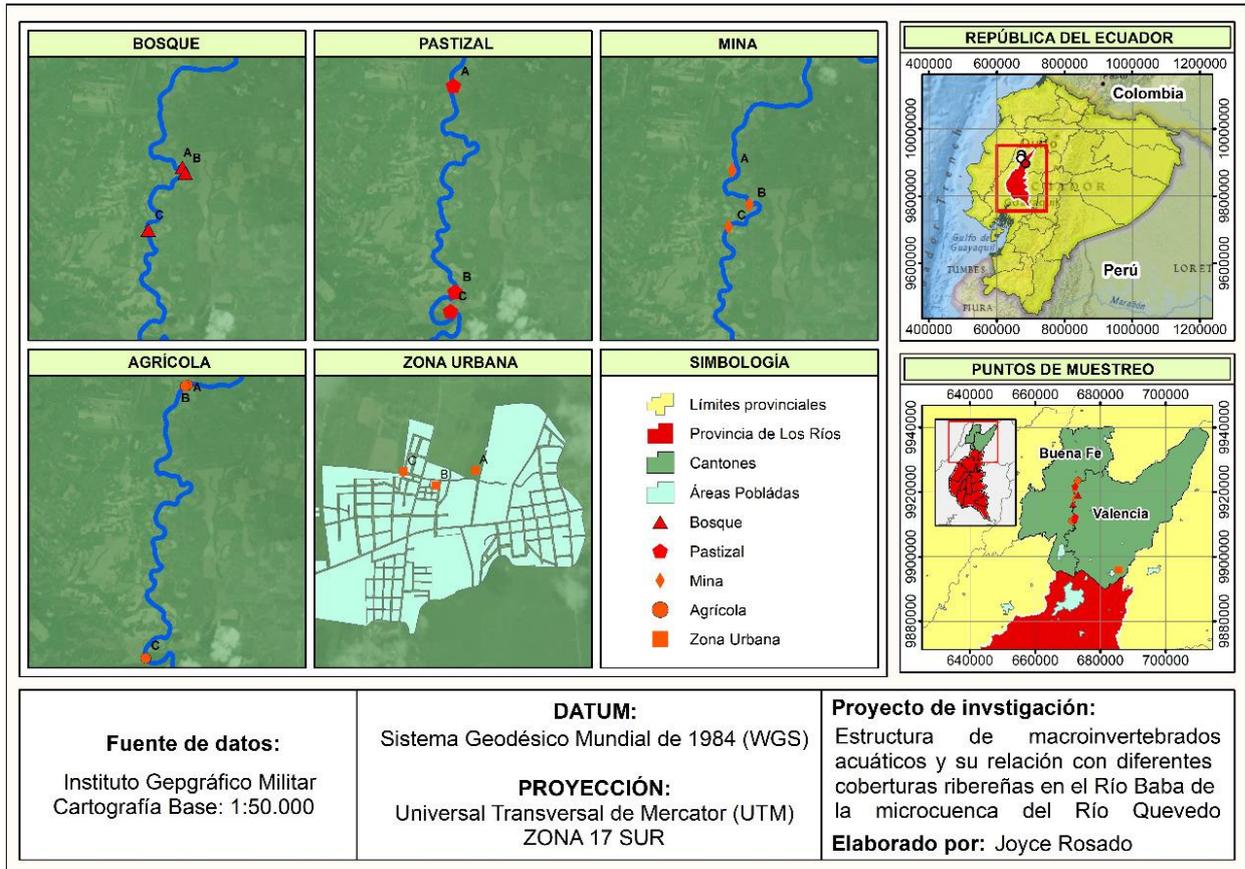
CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización del área de estudio.

El estudio que se realizó se encuentra en el río Baba con una extensa llanura, se ubica en la orilla derecha del río Quevedo, a una altitud de 103 msnm su temperatura habitual es de unos 20 a 33 °C y a veces llega a los 38 (20).

Gráfico 1: Mapa de área de estudio



Fuente: Arcgis

Elaborado por: Autor

3.2. Tipo de investigación.

La investigación que se realizó fue de manera diagnóstica y exploratoria mediante el análisis de macroinvertebrados y la descripción de las características fisicoquímicas en el río Baba.

3.3. Método de Investigación.

3.3.1. Método de observación.

Se observó mediante un estudio detallado de observación directa de los puntos obtenidos, el cual permitió valorar el entorno actual, entender la problemática, definir las estrategias de protección hacia el río que se encuentran intervenidos por actividades antropogénicas, mediante las comunidades de macroinvertebrados acuáticas.

3.3.2. Método Deductivo.

Se utilizó para el estudio y la identificación de los macroinvertebrados acuáticos, el método utilizado para el análisis de datos y establecer la calidad del agua de la microcuenca.

3.3.3. Fuentes de recolección de información.

Las fuentes se las obtuvo de forma primaria y secundaria.

Primaria.- Recolección de macroinvertebrados en el río Baba, en los meses de junio, julio y agosto.

Secundaria.- Tesis, artículos, libros, documentales.

3.3.4. Diseño de la investigación

El proyecto de investigación se realizó en el río Baba perteneciente en microcuenca del río Quevedo. Las muestras se tomaron para los meses de junio, julio y agosto del 2021 en época seca, las muestras se tomaron de manera manual con varias visitas al campo que estuvieron previamente seleccionadas y con una diferencia de 30 días, se definió en 3 tramos en cada uso de suelo (pastizal, agrícola, mina, bosque y urbana) ejemplo en (tabla 1)., se tomó en cuenta los Índice ecológico BMWP-CR para los usos de suelo sobre la calidad del agua, y los Índices de ribera (QBR) e IHF que determino el estado de la vegetación de ribera en los diferentes usos de suelo, además se obtuvo la relación de los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua con los géneros de macroinvertebrados acuáticos.

Tabla 1: Tramos para tomar las muestras en uso de suelo

Uso de suelo bosque								
(se lo utilizara para cada uso de suelo)								
1			2			3		
J	J	A	J	J	A	J	J	A

Elaborado por: Autor

3.3.5. Objetivo 1: Composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos.

3.3.5.1. Selección y ubicación de los puntos de muestreo:

Como se logra visualizar en la (tabla 2) se seleccionaron tres tramos aguas arribas, medias y bajas para la recolección de las tomas de muestras los que se encuentran distanciados entre 200 a 300m. Los meses donde se tomaron las muestras fueron en los meses de junio, julio y agosto pertenecientes a la época seca.

Tabla 2: Ubicación e información de los sitios de muestreo

Usos de suelo	Zona de muestreo	Distancia entre tramos	altitud	Coordenadas geográficas		Características de las zonas ribereñas	Tipos de sustrato y micro habitad	Descripción física de las estaciones muestreadas
				x	y			
Bosque	A	100m	89m	673130	9919036	Vegetación creciente, medianamente profundo	Gravas	Habitad con mezcla de hojarascas, piedras y arcilla
	B	313m		673264	9918769		gravas	
	C	400m		671574	9916153		Limo	
Agrícola	A	100m	110m	673121	9923546	A las riberas de la microcuenca hay plantaciones de palma africana, el estado del río es poco profundo	Limo	Presencia de cultivos agroforestales
	B	137m		673003	9923485		Gravas	
	C	300m		671213	9911017		Limos	
Mina	A	100m	90m	672026	9920560	Se encuentra con una excavación pétreo muy profundo	pedras	Extracción de material pétreo, que vuelven al cause lento profundo
	B	250m		672798	9918990		Piedras	
	C	350m		671868	9917965		Piedras	
Pastizal	A	100m	100m	672137	9921678	Poco profundo	Gravas	Lento somero
	B	300m		672437	9912237		Gravas	
	C	490m		673346	9911346		Gravas	
Urbana	A	100m	118m	685824	9895915	Alrededor del rio se encuentras casas, con desagües directos sin tratamiento, nada profundo	Limo	Descargas de aguas domiciliarias, de plantación de banano, mezcla de limos hojarascas.
	B	303m		685556	9895813		Limo	
	C	245m		685334	9895906		Limo	

Elaborada por: Autor

Para la caracterización de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados en el área de estudio se utilizó los siguientes índices de diversidad de Shannon – Weaver, la dominancia a través del índice de Simpson (ISD). Además, se calculó el grado de similitud de especies mediante el índice de Jaccard.

Tabla 3: Índice de diversidad ecosistemática

Índice de diversidad ecosistemática	Aspectos del índice	Fórmula
Índice de Simpson (ISD)	Dominancia de especies	$\lambda = \sum pi^2/n$
Diversidad de Shannon - Weave	Diversidad de especies	$H' = -\sum \left(\frac{ni}{N}\right) \ln \left(\frac{ni}{N}\right)$
Riqueza de Margalef	Riqueza de especies	DMg= s-1/lnN

Elaborada por: Autor

3.3.6. Objetivo 2. Calidad del agua mediante la aplicación del Índice ecológico BMWP-CR y parámetros fisicoquímicos.

Para cada muestra seleccionada se empelo el índice de calidad BNWP-CR, permite analizar las asignaciones realizadas a las muestras de macroinvertebrados, el puntaje se le asignara una sola vez por familias encontradas en cada salida al campo sin tomar en cuenta la cantidad de individuos encontrados. El valor obtenido al final nos permitió identificar la calidad del agua según establecidos en las categorías.

Gráfico 2: Índice de calidad ecológico BNWP-CR

Calidad	Rangos de Valor BMWP'-CR	Nivel de Calidad	Color
Excelente	>120	Aguas de calidad excelente.	
Muy Buena	101-120	Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible.	
Buena	61 - 100	Aguas de calidad regular, contaminación moderada.	
Regular	36 - 60	Aguas de calidad mala, contaminadas.	
Pobre	16 - 35	Aguas de calidad mala, muy contaminadas.	
Muy Crítica	≤ 15	Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas.	

Elaborada por: (21).

3.3.7. Objetivo 3. Estado de la vegetación de ribera en los diferentes usos de suelo con la aplicación de los Índices de ribera (QBR) e IHF

3.3.7.1. Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

Se realizó el cálculo del Índice de Hábitat Fluvial, se siguieron las pautas propuestas, Para ello se evaluó tres tramos de la microcuenca mínimo de 100 metros. Los tres bloques de los que cuenta el IHF se tomaron como independientes, siendo la puntuación de cada uno de ellos inferior a la que se indica en la hoja de campo (100). Una vez calculados las puntuaciones de cada uno de los muestreos, se caracterizaron los hábitats en base a la siguiente tabla, estableciéndose tres rangos de calidad de acuerdo con las indicaciones, a los que corresponden tres colores diferentes para su representación gráfica (19).

Tabla 4: Niveles de calidad del índice Fluvial IHF

Nivel de calidad	Valor índice IHF	Color representativo
Muy alta diversidad de hábitats	>90	Azul
Alta diversidad de hábitats	71-90	Verde
Diversidad de hábitats	50-70	Amarillo
Baja diversidad de hábitats	31-49	Naranja
Muy baja diversidad de hábitats	<30	rojo

Elaborado por: (15).

3.3.7.2. Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)

Los tres tramos en los que está basado el QBR son totalmente independientes y la puntuación de cada uno no puede ser negativa ni superior a 25. La puntuación final será el resultado de la suma de los tres bloques (0 – 100). Cabe mencionar que los puentes y caminos utilizados para acceder a la estación no se tendrán en cuenta para la evaluación del índice (19).

Gráfico 3: Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)

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

Elaborado por: (13).

3.4. Fuentes de recopilación de información.

Se recopiló información de varias fuentes, la primera será mediante el método de observación, y la segunda por fuentes bibliográficas como: artículos científicos, tesis de grados, libros documentales.

3.5. Instrumentos de investigación.

Se utilizaron las siguientes herramientas, con la que se describió la composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos Índice de Shannon-Wiener, Índice de Simpson (ISD), Índice Jaccard. Para los efectos de los usos de suelo sobre la calidad del agua parámetros físico químicos se utilizaron los Índice ecológico BMWP-CR y el equipo multiparamétrico Water Quality Meter y para el estado de la vegetación de ribera Índice de Hábitat Fluvial (IHF) Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR).

3.6. Tratamiento de los datos.

Para este proyecto de investigación se emplearon lo siguiente:

- Se utilizó Excel que estableció las calificaciones del índice biológicos (BMWP-CR) que valoró la calidad del agua.
- Software estadístico PAST versión 4.0 para los índices de diversidad con la tabla de composición taxonómica. Estos resultados se utilizaron para obtener los análisis de varianza ANOVA con un rango de significancia del 95% ($p < 0,05$), las variables

fueron tomadas de los puntos de muestreos. Se obtuvo la comparación de similitud entre géneros de macroinvertebrados acuáticos y el uso de suelo utilizando el análisis de Clúster mediante el índice de similitud de Jaccard.

3.7. Recursos humanos y materiales.

3.7.1. Recursos materiales.

Tabla 5: Recursos Materiales

Oficina	Campo	Laboratorio
COMPUTADORA	Botas	Caja Petri
LIBRETA DE APUNTES	Alcohol	Estereoscopio
PENDRIVE	Bandeja plástica	Lupa
INTERNET	Red	Pinza
HOJAS A4	Cámara	Potenciómetro
LAPICEROS	Navegador	Water Quality Meter,
	Envases Plásticos	YD300A

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Objetivo 1: Composición y estructura en cuanto a la abundancia, diversidad y riqueza de las comunidades de macroinvertebrados en el río Baba.

4.1.1. Presencia / ausencia de macroinvertebrados acuáticos.

Una vez obtenido la información de los resultados de la identificación de géneros de macroinvertebrados acuáticos, en los puntos de muestreo de los usos de suelo (agrícola, bosque. Pastizal, mina, urbana) en el río Baba, durante los meses de (Junio, Julio y Agosto) en época seca, se recolectaron un total de 9 órdenes y 26 géneros (**tabla 6**). Los órdenes con mayor presencia fueron: Ephemeroptera con el género *Beotadoes* con un porcentaje de 19%, del mismo orden tenemos al género *Choroerpes* con un 15%; también, se encontró el orden Díptera con el género *Pentaneura* con un 12%. Mientras, los macroinvertebrados acuáticos con menor porcentaje de presencia/ausencia obtuvieron en todos los casos el 1% de frecuencia, siendo: Odonata con el género *Perilestes*, orden Trichoptera con los géneros *Spicipalpia*, *Anisocentropus*, *Chimarra*; orden Díptera con los géneros *Phlebotomus*, *Simulium*; por último, el orden Coleóptera con los géneros *Tropisternus*, *Macrelmis*, *Anchycteis* y *Misantlius*. Investigadores como Madero et al., (2016) indican que la composición de los macroinvertebrados acuáticos es mayor en el género *Beotadoes* esto tiene similitud con los resultados del estudio, además estudios recientes señalan una relación entre el uso de suelo urbana con la presencia de individuos del género *pentaneura* (22).

Tabla 6: Presencia / ausencia de macroinvertebrados acuáticos

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	PUNTOS DE MUESTREO																		total	Porcentaje												
			ZONA AGRÍCOLA						ZONA BOSQUE						ZONA PASTIZAL								ZONA MINA						ZONA URBANA					
			J		J		A		J		J		A		J		J		A				J		J		A							
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			1	2	3	1	2	3	1	2	3			
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	BEOTEDOES CHOROTERPES	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	35	19%						
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	CHOROPTERPES		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	27	15%						
ODONATA	AESHINIDAE	AESHNA	X	X	X				X	X	X				X			X			X	X	X			11	6%							
ODONATA	GOMPHIDAE	EPIGOMPHUS		X	X	X			X	X	X	X			X	X	X	X								12	7%							
ODONATA	COENAGRIONIDAE	ARGIA												X										X	X	X	6	3%						
ODONATA	PERLIESTIDAE	PERILESTES	X																							1	1%							
ODONATA	LIBELLULIDAE	BRACHYDIPLACINAE		X	X	X			X	X	X	X			X	X	X	X			X	X	X			15	8%							
ODONATA	CALOPTERYGIDAE	CALOPTERYX						X																X	X	X	7	4%						
PLECOPTERA	PERLIDAE	CLAASSENIA																	X		X	X	X	X		5	3%							
TRICHOPTERA	HYDROPTILIDAE	SPICIPALPIA																							X	1	1%							
TRICHOPTERA	CALAMOCERATIDAE	ANISOCENTROPUS	X																							1	1%							
TRICHOPTERA	HELICOPSYCHIDAE	HELICOPSYCHE		X	X				X																	3	2%							
TRICHOPTERA	PHILOPOTAMIDAE	CHIMARRA		X	X																					2	1%							
DIPTERA	PSYCHODIDAE	PHLEBOTOMUS							X				X													2	1%							

			PUNTOS DE MUESTREO																		total Porcentaje								
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ZONA AGRÍCOLA			ZONA BOSQUE			ZONA PASTIZAL			ZONA MINA			ZONA URBANA														
			J	J	A	J	J	A	J	J	A	J	J	A	J	J	A												
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3												
DIPTERA	SIMULIIDAE	SIMULIUM	X															1	1%										
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	PENTANEURA								X	X	X	X	X	X	X	X	X	21	12%									
DIPTERA	SYRPHIDAE	ALLOGRAPTA																X	X	X	X	X	X	X	X	8	4%		
COLEOPTERA	HYDROPHILIDAE	TROPISTERNUS							X																	1	1%		
COLEOPTERA	HYDROPHILIDAE	HYDROPHILINI																						X	X	X	3	2%	
COLEOPTERA	ELMIDAE	MACRELMIS	X																								1	1%	
COLEOPTERA	LUTROCHIDAE	LUTROCHUS			X			X	X		X																4	2%	
COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	ANCHYCTEIS																						X			1	1%	
COLEOPTERA	STAPHYLINIDAE	MISANTLIUS																						X			1	1%	
LITTORINIMORPHA	HYDROBIIDAE	ALZONIELLA																							X	X	X	4	2%
MESOGASTROPODA	THIARIDAE	MELANOIDES																							X	X	X	6	3%
DECAPODA	PALAEEMONIDAE	PALAEEMON																							X	X	3	2%	

Elaborado: Autor

4.1.2. Diversidad de entomofauna del río Baba de la microcuenca del río Quevedo.

En la tabla 7 se visualiza que se obtuvieron 2279 individuos de macroinvertebrados acuáticos, el uso de suelo con mayor cantidad de individuos fue urbano con un total de 529 individuos, seguido por bosque 501 individuos, pastizal 458, agrícola 414 y la menor cantidad de individuos recolectados fue mina con 377. No obstante, el uso de suelo con mayor diversidad de macroinvertebrados es agrícola con 8 ordenes 14 géneros, siendo el género *Baetodes* con mayor cantidad de individuos 216. Quesada et al. (2020) indica que de los 7742 individuos recolectados cuenta con 11 órdenes y 75 géneros, para los usos de suelo de bosque y agrícola el género más predominantes es *Baetodes* (23) teniendo similitud con lo dicho en el estudio.

Tabla 7: Diversidad de entomofauna en el río Baba

AGRICOLA				
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	TOTAL	%
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	BAETODES	216	52
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	CHOROPTERPES	76	18
COLEOPTERA	AESHNIDAE	AESHNA	17	4
ODONATA	PERILESTIDAE	PERILESTES	3	1
ODONATA	GOMPHIDAE	EPIGOMPUS	22	5
ODONATA	LIBELLULIDAE	BRACHYDIPLACINAE	31	7
DIPTERA	SIMULIIDAE	SIMULIUM	2	0
COLEOPTERA	ELMIDAE	MACRELMIS	1	0
COLEOPTERA	LUTROCHIDAE	LUTROCHUS	15	4
TRICHOPTERA	CALAMOCERATIDAE	ANISOCENTROPUS	1	0
TRICHOPTERA	HELICOPSYCHIDAE	HELICOPSYCHE	16	4
TRICHOPTERA	PHILOPOTAMIDAE	CHIMARRA	14	3
DECAPODA	PALAEMONIDAE	PALAEMON	45	11
MESOGASTROPODA	THIARIDAE	MELANOIDES	10	2
TOTAL			414	100
MINA				
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	TOTAL	%
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	BAETODES	187	50
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	CHOROPTERPES	85	23
COLEOPTERA	AESHNIDAE	AESHNA	9	2
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	PENTANEURA	37	10
PLECOPTERA	PERLIDAE	CLAASSENIA	24	6
ODONATA	LIBELLULIDAE	BRACHYDIPLACINAE	35	9
TOTAL			377	100
URBANO				
ORDEN	FAMILIA	Género	TOTAL	%
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	PENTANEURA	210	40
DIPTERA	SYRPHIDAE	ALLOGRAPTA	90	17
TRICHOPTERA	HYDROPHILIDAE	SPICIPALPIA	10	2
ODONATA	COEAGRIONIDAE	ARGIA	45	9

ODONATA	CALOPTERYGIDAE	CALOPTERYX	127	24
LITTORINIMORPHA	HYDROBIIDAE	ALZONIELLA	25	5
MESOGASTROPODA	THIARIDAE	MELANOIDES	22	4
TOTAL			529	100
Bosque				
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	TOTAL	%
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	BAETODES	218	44
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	CHOROPTERPES	114	23
COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	ANCHYCTEIS	2	0
COLEOPTERA	LUTROCHIDAE	LUTROCHUS	33	7
COLEOPTERA	HYDROPTILIDAE	TROPISTERNUS	1	0
COLEOPTERA	AESHNIDAE	AESHNA	5	1
ODONATA	LIBELLULIDAE	BRACHYDIPLACINAE	47	9
ODONATA	GOMPHIDAE	EPIGOMPUS	33	7
ODONATA	COENAGRIONIDAE	PERILESTES	17	3
DIPTERA	PSYCHODIDAE	PLHEBOTOMUS	12	2,4
MESOGASTROPODA	THIARIDAE	MELANOIDES	2	0,4
LITTORINIMORPHA	HYDROBIIDAE	ALZONIELLA	7	1,4
DECAPODA	PALAEMONIDAE	PALAEMON	10	2,0
TOTAL			501	100
Pastizal				
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	TOTAL	%
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	BAETODES	168	37
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	CHOROPTERPES	82	18
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	PENTANEURA	134	29
COLEOPTERA	AESHNIDAE	AESHNA	4	1
ODONATA	LIBELLULIDAE	BRACHYDIPLACINAE	34	7
ODONATA	GOMPHIDAE	EPIGOMPUS	25	5
TRICHOPTERA	HELICOPSYCHIDAE	HELICOPSYCHE	11	2
TOTAL			458	100
TOTAL GENERAL			2279	

Elaborado: Autor

4.1.3. Distribución de macroinvertebrados por sustratos y hábitat en el río Baba de la microcuenca del río Quevedo

La tabla 8 muestra la distribución de macroinvertebrados por sustrato y hábitat existente en el río Baba, se puede observar que los sustratos más predominantes en los usos de suelo, hojarasca, arena, roca. Mientras que su hábitat se caracterizó por tener corrientes lentas, moderadas y rápidas, registrando la presencia en mayor proporción de los géneros *Baetodes* y *Choropterpes*. Quesada et al (2016) indica que los géneros de *baetodes*, *choropterpes*, *perilestes* tienen afinidad para los sustratos de limo, arena y grava, con un hábitat de corriente de lenta a moderada (23) teniendo similitud con el caso de estudio.

Tabla 8: Distribución de macroinvertebrados por sustratos y hábitat en el río Baba

AGRICOLA									
ORDEN	Familia	GÉNERO	SUSTRATO	HÁBITAT	JN	JL	AG	TOTAL	%
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	BAETODES	VEGETACION HOJARASCA	CORRIENTE LENTO	44	72	100	216	52
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	CHOROPTERPES	ROCA Y ARENA	CORRIENTE LENTO		34	42	76	18
COLEOPTERA	AESHNIDAE	AESHNA	VEGENTACION HOJARASCA	CORRIENTE LENTO	2	15		17	4
ODONATA	PERILESTIDAE	PERILESTES	VEGENTACION HOJARASCA	CORREINTE MODERADA	3			3	1
ODONATA	GOMPHIDAE	EPIGOMPUS	VEGENTACION HOJARASCA	CORRIENTE LENTO		5	17	22	5
ODONATA	LIBELLULIDAE	BRACHYDIPLACINAE	VEGENTACION HOJARASCA	CORREINTE MODERADA		21	10	31	7
DIPTERA	SIMULIIDAE	SIMULIUM	VEGENTACION HOJARASCA	CORREINTE MODERADA	2			2	0
COLEOPTERA	ELMIDAE	MACRELMIS	VEGENTACION HOJARASCA	CORREINTE MODERADA	1			1	0
COLEOPTERA	LUTROCHIDAE	LUTROCHUS	VEGENTACION HOJARASCA	CORREINTE MODERADA			15	15	4
TRICHOPTERA	CALAMOCERATIDAE	ANISOCENTROPUS	VEGETACION HOJARASCA	CORREINTE RAPIDA	1			1	0
TRICHOPTERA	HELICOPSYCHIDAE	HELICOPSYCHE	VEGETACION HOJARASCA	CORREINTE RAPIDA		7	9	16	4
TRICHOPTERA	PHILOPOTAMIDAE	CHIMARRA	VEGETACION HOJARASCA	CORREINTE RAPIDA		14		14	3
DECAPODA	PALAEMONIDAE	PALAEMON	VEGETACION HOJARASCA	CORREINTE RAPIDA			45	45	11
MESOGASTROPODA	THIARIDAE	MELANOIDES	VEGETACION HOJARASCA	CORREINTE RAPIDA			10	10	2
TOTAL					53	168	248	414	100
MINA									
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	SUSTRATO	HÁBITAT	JN	JL	AG	TOTAL	%
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	BAETODES	ROCA Y ARENA	CORRIENTE LENTO	40	77	70	187	50
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	CHOROPTERPES	ROCA Y ARENA	CORRIENTE LENTO	19	38	28	85	23
COLEOPTERA	AESHNIDAE	AESHNA	ROCA Y ARENA	CORRIENTE LENTO	1		8	9	2
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	PENTANEURA	ROCA Y ARENA	CORRIENTE LENTO	2		35	37	10

PLECOPTERA	PERLIDAE	CLAASSENIA	ROCA Y ARENA	CORRIENTE LENTO	3	18	3	24	6
ODONATA	LIBELLULIDAE	BRACHYDIPLACINAE	VEGENTACION HOJARASCA	CORREINTE MODERADA		35		35	9
TOTAL					65	168	144	377	100

URBANO

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	SUSTRATO	HÁBITAT	JN	JL	AG	TOTAL	%
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	PENTANEURA	VEGETACION HOJARASCA /ARENA	CORRIENTE LENTO	40	70	100	210	40
DIPTERA	SYRPHIDAE	ALLOGRAPTA	VEGETACION HOJARASCA /ARENA	CORRIENTE LENTO	20	51	19	90	17
TRICHOPTERA	HYDROPHILIDAE	SPICIPALPIA	VEGETACION HOJARASCA /ARENA	CORRIENTE LENTO	10			10	2
ODONATA	COEAGRIONIDAE	ARGIA	VEGETACION HOJARASCA /ARENA	CORRIENTE LENTO	2	7	36	45	9
ODONATA	CALOPTERYGIDAE	CALOPTERYX	VEGETACION HOJARASCA /ARENA	CORRIENTE LENTO		49	78	127	24
LITTORINIMORPHA	HYDROBIIDAE	ALZONIELLA	VEGETACION HOJARASCA /ARENA	CORRIENTE LENTO		25		25	5
MESOGASTROPODA	THIARIDAE	MELANOIDES	VEGETACION HOJARASCA /ARENA	CORRIENTE LENTO		17	5	22	4
TOTAL					72	219	238	529	100

BOSQUE

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	SUSTRATO	HÁBITAT	JN	JL	AG	TOTAL	%
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	BAETODES	VEGETACION HOJARASCA	CORRIENTE LENTO	35	83	100	218	44
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	CHOROPTERPES	VEGENTACION HOJARASCA	CORRIENTE LENTO	22	70	22	114	23
COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	ANCHYCTEIS	VEGETACION ARENA	CORREINTE MODERADA	2			2	0
COLEOPTERA	LUTROCHIDAE	LUTROCHUS	VEGETACION ARENA	CORREINTE MODERADA	8		25	33	7
COLEOPTERA	HYDROPTILIDAE	TROPISTERNUS	VEGETACION ARENA	CORREINTE MODERADA	1			1	0
COLEOPTERA	AESHNIDAE	AESHNA	VEGETACION HOJARASCA	CORREINTE MODERADA	1	1	3	5	1
ODONATA	LIBELLULIDAE	BRACHYDIPLACINAE	VEGENTACION HOJARASCA	CORREINTE MODERADA		40	7	47	9
ODONATA	GOMPHIDAE	EPIGOMPUS	VEGETACION HOJARASCA	CORRIENTE LENTO	1	8	24	33	7
ODONATA	COENAGRIONIDAE	PERILESTES	VEGETACION HOJARASCA	CORRIENTE LENTO			17	17	3

DIPTERA	PSYCHODIDAE	PLHEBOTOMUS	VEGETACION HOJARASCA	CORRIENTE LENTO	2	10	12	2,4	
MESOGASTROPODA	THIARIDAE	MELANOIDES	VEGETACION HOJARASCA /ARENA	CORRIENTE LENTO	2		2	0,4	
LITTORINIMORPHA	HYDROBIIDAE	ALZONIELLA	VEGETACION HOJARASCA /ARENA	CORRIENTE LENTO		7	7	1,4	
DECAPODA	PALAEMONIDAE	PALAEMON	VEGETACION HOJARASCA /ARENA	CORRIENTE LENTO		10	10	2,0	
TOTAL					72	204	225	501	100
PASTIZAL									
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	SUSTRATO	HÁBITAT	JN	JL	AG	TOTAL	%
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	BAETODES	VEGETACION HOJARASCA	CORRIENTE RAPIDO	61	37	70	168	37
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	CHOROPTERPES	VEGENTACION HOJARASCA	CORRIENTE LENTO	4	69	9	82	18
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	PENTANEURA	VEGENTACION HOJARASCA	CORREINTE MODERADA	12	39	83	134	29
COLEOPTERA	AESHNIDAE	AESHNA	VEGETACION HOJARASCA	CORREINTE MODERADA		4		4	1
ODONATA	LIBELLULIDAE	BRACHYDIPLACINAE	VEGENTACION HOJARASCA	CORREINTE MODERADA		24	10	34	7
ODONATA	GOMPHIDAE	EPIGOMPUS	VEGENTACION HOJARASCA	CORREINTE MODERADA				25	5
TRICHOPTERA	HELICOPSYCHIDAE	HELICOPSYCHE	VEGETACION HOJARASCA	CORREINTE RAPIDA		11		11	2
TOTAL					77	184	172	458	100
TOTAL GENERAL					339	943	630	2279	

Elaborado: Autor

4.1.4. Aplicación de los índices de diversidad (Shannon-Wiener), riqueza de (Margalef) y el índice de dominancia de (Simpson ISD) en relación a los usos de suelos

Análisis del índice de Diversidad de Shannon

La diversidad en la composición y estructura de macroinvertebrados acuáticos entre uso de suelos (tabla 9) no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p=0.7273$), es por esto que, la abundancia entre los puntos de monitoreo presenta similitudes (tabla 9). La diversidad de Shannon en los usos de suelo estuvo comprendida entre rangos de 1.01 hasta 1.21 (ver anexo 5). Autores como Yopez et al (2017), tiene valores de 2,28 para aguas con influencia de descargas residuales urbanas, resultados diferentes a los mostrados en el estudio (4).

Tabla 9: Aplicación del Índice de Dominancia de Shannon_H en los sitios de estudio

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,277496	4	0,0693739	0,51	0,7273
Intra grupos	5,42032	40	0,135508		
Total (Corr.)	5,69781	44			

Fuente: Anova

Elaborado: Autor

Análisis del Índice de dominancia de Simpson (ISD)

En este estudio se determinó una dominancia que va desde (0,6633 hasta 0,5522) ver anexo 7. Mientras que en la (tabla 10) muestra valor de P de 0,6900 dando como explicación que no existe diferencias estadísticas de dominancia entre los sitios de muestreo, debido a que “p” sobrepasa el valor del umbral 0,05. Alomia et al. (2017) indica que existe una alta dominancia de macroinvertebrados en usos de suelo bosque, agrícola que se encuentran en época seca, resultados diferentes a los que se obtuvieron en el estudio (2).

Tabla 10: Aplicación del Índice de Dominancia de Simpson (ISD) en los sitios de estudio

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0654706	4	0,0163677	0,56	0,6900
Intra grupos	1,16053	40	0,0290132		
Total (Corr.)	1,226	44			

Fuente: Anova

Elaborado: Autor

Análisis Diversidad de margalef

La tabla 11 presenta la diversidad en la composición y estructura de macroinvertebrados acuáticos entre los sitios estudiados, no se mostró diferencias estadísticas significativas ($p=0.6904$), es por esto que, la diversidad entre puntos de monitoreo mantiene similitudes. La diversidad de margalef estuvo comprendida entre rangos de 0,8533 hasta 0,6799 (ver anexo 9), valores que representan (alta, media, baja) diversidad ecológica. Autores como Ayala et al, muestran que para los usos de suelo que mantienen actividades humanas tienen bajas diversidad de macroinvertebrados resultados similares al estudio (24).

Tabla 11: ANOVA para Margalef por USOS

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,217728	4	0,0544319	0,56	0,6904
Intra grupos	3,86325	40	0,0965814		
Total (Corr.)	4,08098	44			

Fuente: Anova

Elaborado: Autor

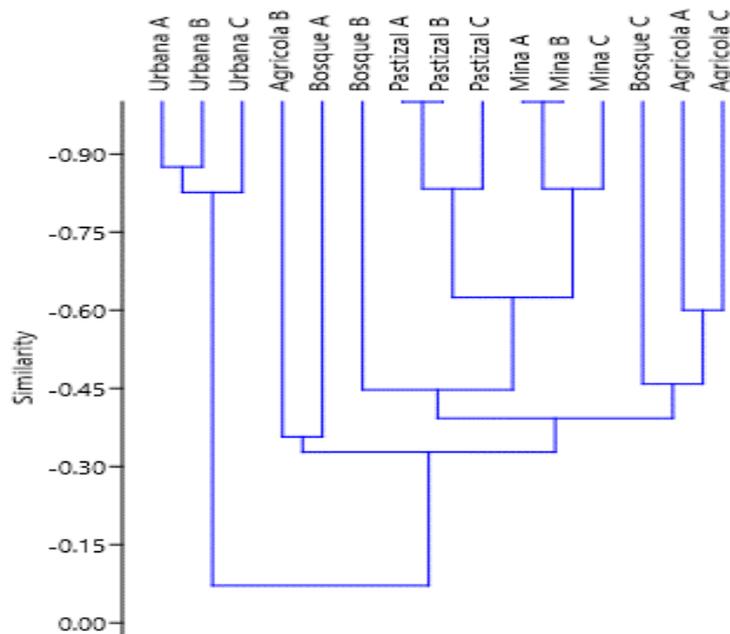
4.1.5. Similitud de géneros por usos de suelos mediante el índice de Jaccard

El análisis de similitud de Jaccard (Gráfico 7) indicó que existen diferencias en las comunidades de macroinvertebrados entre los usos de suelos ($P<0.05$); sin embargo, se puede denotar que los usos de suelo agrícola y bosque comparten una pequeña similitud entre sus comunidades, la similitud se dio por la presencia y dominancia de los géneros *Baetodes*, *Choropterpes* y *Epigomphus* respectivamente. Autores como Guerrero et al. (2016)

indican que entre los usos de suelo de agrícola y bosque no presentaron similitud entre los sitios.

En función de macroinvertebrados, debido posiblemente a las condiciones ambiente y las alteraciones físicas a nivel de cuenca, influyen en la dinámica de las comunidades acuáticas, y en el equilibrio natural de los cuerpos de agua es por esto que no se encuentra similitud con la investigación realizada (25).

Gráfico 4: Análisis Clúster en los sitios de muestreo



Fuente: Past 4.0

Elaborado: Autor

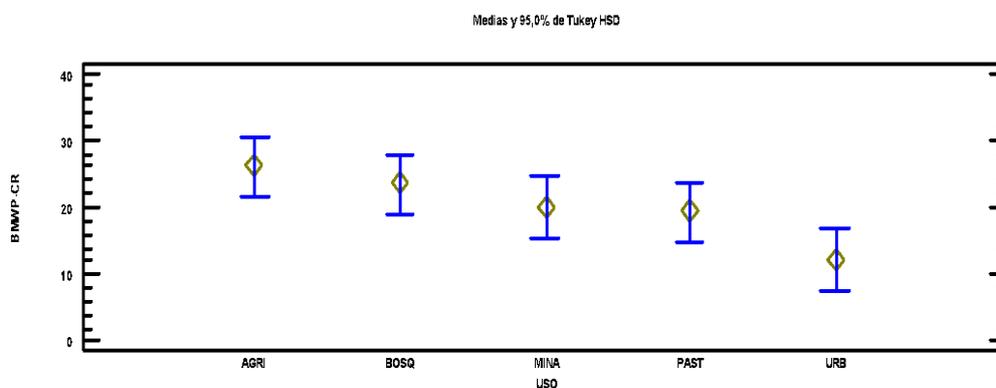
4.2. Objetivo 2. Calidad del agua mediante la aplicación del Índice ecológico BMWP-CR y parámetros fisicoquímicos.

4.2.1. Calidad del agua mediante la aplicación del Índice biótico BMWP-CR.

De acuerdo al análisis biótico BMWP se identificó que existen diferencias estadísticas en la calidad del agua por uso de suelo del río Baba ($p=0,0015$), el umbral de “p” está por debajo de 0,05 (anexo 12). (El Gráfico 8) indica que se registraron dos grupos homogéneos correspondiente a la calidad del agua, el primero conformado por el uso de suelo agrícola el

mismo que de acuerdo al Índice biótico BMWP-Cr presenta aguas de calidad mala, muy contaminadas y el segundo grupo integrado por los demás usos de suelo ubicados en un nivel de calidad de agua muy mala, extremadamente contaminadas. Resultados similares obtuvo Rodríguez et al, (2016) manifiesta que para el uso de suelo urbano la calidad del agua es “mala a regular” debido a las actividades humanas que se realizan cerca del río (26).

Gráfico 5: Media de Tukey para BMWP-CR



Fuente: Anova

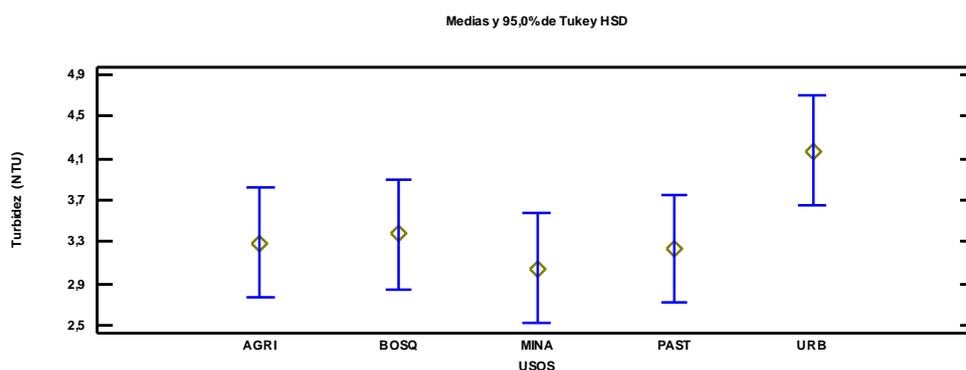
Elaborado: Autor

4.2.2. Parámetros fisicoquímicos.

Análisis parámetro de turbidez.

Se identificó que existen diferencias estadísticas del parámetro de turbidez en los usos de suelo ($p=0,0359$) (anexo 19); se han registrado 2 grupos homogéneos entre los usos de suelo (anexo 20); no obstante, el mayor valor correspondió al uso de suelo urbana con una media de 4,17 mientras que la menor perteneció al uso de suelo de mina con una media de 3,05 (Gráfico 9). Autores como Ospina et al. (2016) Indican que las lluvias ocurridas en el trimestre de junio, julio y agosto en la quebrada Guamal revisten mayor interés por su especial comportamiento ante el aporte de turbiedad al río (27) es por esto que existe similitud en el estudio.

Gráfico 6: Media de Tukey turbidez

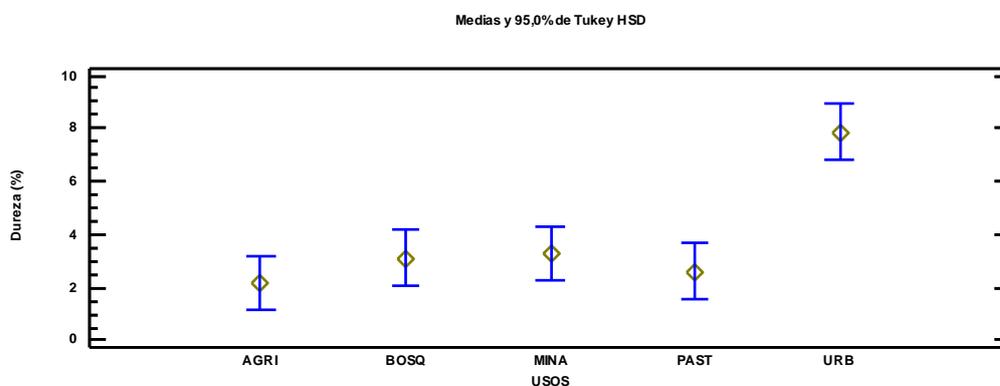


Fuente: Anova
Elaborado: Autor

Análisis parámetro de dureza.

Se identificó que existen diferencias estadísticas del parámetro de dureza en los usos de suelo donde ($p=0,000$) (anexo 21); se han registrado 2 grupos homogéneos entre los usos de suelo (anexo 22), sin embargo; el mayor valor correspondió al uso de suelo urbana con una media de 7,86 con mayor probabilidad de concentración de minerales mientras que la menor perteneció al uso de suelo de agrícola con una media de 2,17 (Gráfico 10). El autor Rincón (2017) indica; El contenido de dureza es alto, lo cual clasifica la muestra como agua dura, probablemente causado por la presencia de material mineral en el río, tal vez piedra caliza teniendo similitud con el trabajo realizado (28).

Gráfico 7: Media de Tukey Dureza

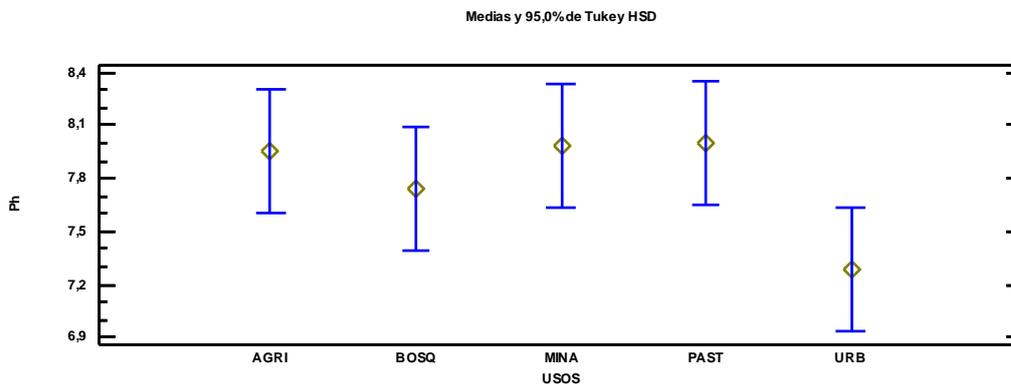


Fuente: Anova
Elaborado: Autor

Análisis parámetro de pH.

Se identificó que existen diferencias estadísticas del parámetro de PH con los usos de suelo donde ($p=0,0235$) (anexo 23); se han registrado 2 grupos homogéneos entre los usos de suelo (anexo 24), sin embargo; el mayor valor correspondió al uso de suelo pastizal con una media de 8,00 con alcalinidad mientras que la menor perteneció al uso de suelo de urbana con una media de 7,27 siendo un valor neutro (Gráfico 11). Rincón (2017), indica que el valor obtenido para la muestra del río fue de 5.62 está cerca del límite inferior, y no representa ningún peligro para la posible vida acuática dentro del río mostrando que no existe similitud con el trabajo (28).

Gráfico 8: Media de Tukey Ph



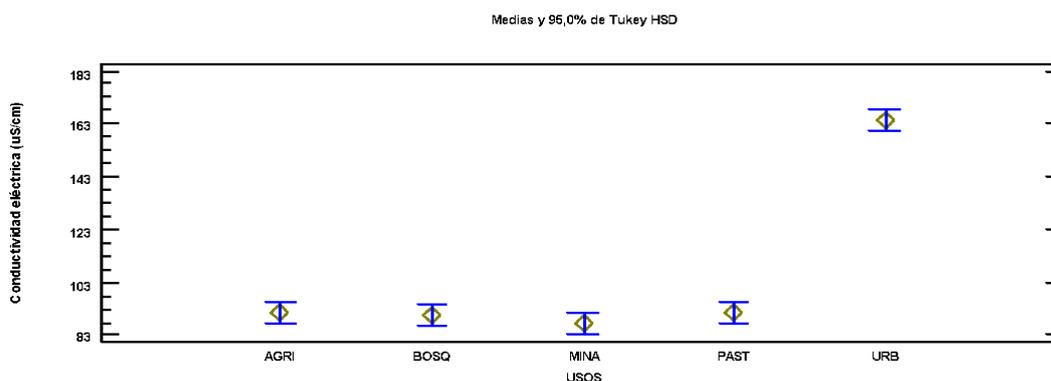
Fuente: Anova

Elaborado: Autor

Análisis parámetro de conductividad eléctrica.

Se identificó que existen diferencias estadísticas del parámetro de conductividad eléctrica con los usos de suelo donde ($p=0,0000$) (anexo 25); se han registrado 2 grupos homogéneos entre los usos de suelo (anexo 26), sin embargo; el mayor valor correspondió al uso de suelo urbana con una media de 164,567 mientras que el menor valor perteneció al uso de suelo de mina con una media de 87,1889 (Gráfico 12). Valores diferentes a los del estudio obtuvo Robledo et al, (2014) existiendo una alta correlación entre conductividad y salinidad en el estado de desarrollo tecnológico de las actividades urbanas y agrícolas (29).

Gráfico 9: Media de Tukey Conductividad Eléctrica



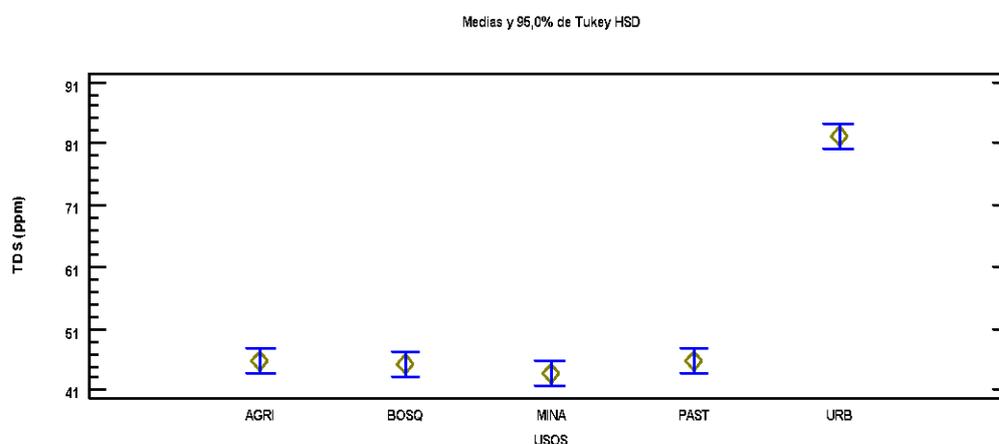
Fuente: Anova

Elaborado: Autor

Análisis parámetro de solidos disueltos totales.

Se identificó que existen diferencias estadística del parámetro de solidos disueltos totales (TDS) (Gráfico 13) con los usos de suelo donde ($p=0,0000$) (anexo 27); se han registrado 1 grupo homogéneos entre los usos de suelo (anexo 28), sin embargo; el mayor valor correspondió al uso de suelo urbana con una media de 82,2444 con mayor contenido de materia orgánica e inorgánica Autores como Yépez et al, (2017), muestra que los valores de los sólidos disueltos totales variaron, se consideran dentro de los valores típicos para aguas continentales neotropicales mostrando que no tienen similitud con el estudio (4).

Gráfico 10: Media Tukey TDS



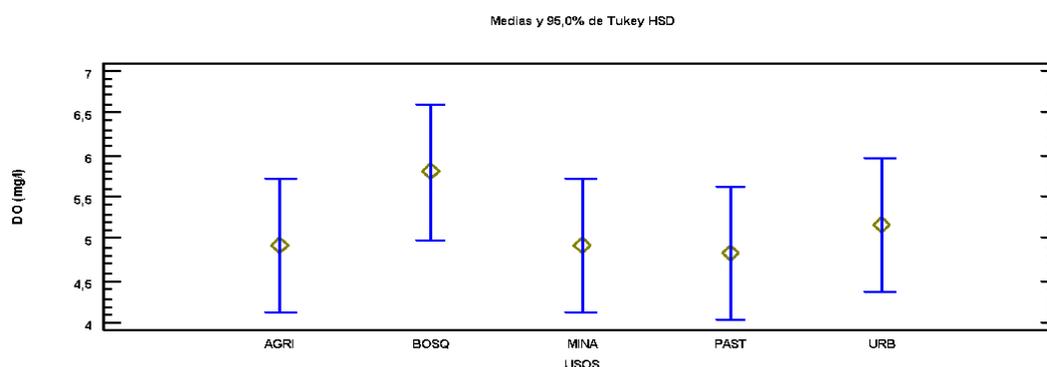
Fuente: Anova

Elaborado: Autor

Análisis parámetro de oxígeno disuelto.

Se identificó que existen diferencias estadísticas de la calidad del agua y parámetro de oxígeno disuelto (OD) donde ($p=0,4200$) (anexo 29); se han registrado 1 grupo homogéneos entre los usos de suelo (anexo 30), sin embargo, el mayor valor correspondió al uso de suelo urbana con una media de 5,78889 con mayor contenido de oxígeno mientras que el menor valore perteneció al uso de suelo de pastizal con una media de 4,83333 (Gráfico 14). Autores como Pino et al, (2017) afirma que el oxígeno disuelto puede indicar cuan contaminada está el agua, además sostiene que si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica obteniendo similitud en la investigación realizada (30).

Gráfico 11: Media de Tukey OD



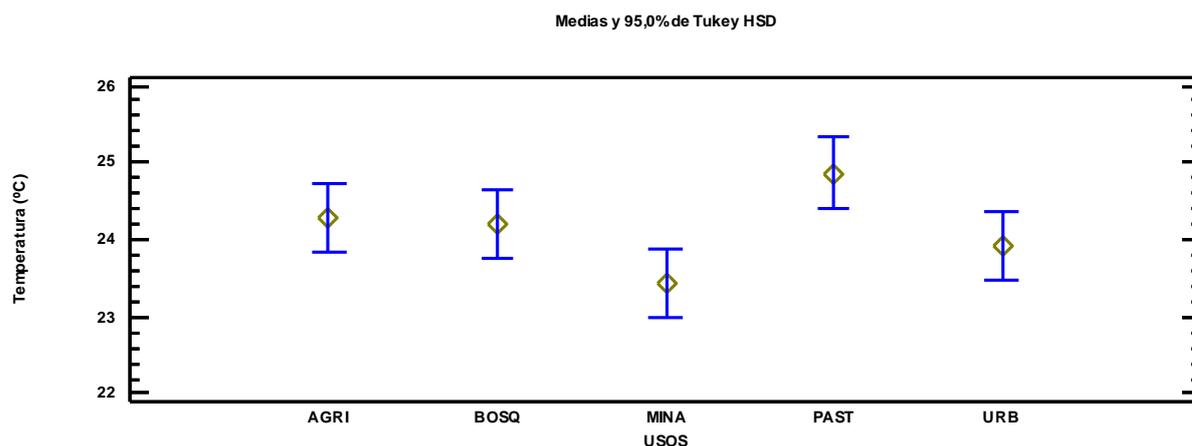
Fuente: Anova

Elaborado: Autor

Análisis parámetro de temperatura

Se identificó que existen diferencias estadísticas de la calidad del agua y parámetro de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) donde ($p=0,0013$) (razón de $f= 5,50$) (anexo 31); se han registrado 2 grupos homogéneos entre los usos de suelo (anexo 32), sin embargo, el mayor valor correspondió al uso de suelo pastizal con una media de 24,867 mientras que el menor valore perteneció al uso de suelo de mina con una media de 23,4333 (Gráfico 15). Autores como Mosquera y Córdova (2017) indican que La temperatura del agua no superó los 27°C en ninguno de los cuerpos de agua estudiados, manteniéndose dentro del rango registrado para la zona tropical, con valores entre 25 y 30°C teniendo similitud con el trabajo realizado (31).

Gráfico 12: Media de Tukey Temperatura



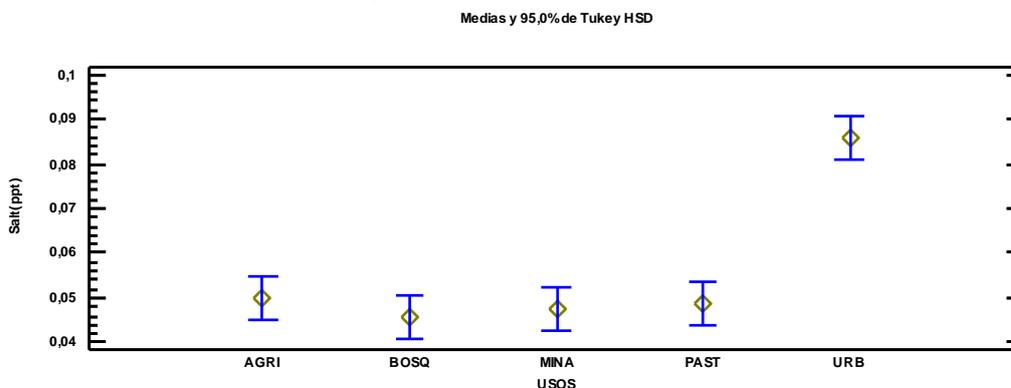
Fuente: Anova

Elaborado: Autor

Análisis parámetro de salinidad.

Se identificó que existen diferencias estadísticas del parámetro de salinidad con los usos de suelo donde ($p=0,0000$) (anexo 33); se ha registrado 1 grupo homogéneos entre los usos de suelo (anexo 34), sin embargo; el mayor valor correspondió al uso de suelo urbana con una media de 0,0855 mientras que el menor valor perteneció al uso de suelo de bosque con una media de 0,0455 (Gráfico 13). Autores como Gómez et al. (2015) indicó que La salinidad es un índice para estimar el peligro en los usos de suelo y que por consiguiente aumentan la presión osmótica observando que no existe similitud con la investigación (32).

Gráfico 13: Media de Tukey salinidad



Fuente: Anova

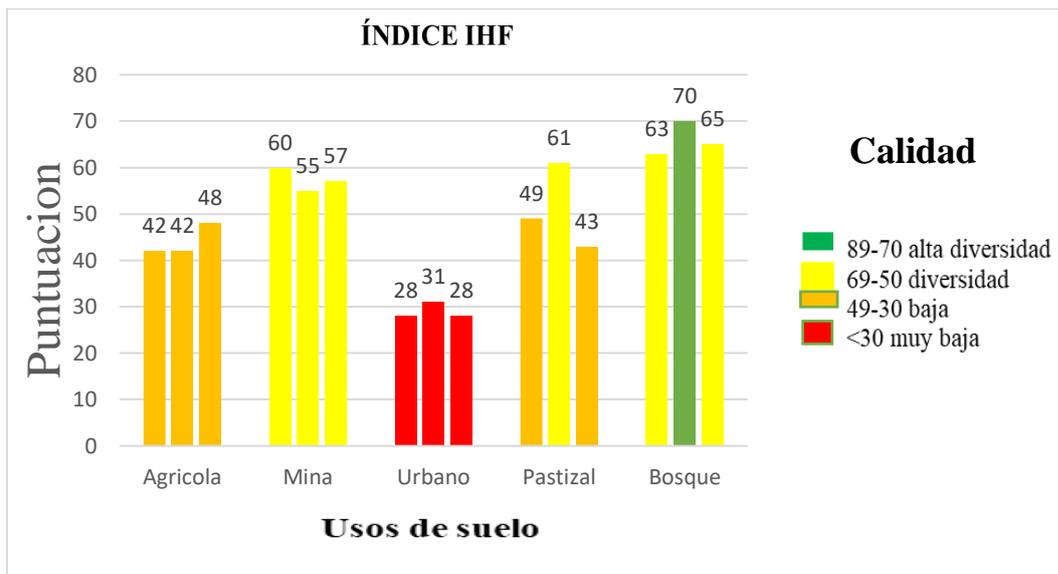
Elaborado: Autor

4.3. Objetivo 3. Estado de la vegetación de ribera en los diferentes usos de suelo con la aplicación de los Índices de ribera (QBR) e IHF

4.3.1. Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

Al analizar los datos (Gráfico 14) se observó que el índice fluvial con el valor más alto corresponde al 2do tramo uso de suelo de bosque, con un valor de 70 obteniendo alta diversidad ayudando a la heterogeneidad y la diversidad de la estructura físicas del habitat. Mientras que el valor más bajo es la zona urbana en los tramos 1 y 3 con un valor de 28 para cada uno (muy bajo en diversidad), esto se debe a que el crecimiento urbanístico que se encuentra cerca al sitio de estudio más el encauzamiento de las aguas residuales desembocadas en el estero ha provocado alteraciones en el índice fluvial en el sustrato y la hidrología existente en el estero. Se encuentra similitud por el estudio realizado por Trama et al. (2020), indica que el índice IHF es de 75 para el uso de suelo de bosque, se encuentra la vegetación nativa considerada en estado natural o en zonas inaccesibles o difíciles de modificar por las personas debido a las altas pendientes (19).

Gráfico 14: Índice de Hábitat Fluvial

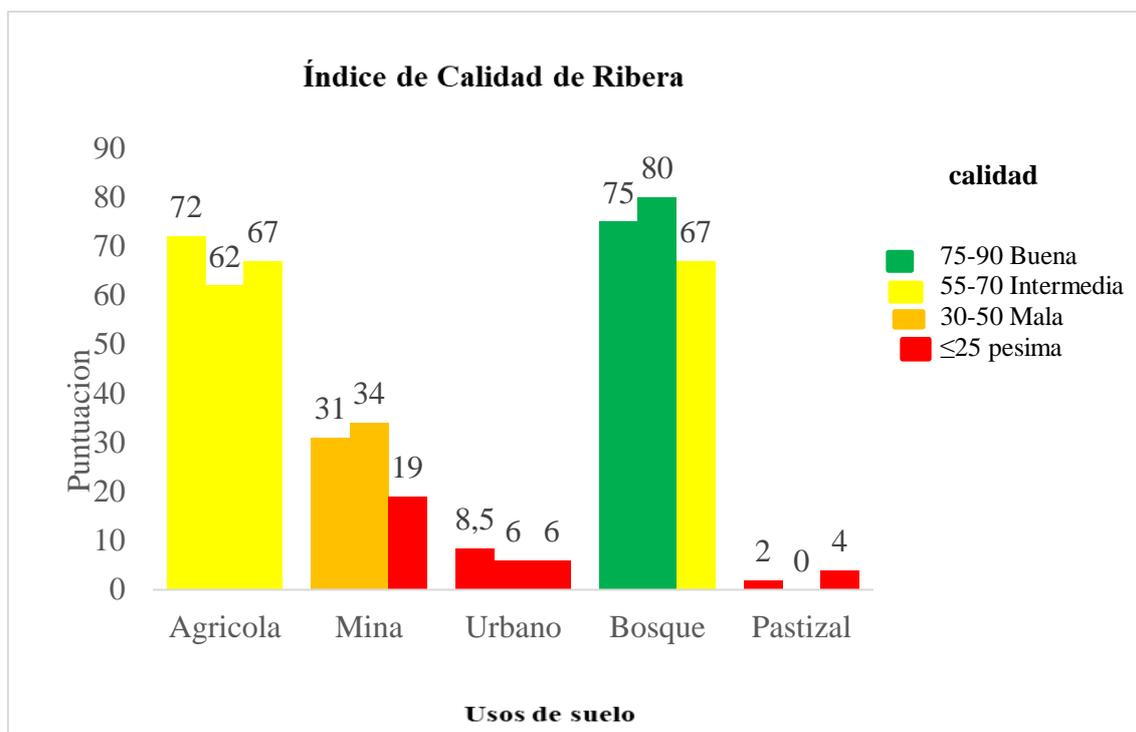


Elaborado: Autor

4.3.2. Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)

El Gráfico 15 demuestra los resultados de aplicar el índice QBR, indicando que el uso de suelo perteneciente a bosque tramo 1 y 2 obtuvo valores que se encuentran entre (75 – 80) que indica un inicio de alteraciones importantes, esto debido a las actividades antropogénicas que se desarrollan cerca al sitio de estudio, el uso de suelo de agrícola con valores entre (55-70) indica una intermedia calidad, mientras que en mina las alteraciones que se encuentra por las actividades de extracción de material pétreo (rocas y arena) se encuentra en rangos de (30-50) con mala calidad, teniendo al uso de suelo de urbana y pastizal con una pésima calidad con rangos de igual o menor de 25, debido a los asentamientos humanos que se encuentran cerca de los ríos. Autor como López (2015) registro un valor de 90 para el uso de suelo bosque que se encuentra ligeramente perturbado y con una calidad buena, el puntaje en esta zona está influenciada a que se encuentra al natural para otro usos de suelo, teniendo resultados similares con el estudio (33).

Gráfico 15: Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)



Elaborado: Autor

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Con respecto a la presencia, abundancia de macroinvertebrados acuáticos encontrados en el río Baba se mostró que, con 2279 individuos acuáticos encontrados el género más abundante fue el *Baetodes* perteneciente al orden EPHEMEROPTERA, Los índices de diversidad y dominancia, Shannon, Simpson, Margalef mostraron que no existió diferencias estadísticas significativa en los usos de suelo. Con el análisis de clúster se puede denotar que los usos de suelo agrícola y bosque comparten una pequeña similitud entre sus comunidades, la similitud se dio por la presencia y dominancia de los géneros *Baetodes*, *Choropterpes* y *Epigompus* respectivamente

La importancia de BMWP-CR demostró que la calidad del agua es pésima para los usos de suelo que se estudió, los parámetros físicos químicos demuestran que todos los usos de suelo cuentan con diferencias estadísticas, esto se debe a que existe mayor presencia de actividades antropogénicas, e influyen en las estructuras de las comunidades de macroinvertebrados.

Así mismo en los índices de ribera (QBR) muestran alteraciones para usos de suelo urbana y pastizal mientras el uso de suelo con mayor cantidad de materia orgánica y diversidad en la estructura física de hábitad de macroinvertebrados es el uso de suelo de bosque. El índice Fluvial (IHF) uso de suelo de bosque, con un valor de 70 obteniendo alta diversidad el valor más bajo es la zona urbana en los tramos 1 y 3 con un valor de 28 para cada uno (muy bajo en diversidad).

5.2. Recomendaciones

- Recomiendo seguir con investigaciones que involucran más participaciones de estudiantes en los monitores de la calidad de los ríos ya estudiados anteriormente. Capacitar a los moradores que se encuentran cerca de efluentes para evitar contaminaciones futuras y así lograr mejorar la composición y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos.

- Ejecutar planes conjuntos a los GAD's parroquiales para prevenir contaminación provocadas por diferentes actividades humanas y usos de suelo cerca de un efluente, mantener los parámetros fisicoquímicos sin alteraciones con calidad de agua aptas.

- Reforestar las zonas ribereñas de los ríos para mejorar las comunidades de macroinvertebrados y los usos de suelo en el río Baba.

BIBLIOGRAFÍA

1. Custodio M, Chanamé F. Analysis of benthic macroinvertebrates biodiversity of Cunas river by means of environmental indicators, Junin-Peru. *Sci Agropecu.* 2016;7(1):33–44.
2. Alomía J, Iannacone J, Alvariño L, Ventura K. Macroinvertebrados Bentónicos Para Evaluar La Calidad De Las Aguas De La Cuenca Alta Del Río Huallaga, Perú. *Biol.* 2017;1(2):65–84.
3. Armijo J. Universidad técnica estatal de quevedo. 2015.
4. Yépez Á, Yépez Á, Urdánigo J, Morales D, Guerrero N, TayHing C. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecuador. *Cienc y Tecnol.* 2017;10(1):27–34.
5. Bermúdez T, Piedra L, Alvarado V, Castillo M, Rodríguez A. Tecnologías para la rehabilitación en una microcuenca urbana. *Biocenosis.* 2016;30(2):94–9.
6. Santiago N. Parasitismo intestinal y su relación con el saneamiento ambiental y las condiciones sociales en Latinoamérica y el Caribe. *Biomédica [Internet].* 2016;36(4):496–7. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572016000400496
7. Homero G, Mackay C, Franco N, Neira G de J. Desarrollo Sostenible De La Parroquia Puná Del Canton. 2020;282–94.
8. Carrascal Z. Balance Hídrico De La Microcuenca Río “Pise”, Cantón Valencia, Provincia Los Ríos. Universidad Técnica Estatal De Quevedo. 2015.
9. Baque Mite R, Simba Ochoa L, Gonzalez Osorio B, Suatunce P, Diaz Ocampo E, Cadme Arevalo L. Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador / Quality of water intended for human consumption in a canton of Ecuador. *Cienc Unemi.* 2016;9(20):109–17.
10. Gualdrón Durán LE. Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros físicoquímicos y biológicos. *Din Ambient.* 2018;(1):83–102.
11. Flores S. Relevamiento de flora del área protegida Bosque de Bolognia para la obtención de un índice de diversidad Shannon Wiener a través de una aplicación móvil. *Fides Et Ratio.* 2019;17:215–38.
12. AGUINDA C. INVENTARIO DE LA FLORA Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO EN LA COMUNIDAD CALERA GRANDE Y SHOBOLPAMBA, PARROQUIA SAN JUAN, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO. TRABAJO. *Esc*

- Super Politec CHIMBORAZO [Internet]. 2017;2–145. Available from: http://www.infopl.net/files/descargas/schneider/infopl_net_18t00436.pdf
13. Mayorga K. Calidad Del Agua Y Estructura De La Comunidad De Macroinvertebrados Acuáticos De Los Esteros “El Limón”, “La S” Y “El Guayabo” Del Cantón El Empalme, Guayas-Ecuador. Univ Técnica Estatal Quevedo, Fac Ciencias Ambient. 2016;93.
 14. Solas E. Universidad de Jaén ANÁLISIS DEL ESTADO ECOLÓGICO DE RÍOS DE LA CUENCA DEL ALTO GUADALQUIVIR, A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE PARÁMETROS DE HÁBITAT FLUVIAL, VEGETACIÓN DE RIBERA Y MACROINVERTEBRADOS. UNIVERSIDAD DE JAÉN. 2017.
 15. DELGADO L, RIVAS I. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DE CAÑO SECO- RESTREPO (META), MEDIANTE LOS ÍNDICES DE HÁBITAT FLUVIAL (IHF) Y CALIDAD DE BOSQUE DE RIBERA (QBR). LUISA. 2019.
 16. González R, Albornoz BS, Sánchez I, Osorio J. The yucatán aquifer. Analysis of the risk of contamination with support of a geographic information system. Rev Int Contam Ambient. 2018;34(4):667–83.
 17. Laqui Y. Contaminación por tipo de usos de suelos y deterioro en la calidad de agua en la cuenca del Lago Titicaca. Universidad Nacional Agraria la Molina Escuela. 2019.
 18. Godínez E. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Química Edna Tatiana Godínez Marroquín. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Química Edna Tatiana Godínez Marroquín. 2020.
 19. Trama FA, Salcedo Gustavson SA, Demarcy L, Erbure Cardozo L, Jara Palomino BA, Muñoz Ccuro FE, et al. Índices de calidad de habitat y macroinvertebrados en siete Cuencas del Parque Nacional Yanachaga Chemillén y su Zona de Amortiguamiento: Rev Peru Biol. 2020;27(2):149–68.
 20. EcuRed. Cantón Buena Fe (Ecuador). EcuRed. 2015;
 21. Suárez Thelma S. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos de la calidad del agua en el Río Gil González y tributarios más importantes, Rivas, Nicaragua. Univ y Cienc. 2015;6(9):38–46.
 22. Madera LC, Angulo LC, Díaz LC, Rojano R. Evaluación de la Calidad del Agua en Algunos Puntos Afluentes del río Cesar (Colombia) utilizando Macroinvertebrados Acuáticos como Bioindicadores de Contaminación. Inf Tecnol. 2016;27(4):103–10.

23. Quesada-Alvarado F, Umaña Villalobos G, Springer M, Picado-Barboza J. Variación estacional y características fisicoquímicas e hidrológicas que influyen en los macroinvertebrados acuáticos, en un río tropical. *Rev Biol Trop.* 2020;68(S2):S54–67.
24. Ayala S, Reinoso W, Calderon D, Jaramillo A, Mesa D. Determinación de la calidad del agua del río Frío (Cundinamarca, Colombia) a partir de macroinvertebrados bentónicos. *Av Investig en Ing.* 2019;16(1):49–65.
25. Guerrero N, Díaz M, Urdanigo J, Tayhing C, Guerrero R, Yopez Á. Uso de suelo y su influencia en la calidad del agua de la microcuenca El Sapanal, Ecuador. *Rev Cuba Ciencias Biológicas.* 2016;4(3):7.
26. Rodríguez L, Ríos P, Espinosa 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. 2016;26(3):497–507.
27. Ospina O, García G, Gordillo J, Tovar K. Evaluación de la turbiedad y la conductividad ocurrida en temporada seca y de lluvia en el río Combeima (Ibagué, Colombia). *Ing Solidar.* 2016;12(19):19–36.
28. Rincón silva. Evaluación de parámetros físico-químicos del agua en el proceso de potabilización del río Subachoque. *Tecnogestión.* 2017;13(1).
29. Robledo J, Vanegas E, García N. Calidad del agua del río Túnico como respuesta al uso del suelo. *Rev Ciencias Técnicas Agropecu.* 2014;23(3):41–5.
30. Pino E, Cabrera C, Aguilar N, Pino E. Actividades agropecuarias del Sitio «La Bóveda» y su incidencia en la calidad del agua de escorrentía al embalse Sixto Durán Ballén. *Rev del Inst Investig la Fac Ing Geológica, Minera, Metal y Geográfica.* 2017;20(39):73–82.
31. Mosquera Z, Córdoba K. Characterization of aquatic entomologic fauna in four streams of San Juan river (Chocó - Colombia). *Rev la Acad Colomb Ciencias Exactas, Físicas y Nat* [Internet]. 2015;39(150):67–76. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082015000100007&lng=en&nrm=iso&tlng=es
32. Gómez C, José J, Muñoz B, Rodríguez H, Lourdes M De. Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. *Ingeniería.* 2015;19(1):39–50.
33. López E. 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.
34. Pillasagua J. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADORES DE CALIDAD HÍDRICA EN USOS DE SUELO BOSQUE, URBANO Y AGRÍCOLA EN EL RÍO SAN PABLO, CANTÓN LA MANÁ, ECUADOR. Autor: [Internet]. Vol. 1, Journal of Materials Processing Technology. 2018. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055><https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252><http://dx.doi.o>
 35. Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica. Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI. Regist Of Supl 2 31 marzo 2003 [Internet]. 2015;0:18–34. Available from: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-097.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Puntaje que se le asignó a cada familia de macroinvertebrados de acuerdo a la BMWP-Cr.

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

Elaborado: (34) .

Anexo 2: Límites permisibles por el TULSMA**Criterios de calidad de agua para riego agrícola**

Parámetro	Expresado	Unidad	Criterio de calidad
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	3
pH	pH		6 - 9

PARÁMETROS DE LOS NIVELES DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO

Problema potencial	Unidades	GRADO DE RESTRICCIÓN		
		Ninguno	Ligero Moderado	Severo
Salinidad	milimhos/cm	0,7	0,7-3,0	>3,0
CE, SDT	mg/l	450	450-2000	>2000
pH	Rango normal		6,5-8,4	

Elaborado: (35)

Anexo 3: Composición y abundancia del río Baba

ORDEN	FAMILIAS	GÉNERO	BOSQUE				AGRÍCOLA				PASTIZAL				MINA			URBANA				
			TOTAL A	TOTAL B	TOTAL C	TOTAL BOS	TOTAL A	TOTAL B	TOTAL C	TOTAL AGRICOLA	TOTAL A	TOTAL B	TOTAL C	TOTAL PASTIZAL	TOTAL A	TOTAL B	TOTAL C	TOTAL MINA	TOTAL A	TOTAL B	TOTAL C	TOTAL URBANA
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	BEOTEDOES	64	81	73	218	77	75	64	216	70	49	44	163	65	61	61	187	0	0	0	0
	LEPTOPHLEBIIDAE	CHOROTERPES	28	66	20	114	31	25	20	76	25	33	29	87	42	11	32	85	0	0	0	0
	AESHNIDAE	AESHNA	0	0	5	5	2	0	15	17	0	0	4	4	7	2	0	9	0	0	0	0
ODONATA	LIBELLULIDAE	BRACHYDIPLACINAE	10	15	22	47	7	4	20	31	13	12	9	34	5	10	20	35	0	0	0	0
	GOMPHIDAE	EPIGOMPHUS	20	6	7	33	7	15	0	22	18	8	10	36	0	0	0	0	0	0	0	0
	CALOPTERYGIDAE	CALOPTERYX	0	0	0	0	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	57	41	29	127
	PERLIESTIDAE	PERILESTES	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	COENAGRIONIDAE	ARGIA	0	0	17	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	18	13	46
	PERLIDAE	CLAASSENIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	9	19	0	0	0	0
PLECOPTERA	CALAMOCERATIDAE	ANISOCENTROPUS	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRICHOPTERA	HYDROPTILIDAE	SPICIPALPIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
	HELICOPSYCHIDAE	HELICOPSYCHE	0	0	0	0	5	2	9	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PHILOPOTAMIDAE	CHIMARRA	0	0	0	0	4	0	10	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	PENTANEURA	0	0	0	0	0	0	0	0	57	29	48	134	3	10	27	40	65	85	60	210
	SYRPHIDAE	ALLOGRAPTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	46	11	108

ORDEN	FAMILIAS	GÉNERO	BOSQUE				AGRÍCOLA				PASTIZAL				MINA			URBANA			
			TOTAL A	TOTAL B	TOTAL C	TOTAL BOS	TOTAL A	TOTAL B	TOTAL C	TOTAL AGRÍCOLA	TOTAL A	TOTAL B	TOTAL C	TOTAL PASTIZAL	TOTAL A	TOTAL B	TOTAL C	TOTAL MINA	TOTAL A	TOTAL B	TOTAL C
	SIMULIIDAE	SIMULIUM	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PSYCHODIDAE	PHLEBOTOMUS	0	12	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25
MESAGOSTROPODA	THIARIIDAE	MELANOIDES	2	0	0	2	0	10	0	10	0	0	0	0	0	0	10	6	1	17	
	LUTROCHIDAE	LUTROCHUS	33	0	0	33	15	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PTILODACTYLIDAE	ANCHYCTEIS	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COLEOPTERA	STAPHYLINIDAE	MISANTLIUS	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HYDROPHILIDAE	HYDROPHILINI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	5	
	HYDROPHILIDAE	TROPISTERNUS	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ELMIDAE	MACRELMIS	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LITTORINIMORPHA	HYDROBIIDAE	ALZONIELLA	7	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	15	25	
DECAPODA	PALAEMONIDAE	PALAEMON	0	0	10	10	0	30	15	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Elaborado: Autor

Anexo 4: Aplicación de los índices de diversidad (Shannon-Wiener), riqueza de (Margalef) y el índice de dominancia de (Simpson)

USOS	Simpson_1-D	Shannon_H	Margalef
BOSQ	0,6333	1,037	0,7213
BOSQ	0,5476	1,157	1,314
BOSQ	0,4833	0,7625	0,5422
BOSQ	0,6757	1,254	0,9851
BOSQ	0,6347	1,047	0,4526
BOSQ	0,7409	1,412	0,9655
BOSQ	0,5792	0,9597	0,4905
BOSQ	0,6357	1,16	0,6906
BOSQ	0,7242	1,423	0,9618
AGRI	0	0	0
AGRI	0,5281	1,123	1,294
AGRI	0,3273	0,5196	0,417
AGRI	0,703	1,492	1,253
AGRI	0,7232	1,416	1,077
AGRI	0,7534	1,517	0,9323
AGRI	0,7599	1,51	0,9028
AGRI	0,7143	1,412	0,8595
AGRI	0,7737	1,554	0,9447
PAST	0,1494	0,2893	0,2749
PAST	0,2355	0,498	0,6293
PAST	0,4762	0,6698	0,3693
PAST	0,7216	1,336	0,7187
PAST	0,6692	1,333	0,9894
PAST	0,7382	1,52	1,211
PAST	0,7123	1,299	0,6846
PAST	0,6824	1,215	0,7669
PAST	0,5857	0,958	0,4757
MINA	0,59	1,092	0,932
MINA	0,4664	0,7828	0,6379
MINA	0,6209	1,014	0,692
MINA	0,7048	1,294	0,775
MINA	0,6559	1,17	0,8736
MINA	0,6834	1,262	0,6684
MINA	0,5971	0,9813	0,4926
MINA	0,4146	0,6877	0,5386
MINA	0,5749	0,9729	0,5351
URB	0,6481	1,067	0,6002
URB	0,5698	0,9242	0,6068
URB	0,4598	0,6532	0,294
URB	0,7693	1,563	1,141
URB	0,7676	1,658	1,327
URB	0,7127	1,361	1,265
URB	0,7255	1,337	0,6514
URB	0,5921	1,012	0,6735
URB	0,7249	1,334	0,6992

Fuente: Past 4.0
Elaborado: Autor

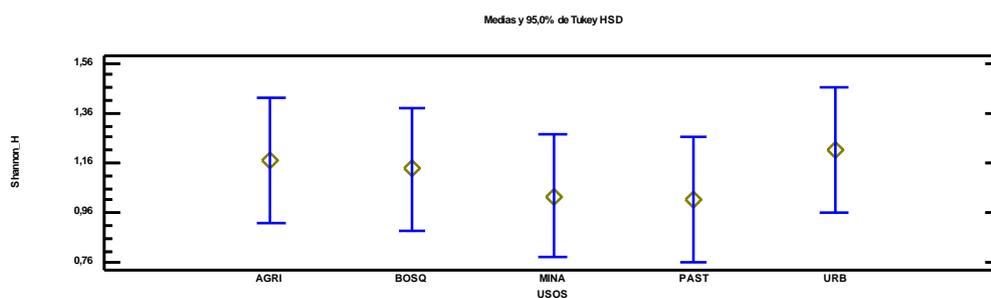
Anexo 5: Pruebas de Múltiple Rangos para Shannon_H por USOS

USOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
PAST	9	1,01312	X
MINA	9	1,02852	X
BOSQ	9	1,13469	X
AGRI	9	1,17151	X
URB	9	1,21216	X

Fuente: Anova

Elaborado: Autor

Anexo 6: media tukey shannon



Fuente: Anova

Elaborado: Autor

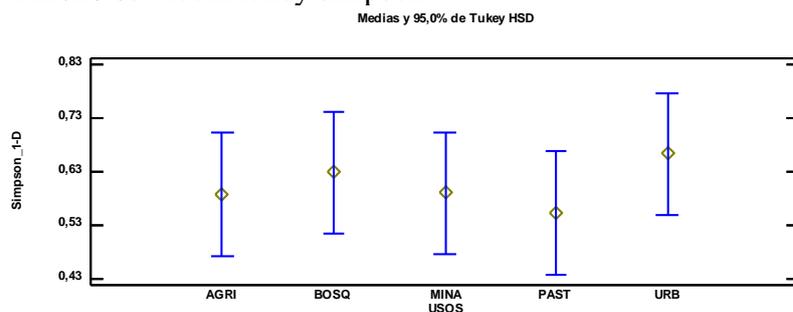
Anexo 7: Pruebas de Múltiple Rangos para Simpson_1-D por USOS

USOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
PAST	9	0,552278	X
AGRI	9	0,586989	X
MINA	9	0,589778	X
BOSQ	9	0,628289	X
URB	9	0,663311	X

Fuente: Anova

Elaborado: Autor

Anexo 8: Media tukey simpson



Fuente: Anova

Elaborado: Autor

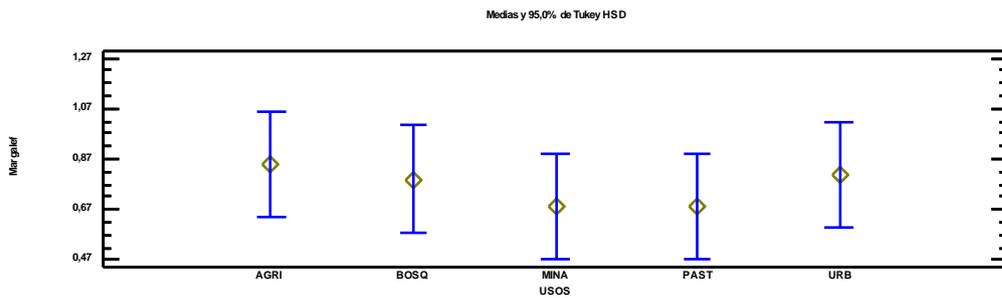
Anexo 9: Pruebas de Múltiple Rangos para margalef por USOS

USOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
PAST	9	0,679978	X
MINA	9	0,6828	X
BOSQ	9	0,791511	X
URB	9	0,806456	X
AGRI	9	0,853367	X

Fuente: Anova

Elaborado: Autor

Anexo 10: Media Tukey margalef



Fuente: Anova

Elaborado: Autor

Anexo 11: Similaridad de géneros por usos de suelo mediante el índice de Jaccard

	Bosque A	Bosque B	Bosque C	Agrícola A	Agrícola B	Agrícola C	Pastizal A	Pastizal B	Pastizal C	Mina A	Mina B	Mina C	Urbana A	Urbana B	Urbana C
Bosque A	1,00	0,40	0,33	0,42	0,36	0,25	0,44	0,44	0,40	0,27	0,27	0,30	0,14	0,15	0,14
Bosque B		1,00	0,40	0,36	0,31	0,30	0,57	0,57	0,50	0,33	0,33	0,38	0,00	0,00	0,08
Bosque C			1,00	0,42	0,36	0,50	0,44	0,44	0,56	0,40	0,40	0,30	0,07	0,07	0,07
Agrícola A				1,00	0,33	0,60	0,40	0,40	0,50	0,36	0,36	0,27	0,06	0,07	0,06
Agrícola B					1,00	0,38	0,33	0,33	0,31	0,21	0,21	0,23	0,06	0,06	0,06
Agrícola C						1,00	0,33	0,33	0,44	0,44	0,44	0,33	0,00	0,00	0,00
Pastizal A							1,00	1,00	0,83	0,57	0,57	0,67	0,08	0,09	0,08
Pastizal B								1,00	0,83	0,57	0,57	0,67	0,08	0,09	0,08
Pastizal C									1,00	0,71	0,71	0,57	0,08	0,08	0,08
Mina A										1,00	1,00	0,83	0,08	0,08	0,08
Mina B											1,00	0,83	0,08	0,08	0,08
Mina C												1,00	0,08	0,09	0,08
Urbana A													1,00	0,88	0,78
Urbana B														1,00	0,88
Urbana C															1,00

Fuente: Past 4.0

Elaborado: Autor

Anexo 12: BMWP- CR por uso de suelo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	993,911	4	248,478	5,38	0,0015
Intra grupos	1848,0	40	46,2		
Total (Corr.)	2841,91	44			

Fuente: Anova

Elaborado: Autor

Anexo 13: Pruebas de Múltiple Rangos para BMWP-CR por usos de suelo

USO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
URB	9	12,1111	X
PAST	9	19,3333	XX
MINA	9	19,8889	XX
BOSQ	9	23,4444	X
AGRI	9	26,0	X

Fuente: Anova

Elaborado: Autor

Anexo 14: Parámetros fisicoquímicos zona agrícola.

PARÀMETROS	AGRÍCOLA								
	JUNIO			JULIO			AGOSTO		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Turbidez (NTU)	3,61	3,65	4,23	3,84	2,98	2,75	3,07	3,59	1,95
Dureza (%)	2,80	2,40	3,00	1,50	1,81	2,10	1,50	2,50	2,00
Ph	7,82	7,78	7,94	8,09	8,24	8,33	7,99	7,83	7,62
Conductividad eléctrica (uS/cm)	85,10	83,70	94,10	94,60	86,60	86,90	103,10	92,00	96,60
TDS (ppm)	42,50	41,90	47,10	47,40	43,30	43,50	51,60	45,30	48,00
DO (mg/l)	5,50	4,80	5,40	4,90	4,70	4,80	5,00	4,85	4,40
Temperatura (°C)	23,30	26,30	25,30	24,50	23,80	24,00	23,90	23,50	24,00
Salt(ppt)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Elaborado: Autor

Anexo 15: Parámetros fisicoquímicos zona agrícola zona Mina

PARÀMETROS	MINA								
	JUNIO			JULIO			AGOSTO		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Turbidez (NTU)	3,00	3,31	2,83	2,68	2,55	2,57	3,35	3,78	3,41
Dureza (%)	2,20	2,10	2,10	2,10	2,79	1,59	4,00	4,81	7,80
Ph	8,00	7,82	7,93	8,47	8,49	8,54	7,00	7,78	7,87
Conductividad eléctrica (uS/cm)	81,90	84,70	80,80	86,00	86,60	84,00	92,90	93,70	94,10
TDS (ppm)	41,00	42,30	40,40	42,80	43,40	42,00	46,50	49,00	48,10
DO (mg/l)	5,90	5,40	6,00	4,80	4,50	5,10	4,10	4,50	3,90
Temperatura (°C)	23,50	22,70	23,30	23,70	23,50	23,00	23,70	23,90	23,60
Salt(ppt)	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Elaborado: Autor

Anexo 16: Parámetros fisicoquímicos zona agrícola zona Urbano

PARÀMETROS	URBANO								
	JUNIO			JULIO			AGOSTO		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Turbidez (NTU)	4,94	2,64	4,42	3,87	3,46	2,57	5,56	4,80	5,28
Dureza (%)	12,70	10,30	10,10	6,00	6,10	6,70	7,00	6,50	5,40
Ph	7,37	7,20	7,44	7,50	7,30	7,30	7,36	7,08	6,96
Conductividad eléctrica (uS/cm)	164,80	162,80	164,10	165,60	164,30	159,70	164,90	172,10	162,80
TDS (ppm)	82,10	81,30	82,10	82,80	82,10	80,00	82,40	86,00	81,40
DO (mg/l)	5,70	5,80	6,00	6,20	5,50	6,30	3,90	3,30	3,70
Temperatura (°C)	24,40	24,00	23,90	23,00	23,50	22,60	24,90	24,10	25,00
Salt(ppt)	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08

Elaborado: Autor

Anexo 17: Parámetros fisicoquímicos zona agrícola zona Bosque

PARÀMETROS	BOSQUE								
	JUNIO			JULIO			AGOSTO		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Turbidez (NTU)	4,50	3,31	3,84	2,75	4,51	2,81	2,62	3,09	2,96
Dureza (%)	4,40	3,10	2,90	2,10	3,00	1,80	3,10	3,70	4,00
Ph	8,40	7,98	7,90	8,33	8,08	8,39	7,61	6,00	7,00
Conductividad eléctrica (uS/cm)	86,40	81,80	88,40	86,90	108,60	83,90	93,80	92,10	92,90
TDS (ppm)	42,80	40,90	44,00	43,50	54,10	42,60	46,90	45,20	46,50
DO (mg/l)	11,00	6,50	6,50	4,80	4,80	5,60	4,00	4,80	4,10
Temperatura (°C)	24,30	24,80	24,50	24,00	24,80	24,80	23,60	23,20	23,70
Salt(ppt)	0,01	0,05	0,05	0,04	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05

Elaborado: Autor

Anexo 18: Parámetros fisicoquímicos zona agrícola zona Pastizal

PARÀMETROS	PASTIZAL								
	JUNIO			JULIO			AGOSTO		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Turbidez (NTU)	3,65	3,48	3,74	2,55	2,50	2,98	2,38	3,16	4,68
Dureza (%)	3,20	2,90	3,80	1,50	1,95	1,90	3,00	2,80	2,50
Ph	7,90	8,00	8,05	8,52	8,58	8,59	6,50	7,91	8,00
Conductividad eléctrica (uS/cm)	81,80	89,60	89,00	90,80	90,60	90,20	99,10	97,10	99,30
TDS (ppm)	40,90	44,70	44,50	45,50	45,20	45,10	49,60	48,80	49,10
DO (mg/l)	5,00	5,50	5,50	4,80	4,50	4,60	4,50	4,80	4,30
Temperatura (°C)	25,20	24,40	24,70	25,50	24,80	24,20	25,40	24,70	24,90
Salt(ppt)	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Elaborado: Autor

Anexo 19: Parámetro de turbidez (NTU) por usos de suelos

Fuente	Suma de Cuadrados	G1	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6,74549	4	1,68637	2,85	0,0359
Intra grupos	23,6331	40	0,590828		
Total (Corr.)	30,3786	44			

Fuente: Anova**Elaborado:** Autor**Anexo 20:** Pruebas de Múltiple Rangos para Turbidez (NTU) por usos de suelo

USOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
MINA	9	3,05333	X
PAST	9	3,23556	XX
AGRI	9	3,29667	XX
BOSQ	9	3,37667	XX
URB	9	4,17111	X

Fuente: Anova**Elaborado:** Autor**Anexo 21:** Parámetro Dureza (%) por usos de suelo

Fuente	Suma de Cuadrados	G1	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	191,687	4	47,9218	20,22	0,0000
Intra grupos	94,793	40	2,36983		
Total (Corr.)	286,48	44			

Fuente: Anova**Elaborado:** Autor**Anexo 22:** Pruebas de Múltiple Rangos para Dureza (%) por usos de suelo

USOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
AGRI	9	2,17889	X
PAST	9	2,61667	X
BOSQ	9	3,12222	X
MINA	9	3,27667	X
URB	9	7,86667	X

Fuente: Anova**Elaborado:** Autor**Anexo 23:** Parámetro Ph por usos de suelo

Fuente	Suma de Cuadrados	G1	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,40372	4	0,85093	3,17	0,0235
Intra grupos	10,7324	40	0,26831		
Total (Corr.)	14,1361	44			

Fuente: Anova**Elaborado:** Autor

Anexo 24: Pruebas de Múltiple Rangos para Ph por usos de suelo

USOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
URB	9	7,27889	X
BOSQ	9	7,74333	XX
AGRI	9	7,96	XX
MINA	9	7,98889	X
PAST	9	8,00556	X

Fuente: Anova**Elaborado:** Autor**Anexo 25: Parámetro Conductividad eléctrica (uS/cm) por por usos de suelo**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	39867,6	4	9966,89	289,45	0,0000
Intra grupos	1377,34	40	34,4335		
Total (Corr.)	41244,9	44			

Fuente: Anova**Elaborado:** Autor**Anexo 26: Pruebas de Múltiple Rangos para Conductividad eléctrica (uS/cm) por usos de suelo**

USOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
MINA	9	87,1889	X
BOSQ	9	90,5333	X
AGRI	9	91,4111	X
PAST	9	91,9444	X
URB	9	164,567	X

Fuente: Anova**Elaborado:** Autor**Anexo 27: Parámetro para TDS (ppm) por por usos de suelo**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	9918,89	4	2479,72	274,53	0,0000
Intra grupos	361,3	40	9,0325		
Total (Corr.)	10280,2	44			

Fuente: Anova**Elaborado:** Autor**Anexo 28: Pruebas de Múltiple Rangos para TDS (ppm) por por usos de suelo**

USOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
MINA	9	43,9444	X
BOSQ	9	45,1667	X
AGRI	9	45,6222	X
PAST	9	45,9333	X
URB	9	82,2444	X

Fuente: Anova**Elaborado:** Autor

Anexo 29: Parámetro DO (mg/l) por usos de suelo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5,50244	4	1,37561	1,00	0,4200
Intra grupos	55,1456	40	1,37864		
Total (Corr.)	60,648	44			

Fuente: Anova**Elaborado:** Autor**Anexo 30:** Pruebas de Múltiple Rangos para DO (mg/l) por usos de suelo

USOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
PAST	9	4,83333	X
MINA	9	4,91111	X
AGRI	9	4,92778	X
URB	9	5,15556	X
BOSQ	9	5,78889	X

Fuente: Anova**Elaborado:** Autor**Anexo 31:** Parámetro Temperatura (°C) por usos de suelo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	9,852	4	2,463	5,50	0,0013
Intra grupos	17,9178	40	0,447944		
Total (Corr.)	27,7698	44			

Fuente: Anova**Elaborado:** Autor**Anexo 32:** Pruebas de Múltiple Rangos para Temperatura (°C) por usos de suelo

USOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
MINA	9	23,4333	X
URB	9	23,9333	X
BOSQ	9	24,1889	XX
AGRI	9	24,2889	XX
PAST	9	24,8667	X

Fuente: Anova**Elaborado:** Autor**Anexo 33:** Parámetro Salt (ppt) por usos de suelo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0102222	4	0,00255556	48,94	0,0000
Intra grupos	0,00208889	40	0,0000522222		
Total (Corr.)	0,0123111	44			

Fuente: Anova**Elaborado:** Autor

Anexo 34: Pruebas de Múltiple Rangos para Salt (ppt) por usos de suelo

USOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
BOSQ	9	0,0455556	X
MINA	9	0,0477778	X
PAST	9	0,0488889	X
AGRI	9	0,05	X
URB	9	0,0855556	X

Fuente: Anova

Elaborado: Autor

Anexo 35: Toma de muestras de macroinvertebrados



Elaborado: Autor

Anexo 36: Análisis de parámetros fisicoquímico



Elaborado: Autor

Anexo 37: Análisis de laboratorio



Elaborado: Autor

Anexo 38: Uso de suelo



Elaborado: Autor