



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

SEDE
ESMERALDAS

ESCUELA DE GESTION AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

MACROINVERTEBRADOS DEL RIO SÚA COMO
BIOINDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL A LO LARGO DE SU
PENDIENTE ALTITUDINAL

PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

AUTOR

BORYS ENRIQUE SOLIS GARCIA

ASESOR

MGT. PEDRO JIMENEZ PRADO

Esmeraldas – 2021

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCE-Esmeraldas, previo a la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental.

Presidenta de tribunal de graduación

Mgt Eduardo Rebolledo Monsalve

Lector 1

PhD. Jon Molinero Ortiz

Lector 2

Mgt. Karla Solís Charcopa

Coordinadora de la Carrera de Gestión Ambiental

Mgt. Pedro Jiménez Prado

Director de tesis

Esmeraldas _____, de _____ de 2021

AUTORIA

Yo, Borys Enrique Solís García, declaro que el presente trabajo de investigación es de mi autoría.

En ventaja de que el contenido de esta investigación es de única responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCE-Esmeraldas.

Borys Enrique Solís García

C.I. 0850225384

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi madre Juana García Olaya por ser el pilar fundamental de mi vida y de todo este proceso, no me alcanzaría la vida entera para agradecerte por todo el amor y apoyo incondicional que me brindas.

A mi hermano Andrés por ser el ejemplo a seguir de un verdadero hombre de Dios, Padre y Profesional.

A mi abuela, tías y primos por todo el amor, cariño y apoyo brindado durante todo este proceso.

De manera especial a mi tutor de tesis, Mgt Pedro Jorge Jiménez Prado por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente. Gracias Pedro!!

A mis lectores Phd Jon Molinero y Mgt Eduardo Rebolledo por sus guías durante todo mi proceso universitario.

A mis amigos, con todos los que compartí dentro y fuera de las aulas. Aquellos amigos que se convierten en amigos de vida y aquellos que serán mis colegas, gracias por todo su apoyo y diversión.

DEDICATORIA

¡Que nadie se quede afuera, se los dedico a todos!

Contenido

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	2
AUTORIA.....	3
AGRADECIMIENTOS	4
DEDICATORIA	5
INDICE DE TABLAS	8
INDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN	12
Planteamiento del Problema.....	13
Justificación	13
Objetivo General	13
Objetivos Específicos.....	13
CAPITULO I: MARCO TEÒRICO	14
BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS.....	14
Macroinvertebrados.....	14
Bioindicadores.....	14
Calidad de Agua.....	14
Índice de Diversidad Shannon-Weaver	14
Índice BMWP.....	14
Índice ASPT	15
ANTECEDENTES.....	15
MARCO LEGAL.....	17
CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	18
Área de estudio.....	18
Recolección de datos en campo.....	20
Parámetros físico-químico.....	20
Macroinvertebrados.....	20
Análisis de laboratorio	20
Parámetros físico-químico.....	20
Macroinvertebrados.....	20
Análisis de datos	21
CAPITULO III: RESULTADOS	24
Parámetros Físico-químicos	24
Diversidad	25
Índices de calidad de agua.....	27
Ordenamiento de los diferentes puntos de muestreo.....	28
Correlación entre variables.....	30

Análisis del gradiente entre puntos de muestreo.....	33
Agrupamiento entre los diferentes puntos de muestreo	34
CAPITULO IV: DISCUSION.....	36
CAPITULO V: CONCLUSIONES	39
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES	39
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS	47

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Clasificación de la calidad de acuerdo al índice BMWP</i>	21
<i>Tabla 2 Clasificación de la calidad del agua de acuerdo al índice ASTP.</i>	22
<i>Tabla 3 Clasificación de la calidad del agua de acuerdo al índice IBF.</i>	22
<i>Tabla 4 Parámetros fisicoquímicos del río Súa</i>	24
<i>Tabla 5 Abundancia de las diferentes familias a lo largo del estudio.</i>	25
<i>Tabla 6 Resumen de índices de calidad del agua</i>	26
<i>Tabla 7 Resumen de índices de calidad del agua</i>	27
<i>Tabla 8 Índice BMWP de los puntos de muestreo del Rio Súa.</i>	28
<i>Tabla 9 Variables que más aportan a cada componente.</i>	29
<i>Tabla 10 Valores de pH en los distintos puntos.</i>	30
<i>Tabla 11 Valores de Temperatura en los distintos puntos.</i>	31
<i>Tabla 12 Valores de Oxígeno Disuelto en los distintos puntos.</i>	32

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Mapa de Estaciones del Rio Súa</i>	19
<i>Figura 2 Análisis de Componentes Principales</i>	29
<i>Figura 3 Gráfica de correlación entre pH-Puntos.</i>	30
<i>Figura 4 Gráfica de correlación entre Temperatura-Campañas.</i>	31
<i>Figura 5 Gráfica de correlación entre el OD-Puntos.</i>	32
<i>Figura 7 Dendrograma obtenido del Análisis de Conglomerados.</i>	35

RESUMEN

Se evaluó la calidad del agua del río Súa en 5 sitios utilizando los macroinvertebrados como bioindicadores. En cada punto de muestreo se midieron las respectivas variables físicas químicas y se contabilizó un total de 18439 macroinvertebrados, integrados en 14 órdenes y 41 familias. Las familias Baetidae, Leptohiphidae, Leptophlebiae, del orden Ephemeroptera y la familia Hydropsychidae del orden Trichoptera, le siguen grupos como Elmidae del orden Coleoptera (insectos), Lymnaenidae y Thiaridae (gasterópodos). De ellos, Baetidae, Leptohiphidae, Hydropsychidae y Tipulidae son las familias que fueron registrados en absolutamente todos los puntos de muestreo y épocas de estudio. Mediante el índice BMWP se denota que los puntos de muestreo seleccionados del río Súa presentan una calidad de agua entre “Media” a “Buena”, a lo largo de todo el año.

La altitud y las diferencias geomorfológicas que puedan estar relacionadas con la pendiente, presentan una mayor correlación con algunos parámetros físico-químicos como, conductividad, temperatura y fosfatos que se incrementan según se desciende en altitud; mientras que con los índices de sensibilidad, la correlación existe entre el ASTP y el IBF, de manera inversa, es decir aumenta su valor de ASTP según aumenta la altitud y al mismo tiempo disminuye su valor de IBF, lo que significa que mientras más se asciende en la cuenca, mejor es su estado de calidad del agua.

Finalmente la correlación más importante entre parámetros ambientales y de calidad del agua se presenta con la temperatura y se manifiesta con el ASTP, con una relación negativa; es decir que donde aumenta la temperatura, en las zonas más bajas del río, también tiene los valores más bajos del índice ASTP, ósea con la menor calidad del agua

Palabras claves: macroinvertebrados, bioindicadores, calidad de agua.

ABSTRACT

The water quality of the Súa river was evaluated in 5 sites using macroinvertebrates as bioindicators. At each sampling point, the respective physical-chemical variables were measured and a total of 18,439 macroinvertebrates were counted, integrated into 14 orders and 41 families. The families Baetidae, Leptohiphidae, Leptophlebiae, of the order Ephemeroptera and the family Hydropsychidae of the order Trichoptera, are followed by groups such as Elmidae of the order Coleóptera (insects), Lymnaenidae and Thiaridae (gastropods). Of them, Baetidae, Leptohiphidae, Hydropsychidae and Tipulidae are the families that were registered in absolutely all the sampling points and study periods. By means of the BMWP index it was denoted that the selected sampling points of the Súa river present a water quality between “Medium” to “Good”, throughout the whole year.

The altitude and the geomorphological differences that may be related to the slope, present a greater correlation with some physical-chemical parameters such as conductivity, temperature and phosphates that increase as one descends in altitude; While with the sensitivity indices, the correlation exists between the ASTP and the IBF, in an inverse way, that is, its ASTP value increases as the altitude increases and at the same time its IBF value decreases, which means that the more the As you go up in the basin, the better your water quality status.

Finally, the most important correlation between environmental and water quality parameters occurs with temperature and is manifested with ASTP, with a negative relationship; In other words, where the temperature increases, in the lower areas of the river, it also has the lowest values of the ASTP index, that is, with the lowest water quality.

Keywords: macroinvertebrates, bioindicators, water quality.

INTRODUCCIÓN

Los ríos son ecosistemas importantes para el desarrollo del ser humano, debido a que nos brindan un sin número de funciones ecosistémicas que mejoran la calidad de vida de las poblaciones (1), sin embargo en los últimos años el desarrollo económico, tecnológico e industrial ha tenido grandes afectaciones sobre el medio ambiente debido al incremento del uso de energía y de los recursos naturales provocando primordialmente afectaciones sobre las fuentes hídricas (2), por ende ha surgido la necesidad de buscar alternativas que permitan determinar el grado de deterioro ya sea natural o por acciones antrópicas de dichos ecosistemas (3).

Las comunidades acuáticas tienen la capacidad de reaccionar a alteraciones en que se producen en su hábitat natural, dichas comunidades cuentan con varios organismos sensibles a perturbaciones de sus condiciones naturales que se los conoce como bioindicadores que sirven para evaluar la calidad de agua de dichos ecosistemas (4).

La calidad del agua es normalmente definida por sus características físicas, químicas y biológicas, las cuales nos indican su estado (5), entre los bioindicadores encontramos a los macroinvertebrados acuáticos que son un método biológico rápido, sencillo y de bajo costo que nos permiten determinar la calidad del agua (6).

Se considera a los macroinvertebrados bentónicos como excelentes indicadores de calidad ambiental (7), con dichos organismos podemos conocer la composición taxonómica y la estructura de las comunidades existentes en el río, también se puede determinar la magnitud de las afectaciones que causan las actividades antrópicas y de qué manera está afectando a la calidad de agua (8).

En el reglamento del Ecuador en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua se han incluido los estudios de calidad de agua utilizando bioindicadores de tal forma que han sido propuestos tanto en el Plan Toda Una Vida como en la legislación para el control y seguimiento ambiental (9).

En Esmeraldas son pocos los estudios realizados en los principales ríos de la provincia, por ende es necesario que se realicen estudios sobre la calidad ambiental de estos ríos, debido a que muchos de estos sistemas fluviales son afectados de manera directa o indirecta por los factores antrópicos (10).

Planteamiento del Problema

Es importante realizar estudios de la calidad ambiental en los ecosistemas fluviales, debido a que su afectación es cada vez mayor, directa o indirectamente por parte del ser humano tanto como de procesos naturales (10), los asentamientos humanos que van en crecimiento en la ribera y que generan desechos que van a parar directamente al río es el principal problema que genera inquietud en los pobladores de la ribera del río los cuales se abastecen con el agua de dicho afluente por ende aplicando macroinvertebrados como bioindicadores para determinar la calidad ambiental, podemos conocer ¿Cuál es el estado actual de la calidad del agua del río Súa? y obtener información sobre los cambios ambientales que se pueden estar dando en dicho ecosistema.

Justificación

En los últimos años los ecosistemas fluviales han tenido una fuerte presión humana, debido a actividades agrícolas, deforestación, ingreso de aguas servidas entre otras, todas estas terminan afectando la calidad del agua (11). En el Ecuador los recursos hídricos han sido fuertemente contaminados, debido a la mala gestión de las actividades mencionadas en el inicio (1). En Esmeraldas la situación actual de la mayoría de ríos es incierta primordialmente de los ríos Atacames y Súa que se ve comprometida en gran parte por distintos factores contaminantes. Tomando en cuenta lo anterior se presenta la necesidad de realizar un estudio para evaluar la calidad ambiental del río Súa utilizando macroinvertebrados como bioindicadores.

Objetivo General

- Evaluar la calidad de agua del río Súa, empleando ensambles de macroinvertebrados como indicadores de calidad.

Objetivos Específicos

- Caracterizar ensambles de macroinvertebrados en 5 sitios distribuidos altitudinalmente en el río Súa.
- Emplear índices de diversidad y variables físico-químicas para estimar la calidad de agua del río Súa
- Establecer diferencias en la calidad del agua según su gradiente altitudinal.

CAPITULO I: MARCO TEÒRICO

BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS

Macroinvertebrados

Los macroinvertebrados son aquellos invertebrados que podemos observar a simple vista o también pueden ser retenidos por una red de malla de aproximadamente 125 μ , entre estos encontramos crustáceos, insectos, anélidos y moluscos, los cuales en alguna etapa de vida se encuentran en los ríos (12).

Bioindicadores

Los bioindicadores son organismos o comunidades, que mediante su presencia podemos conocer el estado actual de un hábitat o conocer si se encuentra en conservación o está altamente contaminado (13), también se encargan de medir los efectos de la contaminación en el ambiente y en los seres vivos, mediante eso se puede determinar si existen riesgos para otros organismos, para el ecosistema o principalmente para el ser humano (14).

Calidad de Agua

El concepto de calidad de agua y su control ha sido objeto de revisión en los últimos años debido a la constante preocupación social por los problemas de salubridad relacionados con el agua, por ende, se ha convertido en el producto de consumo más controlado a nivel mundial. La calidad de una masa de agua natural puede relacionarse también con su cercanía al estado natural (composición) o a la pérdida de su calidad que se identificaría con su alejamiento de las condiciones naturales (contaminación) (15).

Índice de Diversidad Shannon-Weaver

El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes en el área de estudio y su abundancia relativa de macroinvertebrados de cada una de dichas especies (16).

Índice BMWP

El índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) se inició en Inglaterra en los años 70, se consideró como una metodología sencilla y eficiente donde usando macroinvertebrados presentes en cuerpos de agua podríamos determinar la calidad de agua de un río que deseemos estudiar (17), con este índice se puede identificar los

macroinvertebrados al nivel de familia, con datos cuantitativos de presencia y ausencia. La denominación que se aplica se establece entre 1 y 10 de acuerdo a las condiciones que pueden resistir los diferentes organismos a la contaminación, siendo 1 el más tolerante y 10 el más perceptible (16).

Índice ASPT

El índice ASPT (Average Score Per Taxon), permite evaluar la calidad de un río mediante la existencia de un alto número de familias de macroinvertebrados (18), los valores de este índice van de 1 a 10 y se calcula dividiendo el valor obtenido del índice BMWP/Col por el número de taxones encontrados y calificados en la muestra (19).

Números de Diversidad de Hill

Son números de variedad, cuyas unidades son números de especies, los cuales miden el número efectivo de especies presentes en una muestra, y son una medida del nivel de distribución de las abundancias relativas en medio de las especies (20).

ANTECEDENTES

En los últimos años los ecosistemas acuáticos han empezado a tener una fuerte influencia, debido a actividades agrícolas, ganaderas, deforestación, fragmentación de hábitat, extracción de materiales, actividad petrolera entre otras, que han afectado de manera directa los cuerpos de aguas (11).

En Ecuador los estudios con macroinvertebrados para determinar la calidad de agua se dan de manera continua debido a que sus resultados son exactos, los cuales nos indican que afectación está teniendo la población de insectos que habitan en los ríos (21) . En el estudio llamado 'Evaluación ecológica del río Ilíquido a través de macroinvertebrados acuáticos, Pastaza-Ecuador', durante los últimos años este río ha sufrido episodios de intervención antrópica ocasionados principalmente por extracción minera, se utilizaron dichos organismos para medir el estado de salud ecológica de este ecosistema acuático en un periodo entre 2008-2012, durante este periodo se pudo determinar que el estado del río se mantiene en buenas condiciones a pesar de la extracción del material pétreo de la zona, lo que demuestra que esta actividad no es tan dañina si se la compara con la extracción de minerales o metales pesados (21).

En la ciudad de Esmeraldas son pocas las investigaciones realizadas para determinar el estado actual de sus cuerpos de aguas, una de ellas es la de Martínez (22), con el cual se logró determinar el estado de algunos cauces de los cantones Esmeraldas, Atacames y Rioverde utilizando los organismos antes mencionados y procediendo a clasificarlos taxonómicamente para conocer que familias son las más susceptibles a la contaminación de dichos ecosistemas.

En nuestra ciudad el estudio presentado por Clevel (23), ayudó a mejorar el conocimiento sobre macroinvertebrados bentónicos, en donde procedió a realizar muestreos en las cuencas de aguas que no se tenía información, lo cual permitió conocer el estado actual de la calidad de agua y concluyó que en las partes altas de Esmeraldas es decir principalmente en el cantón Quinindé la calidad de sus efluentes es mejor en comparación con la de cantones como (San Lorenzo, Eloy Alfaro, Muisne y Rioverde) los cuales presentaron calidades críticas en la mayoría de sus cauces.

Otro estudio realizado por Mora (24), en el cual se utilizaron macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua del río Sálima, nos indicó que mediante el índice BMWP la calidad de agua de este río es muy buena en la zona alta y baja, lo que representa que la zona posee aguas muy limpias y poco contaminadas.

MARCO LEGAL

Las bases legales de este estudio están respaldadas primeramente en la Constitución del Ecuador 2008, en donde en el *Art. 12* establece que el agua es *“un derecho humano fundamental e irrenunciable”* mientras que en el *Art. 14* data que *“toda la población tiene el derecho a vivir en un ambiente sano”* nos hacen referencia a que toda la población tiene derecho a vivir en un ambiente sano y que el agua es un derecho fundamental e irrenunciable que tenemos todos los seres humanos.

En el *Art. 411* de la Constitución se denota que *“toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua y el equilibrio de los ecosistemas, será regulada”*, esto en parte se produce en la población aledaña al río Súa ya que los habitantes desarrollan sus actividades haciendo uso del recurso lo que provoca que el río tienda a ser contaminado por distintas acciones antrópicas y no se evidencia alguna regulación por parte de las autoridades competentes.

Este estudio está enfocado en determinar la calidad de agua del río Súa y sus resultados nos indicaran si se está cumpliendo el *Art.4. “Acceso del agua como un derecho humano”* y el *Art. 57 “Derecho humano de disponer de agua limpia, salubre, aceptable [...] para el consumo doméstico en cantidad, calidad y continuidad”* de la Ley de Aguas

También en el *Art. 56 “ninguna actividad productiva debe poner en riesgo las propiedades de soporte esencial del agua para todas las formas de vida”*, de la Ley de Aguas, nos hace referencia a que ninguna actividad productiva debe poner en riesgo el soporte esencial del agua, teniendo como meta que ni el agua ni sus fuentes estén contaminadas por actividades antrópicas, por tal motivo la relevancia de este estudio es necesaria debido a que existe actividades agrícolas, ganaderas entre otras aledañas a nuestra área de estudio lo cual puede afectar la calidad de agua del río.

Finalmente, en el *Art. 211 “el control y seguimiento de los componentes bióticos, para verificar la calidad ambiental [...]*, del Acuerdo Ministerial No. 028, nos indica que se debe establecer el control y seguimiento de los componentes bióticos para verificar la calidad ambiental y determinar alteraciones, con el uso de macroinvertebrados como bioindicadores esta investigación está acorde con la ley.

CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se ha realizado con el material colectado en el proyecto “Uso de peces y macroinvertebrados como indicadores del estado ecológico a lo largo de un gradiente altitudinal: propuesta para una evaluación ecológica de los ríos bajos del occidente ecuatoriano”, desarrollado por la Escuela de Gestión Ambiental durante el verano de 2016 (julio a diciembre) al invierno de 2017 (enero a junio).

Área de estudio

La cuenca del río Sua presenta un clima tropical mega térmico semi-humedo, con una temperatura promedio de 25°C y una precipitación de 1500mm/año. Es un río de orden 3 con una longitud de 28.205 metros y un área de drenaje de 63,7 km² que mantiene un porcentaje de bosque del 25,8 %, sus aguas desembocan en el océano Pacífico en dirección Sur-Norte y sus principales afluentes son los esteros Cacao, Cascajal, La Angostura, Portugués y Muchin (25). La toma de muestras realizó en cuatro campañas o repeticiones, con cinco estaciones cada una, a lo largo de los cauces codificados como S1, S2, S3, S4 y S5, desde la parte baja del río hacia la zona alta del mismo (Fig. 1). Las cuatro campañas analizadas corresponden a los siguientes periodos:

Verano._

- 1) julio-agosto/2016.
- 2) septiembre-octubre/2016.

Invierno._

- 3) marzo-abril/2017.
- 4) mayo-junio/2017.

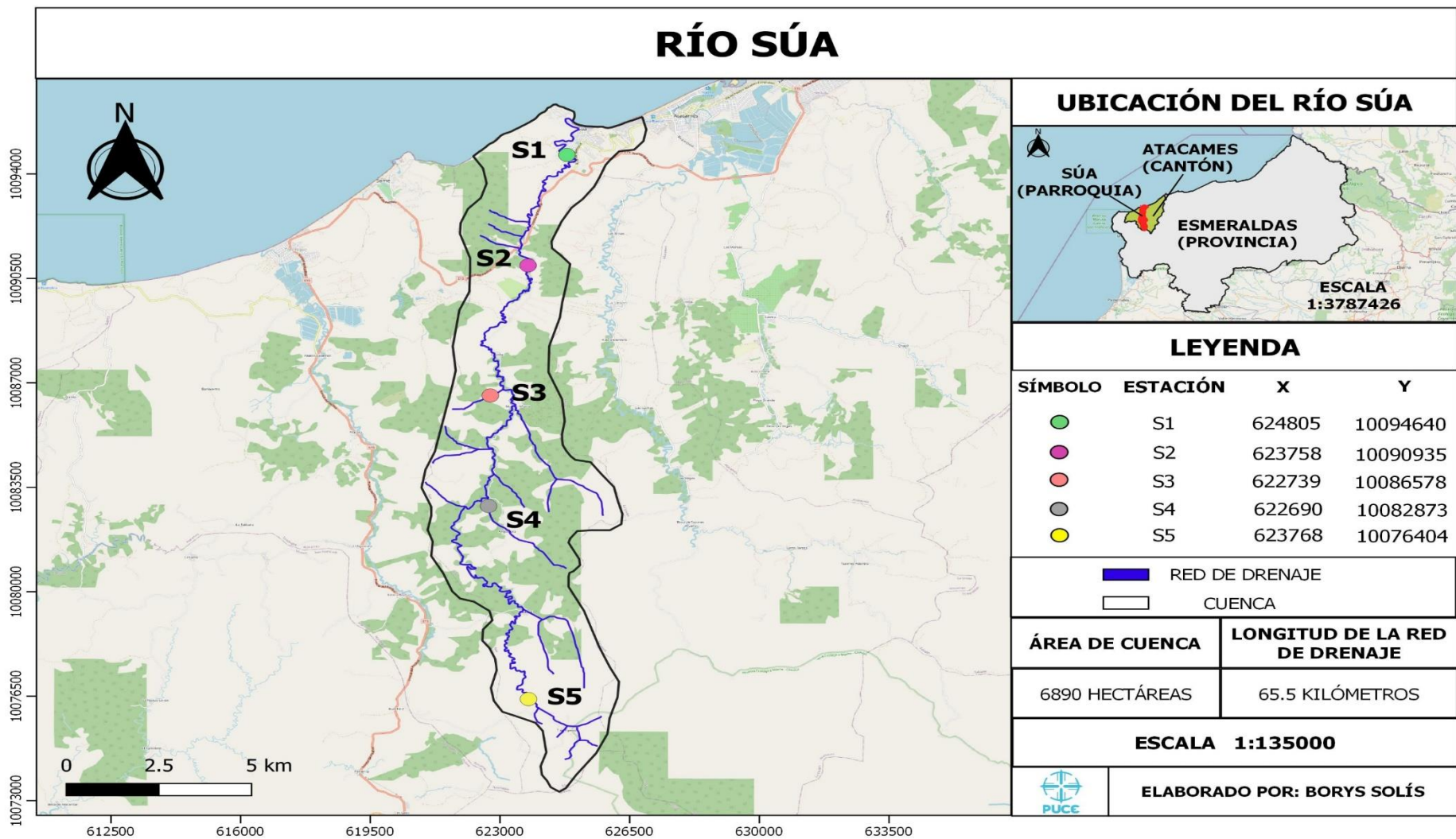


Figura 1 Mapa de Estaciones del Rio Súa

Recolección de datos en campo

Parámetros físico-químico._ En cada uno de los puntos de muestreo, con el uso de un equipo Milwaukee MI 805, se midieron los parámetros de conductividad (μS), sólidos disueltos (mg/l), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y pH; mientras que con un equipo Milwaukee MW 600 el oxígeno disuelto (%), cabe recalcar que los equipos fueron previamente calibrados para evitar medidas incorrectas.

En cada punto y periodo de muestreo se tomó un litro de agua con un frasco plástico oscuro, se procedió a llenarlo con el agua de la superficie, luego se etiquetó con información del lugar y la fecha de colecta; finalmente se colocaron los frascos en un cooler con hielo, para su mejor conservación, hasta ser trasladadas al laboratorio de la EGA PUCESE, para su posterior análisis.

Macroinvertebrados._ Para la recolección de macroinvertebrados, en cada uno de los puntos de muestreo, se usó el método de Barbour (26), el cual consiste en uso de una red de captura, con un ojo de malla de 500 micras, se procede a realizar 6 arrastres en cada hábitat, durante 1 minuto, el contenido de la red se limpia de cualquier objeto o sustrato ajeno a la muestra o de gran tamaño; finalmente se procedió a colocar las muestras en frascos de 1.5 litros, de boca ancha, con sus respectiva etiqueta de lugar y fecha de colecta, luego se añade alcohol (90%) y formol (10%) para ser conservadas y llevadas al laboratorio de la Escuela de Gestión Ambiental.

Análisis de laboratorio

Parámetros físico-químico._ Con cada uno de las muestras de agua colectadas en campo se realizó un análisis para determinar la presencia de: dureza (mg/l), fosfatos (mg/l), nitritos (mg/l), turbidez (FAU) y sólidos en suspensión (ppm), con un equipo Hach DR900.

Macroinvertebrados._ En el laboratorio de la Escuela de Gestión Ambiental se procedió a limpiar cada muestra, colocando su respectivo contenido en bandejas de aluminio de fondo blanco, usando lámparas de luz blanca y pinzas, se extrajeron los

macroinvertebrados y se los colocaron en frascos de 100 ml con alcohol, con la respectiva etiqueta para su conservación.

Para la identificación, a nivel taxonómico de familia, se colocaron los organismos en cajas petri con alcohol, fueron observadas con un microscopio StereoBlue y se determinó su identificación con la ayuda de claves dicotómicas propuestas por Martínez- Sanz en 2013 (22) y de Góngora 2020 (27).

Análisis de datos

Se registró la diversidad a nivel de familia, abundancias y diversidad (Shannon-Weaver y Hill) para cada punto de muestreo y periodo de estudio. Para determinar la calidad de agua del río Súa se determinaron los índices BMWP, ASTP y el IBF.

El índice BMWP (del inglés Biological Monitoring Working Party), originalmente diseñado en Inglaterra (28) como una herramienta de fácil acceso para la evaluación de la calidad del agua, mediante el uso de bioindicadores, específicamente macroinvertebrados. En principio, el uso de este índice requiere solo llegar a nivel taxonómico de familia, para generar una información cualitativa, es decir que permite saber si está o no presente en un lugar; y a partir de lo cual, se le atribuye un valor numérico de acuerdo a su tolerancia, que va de 1 a 10, de tal forma que a los organismos más sensibles, se les atribuye un puntaje más alto; es decir que su presencia indica un mejor estado en la calidad del agua donde habitan. La suma de todos los puntajes, de los atribuidos a cada familia registrada, determinará el nivel de perturbación; de tal manera que cuanto mayor sea el producto menor será su contaminación. Además, se ha asignado a las variables de calidad, que van desde alta a mala, códigos de colores, de azul a rojo respectivamente, para facilitar su interpretación visual (Tabla 1).

Tabla 1 Clasificación de la calidad de acuerdo al índice BMWP

Grupo	Valores	Intervención	Calidad	Color
I	> 100	Mínima	Alta	Azul
II	80 - 99	Leve	Buena	Verde
III	60 - 79	Importante	Media	Amarillo
IV	30 - 59	Grave	Escasa	Anaranjado
V	< 29	Muy grave	Mala	Rojo

Modificado de Álvarez, 2005 (19).

Con el uso de los valores del BMWP, es posible calcular el índice ASTP (del inglés Average Score per Taxon), que viene de dividir el puntaje global obtenido para el número de taxones registrados en un muestreo (29), es decir que permite estimar un promedio, en cuanto a valoración de sensibilidad global de la muestra. Este índice se expresa en valores de 0 a 10, donde los valores más altos indican una mejor calidad del agua (Tabla 2).

Tabla 2 Clasificación de la calidad del agua de acuerdo al índice ASTP.

Clase	Valores	Calidad	Significado	Color
I	> 8 - 10	Alta	Aguas muy limpias	Azul
II	> 6,5 - 8	Buena	Ligeramente contaminadas	Verde
II	> 4,5 - 6,5	Media	Moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	> 3 - 4,5	Escasa	Muy contaminadas	Anaranjado
V	1 -3	Mala	Fuertemente contaminadas	Rojo

Modificado de Roldán, 2003 (29)

Por otro lado, se ha calculado también el índice IBF (Índice Biótico de Familias), como una ponderación entre el valor de tolerancia específico de cada familia, sacado a partir del BMWP, con respecto a su abundancia relativa (30). En este caso, a la inversa que los anteriores, los valores más bajos reflejan los mejores estados de condición de la calidad del agua muestreada (Tabla 3).

Tabla 3 Clasificación de la calidad del agua de acuerdo al índice IBF.

Clase	Valores	Calidad	Color
I	< 3,75	Alta	Azul
II	4,26 - 5,00	Buena	Verde
IV	5,01 - 6,50	Media	Amarillo
VI	6,51 - 7,25	Escasa	Anaranjado
VII	> 7,26	Mala	Rojo

Modificado de Hauer & Lamberti, 1996 (30).

Con el objetivo de ordenar los diferentes puntos de muestreo, se ha realizado un Análisis de Componentes Principales (ACP) con los diferentes parámetros físico-químicos. Se realizaron correlaciones de Spearman entre los parámetros físico-químicos y los diferentes parámetros biológicos para determinar si existe algún tipo de relación entre las

condiciones ambientales y la presencia o ausencia de determinados grupos taxonómicos y/o sus frecuencias.

Con el objetivo de identificar la existencia de un gradiente entre los diferentes puntos de muestreo, se realizó una regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS), que tiene por objeto descubrir y reportar la naturaleza de las relaciones entre variables predictoras con varias variables respuesta, que es una técnica que combina el ACP y el análisis de regresión lineal (31). Para esto se han utilizado los valores estandarizados de los parámetros físico-químicos de cada uno de los puntos de muestreo, como una matriz de variables predictoras y por otro lado, los diferentes índices calculados, como matriz de variables dependientes o de respuesta.

Se realizó en el programa Rstudio anovas no paramétrica de Kruskall Wallis para la determinación de diferencias significativas entre las diferentes zonas de muestreo y los diferentes parámetros físico-químicos.

Finalmente, para entender la relación que pueda existir a lo largo del gradiente, entre los diferentes puntos de muestreo, se realizó un análisis de conglomerados con distancias de Bray Curtis, utilizando las abundancias absolutas estandarizadas como variables de análisis.

CAPITULO III: RESULTADOS

Parámetros Físico-químicos

En la Tabla 4, se presenta un resumen de los resultados para los parámetros, en cada zona del río Súa. La Temperatura, en la zona alta, presentó un valor máximo de 25.80° y mínimo de 22.90°, mientras que en la zona baja un valor máximo de 27.30° y un valor mínimo de 25.20°; por otro lado, la Conductividad en la zona baja tuvo un valor máximo de 1144 μS y mínimo de 478 μS , mientras que en la zona alta se presentó un valor máximo de 595 μS y mínimo de 369 μS .

Los valores de pH en todas las zonas del río oscilaron entre 7.56 y 8.53, mientras que el Oxígeno Disuelto presentó un valor máximo de 8.19 mg/l y mínimo de 6.19 mg/l en la zona alta y en la zona baja de 9.26 mg/l y 5.70 mg/l respectivamente

Tabla 4 Parámetros fisicoquímicos del río Súa

Río	Zona	Valor	pH	Temperatura	CD	Turbidez	OD	Dureza	Fosfatos	Nitratos
				(C°)	(μS)	(FAU)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Súa	Zona alta	Media	7.96	24.18	494.50	4.83	7.17	1.78	0.50	0.13
		Mediana	7.93	24.05	495.00	2.50	7.20	1.59	0.48	0.13
		Mín.	7.66	22.90	369.00	0.00	6.10	0.05	0.26	0.00
		Máx.	8.31	25.80	595.00	20.00	8.19	4.37	0.92	0.29
		D.E.	0.29	1.29	88.04	7.60	0.75	1.74	0.23	0.11
	Zona media	Media	8.15	25.73	651.83	6.62	7.81	2.80	0.76	0.02
		Mediana	8.14	25.70	644.00	5.25	7.60	2.52	0.72	0.00
		Mín.	7.57	24.70	359.00	0.00	5.60	0.05	0.14	0.00
		Máx.	8.56	26.90	1040.00	25.00	9.80	10.47	1.99	0.31
		D.E.	0.25	0.77	164.37	5.40	1.23	2.10	0.34	0.08
	Zona baja	Media	7.94	26.20	844.28	16.69	6.95	3.34	0.83	0.02
		Mediana	7.92	26.30	841.50	4.50	6.75	3.01	0.90	0.02
		Mín.	7.69	25.20	478.00	1.00	5.70	1.03	0.15	0.00
		Máx.	8.47	27.30	1144.00	120.00	9.26	8.38	1.31	0.15
		D.E.	0.19	0.79	215.02	29.46	0.89	2.01	0.35	0.03

Mín = valor mínimo; Máx = Valor máximo; D.E. = Desviación estándar.

Diversidad

Se contabilizaron un total de 18439 macroinvertebrados, divididos en 14 órdenes y 41 familias (Tabla 5), fuera de un grupo que fue denominado como “Otros”, donde se agruparon mayoritariamente pupas de insectos, sin determinación de grupo específico (Anexo 1).

Las familias Baetidae, Leptohiphidae, Leptophlebidae, del orden Ephemeroptera y la familia Hydropsychidae del orden Trichoptera, representan el 66,76% (todos insectos) de todos los macroinvertebrados encontrados en el estudio; le siguen grupos como Elmidae del orden Coleóptera (insectos), Lymnaenidae y Thiaridae (gasterópodos) con un 18,10%. De ellos, Baetidae, Leptohiphidae, Hydropsychidae y Tipulidae son las familias que fueron registrados en absolutamente todos los puntos de muestreo y épocas de estudio (Tabla 5).

Las familias de menos aparición, con tan solo un individuo registrado en todo el estudio, han sido los insectos de las familias Mesovellidae y Velidae (Hemíptera), ver tabla 5.

Tabla 5 Abundancia de las diferentes familias a lo largo del estudio.

FAMILIA	Abu. Abs.	Pres.Esta.	Abun.Rel.(%)	Pres. Rel.
Ampullariidae	334	8	1.811	40.00
Atyidae	189	16	1.025	80.00
Baetidae	2273	20	12.327	100.00
Belostomatidae	2	1	0.011	5.00
Caenidae	34	4	0.184	20.00
Ceratopogonidae	4	1	0.022	5.00
Chironomidae	552	19	2.994	95.00
Coenagrionidae	132	14	0.716	70.00
Corbiculidae	110	8	0.597	40.00
Corydalidae	148	19	0.803	95.00
Elmidae	981	19	5.320	95.00
Gerridae	8	1	0.043	5.00
Glossosomatidae	8	5	0.043	25.00
Gomphidae	32	7	0.174	35.00
Hirudinea	11	1	0.060	5.00
Hydrobiidae	27	2	0.146	10.00
Hydrobiosidae	2	1	0.011	5.00

Hydropsychidae	3031	20	16.438	100.00
Leptoceridae	4	2	0.022	10.00
Leptohiphidae	2173	20	11.785	100.00
Leptophlebiidae	4833	20	26.211	100.00
Libellulidae	456	17	2.473	85.00
Lymnaeidae	1269	4	6.882	20.00
Mesoveliidae	1	1	0.005	5.00
Naucoridae	12	2	0.065	10.00
Oligochaeta	12	1	0.065	5.00
Palaemonidae	8	1	0.043	5.00
Perlidae	2	1	0.011	5.00
Philopotamidae	299	18	1.622	90.00
Planorbidae	2	2	0.011	10.00
Polycentropodidae	32	1	0.174	5.00
Psephenidae	106	7	0.575	35.00
Pseudothelphusidae	2	1	0.011	5.00
Pyralidae (Crambidae)	4	3	0.022	15.00
Simuliidae	6	2	0.033	10.00
Sphaeriidae	6	1	0.033	5.00
Stratiomyidae	16	5	0.087	25.00
Thiaridae	1085	15	5.884	75.00
Tipulidae	228	20	1.237	100.00
Trichodactylidae	4	3	0.022	15.00
Veliidae	1	1	0.005	5.00
TOTAL	18439	314	100	-

Abu.Abs. = Abundancia absoluta; Pres.Esta. = Presencia en alguna de las 30 estaciones muestreadas; Abun.Rel. = Abundancia relativa; Pres. Rel. = Presencia relativa en algunas de las 30 estaciones muestreadas.

En la tabla 6, en cuanto a los índices de Shannon y Hill encontramos que en la zona baja del río punto S1 se evidenciaron el valor de 1.73 del índice de Shannon y 5.85 de Hill, en la zona media S3 se evidencio un valor de 2.04 de Shannon y 7.88 de Hill mientras que en la zona alta S5 se denoto el valor de 2.00 de Shannon y 7.59 de Hill.

Tabla 6 Resumen de índices de calidad del agua

Punto	Resumen	Abundancia	Shannon (H')	Hill (N1)
S1	Media	772,00	1,73	5,85
	D.E.	374,05	0,32	1,64
	Mín	403,00	1,29	3,62
	Máx	1260,00	1,99	7,29
S2	Media	1874,50	1,76	5,85

	D.E.	2868,79	0,10	0,62
	Mín	277,00	1,66	5,28
	Máx	6166,00	1,89	6,61
S3	Media	508,25	2,04	7,88
	D.E.	254,19	0,29	2,10
	Mín	140,00	1,65	5,23
	Máx	722,00	2,32	10,18
S4	Media	696,50	1,91	6,90
	D.E.	526,52	0,27	1,70
	Mín	181,00	1,53	4,62
	Máx	1432,00	2,17	8,73
S5	Media	758,50	2,00	7,59
	D.E.	352,51	0,25	1,75
	Mín	444,00	1,64	5,17
	Máx	1225,00	2,20	9,03

Mín = valor mínimo; Máx = Valor máximo; D.E. = Desviación estándar.

Índices de calidad de agua

En la Tabla 7, se observa que el punto S1, localizado en la zona baja presentó valores de 5.19 en el ASPT (zona moderadamente contaminado) y un BMWP de 84.25 (con intervención leve) y un IBF de 5.69 (Calidad media); para la zona media encontramos el punto S3 que arrojo valores de 5.33 en el ASPT (zona moderadamente contaminado), un BMWP de 77.50 (con intervención importante) y un IBF de 5.21 (Calidad media); finalmente en la zona alta, en el punto S5, tuvo valores de 5.65 en el ASPT (zona moderadamente contaminado), un BMWP de 90.25 (con intervención leve) y un IBF de 4.90 (Calidad buena), siendo la zona que presenta el mejor estado de condición. (Ver Anexo 1).

Tabla 7 Resumen de índices de calidad del agua

Punto	Resumen	Abundancia	Familias	BMWP	ASPT	IBF
S1	Media	772,00	16,25	84,25	5,19	5,69
	D.E.	374,05	0,96	4,35	0,10	0,28
	Mín	403,00	15,00	78,00	5,06	5,53
	Máx	1260,00	17,00	88,00	5,31	6,10
S2	Media	1874,50	16,75	88,50	5,28	5,05
	D.E.	2868,79	2,87	16,18	0,25	0,29
	Mín	277,00	15,00	75,00	5,00	4,80
	Máx	6166,00	21,00	112,00	5,60	5,47

S3	Media	508,25	14,50	77,50	5,33	5,21
	D.E.	254,19	2,08	14,01	0,24	0,31
	Mín	140,00	12,00	62,00	5,13	4,82
	Máx	722,00	17,00	96,00	5,65	5,51
S4	Media	696,50	15,00	80,75	5,41	4,89
	D.E.	526,52	2,94	12,71	0,23	0,17
	Mín	181,00	12,00	66,00	5,11	4,74
	Máx	1432,00	19,00	97,00	5,64	5,04
S5	Media	758,50	16,00	90,25	5,65	4,90
	D.E.	352,51	1,63	7,63	0,17	0,30
	Mín	444,00	14,00	81,00	5,50	4,58
	Máx	1225,00	18,00	99,00	5,81	5,19

Mín = valor mínimo; Máx = Valor máximo; D.E. = Desviación estándar.

En el índice BMWP se notó que los puntos de muestreo seleccionados del río Súa presentan una calidad de agua entre “Media” a “Buena”, a lo largo de todo el año, (ver Tablas 8 y Anexo 1).

Tabla 8 Índice BMWP de los puntos de muestreo del Rio Súa.

Época	Índice	S1			S2			S3			S4			S5		
		Valor	Calidad	Color	Valor	Calidad	Color	Valor	Calidad	Color	Valor	Calidad	Color	Valor	Calidad	Color
BMWP	Verano	81,5	Buena		93,5	Buena		79,0	Media		73,5	Media		87,0	Buena	
	Invierno	87,0	Buena		83,5	Buena		76,0	Media		88,0	Buena		93,5	Buena	
	Global	84,25	Buena		88,5	Buena		77,5	Media		80,75	Buena		90,25	Buena	
ASPT	Verano	5,12	Media		5,39	Media		5,25	Media		5,37	Media		5,50	Media	
	Invierno	5,26	Media		5,17	Media		5,41	Media		5,45	Media		5,80	Media	
	Global	5,19	Media		5,28	Media		5,33	Media		5,41	Media		5,65	Media	
IBF	Verano	5,81	Media		5,24	Media		5,31	Media		4,88	Buena		4,65	Buena	
	Invierno	5,56	Media		4,87	Buena		5,10	Media		4,89	Buena		5,15	Media	
	Global	5,69	Media		5,05	Media		5,21	Media		4,89	Buena		4,90	Buena	

Ordenamiento de los diferentes puntos de muestreo

Los componentes 1 y 2, mostraron un 79% de la varianza explicada. El CP1 acumuló una variabilidad del 53%, donde se encontro que los puntos S1 y S2 estan caracterizados por los valores mas altos de Conductividad (0.45), Temperatura (0.42), Turbidez (0.42), Dureza (0.43) y Fosfatos (0.43); mientras que los puntos S3, S4 y S5 se caracterizaron por presentar valores mas bajos de Ph (-0.04), Oxigeno Disuelto (-0.14) y Nitritos (-0.22), ver Figura 2 y Tabla 9.

En cuanto al CP2 se encontró una variabilidad del 26%, de igual manera se observó que los puntos S3 Y S4 se caracterizaron por presentar mayor tendencia hacia arriba con valores más altos de Oxígeno Disuelto (0.63) y Ph (0.56), mientras que el punto S5 presentó valores que tienden hacia abajo y donde encontramos valores altos de Nitritos (-0.4), ver Figura 2 y Tabla 9.

Tabla 9 Variables que más aportan a cada componente.

Autovectores		
Variables	CP1	CP2
pH	-0,04	0,56
Conductividad	0,45	-0,11
Temperatura	0,42	0,07
Turbidez	0,42	0,07
OD(mg/l)	-0,14	0,63
Dureza	0,43	-0,20
Nitrito	-0,22	-0,41
Fosfato	0,43	0,24

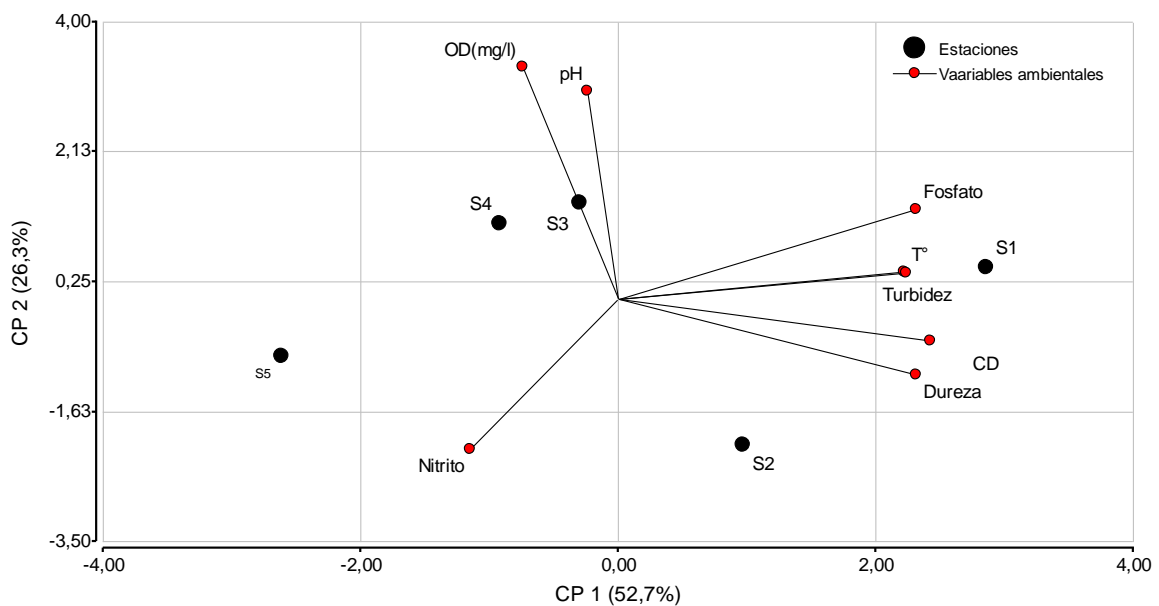


Figura 2 Análisis de Componentes Principales

Correlación entre variables significativas y sectores

PH-Puntos

Se realizó una anova no paramétrica de Kruskal Wallis para determinar la correlación entre el ph y los puntos donde se denoto un p-valor = 0.009519 lo que indico que existen diferencias significativas entre el punto S1 y el punto S5, ver tabla 10 y figura 4.

Tabla 10 Valores de pH en los distintos puntos.

	Puntos				
Variable	S1	S2	S3	S4	S5
ph	8.011.667	7.913.333	7.908.333	8.065.000	8.353.333

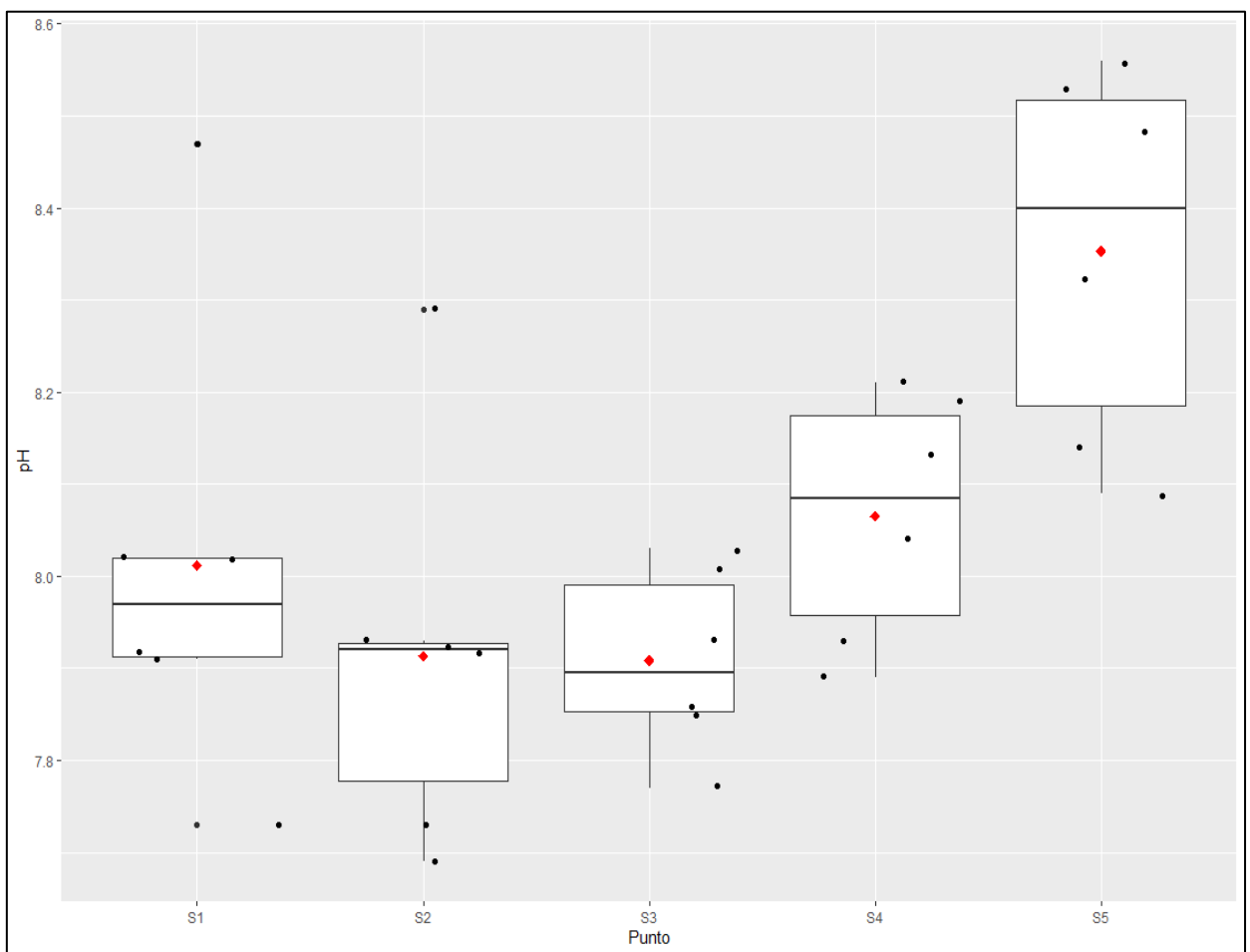


Figura 3 Gráfica de correlación entre pH-Puntos.

Temperatura-Puntos

En la correlación entre la temperatura y los puntos no se evidencio diferencias significativas, sin embargo para la correlación entre temperatura y campaña se realizó una anova no paramétrica de Kruskall Wallis donde se denoto un $W = 0.91888$, $p\text{-value} = 0.02509$ que indico que el punto C1 difiere de C6, ver tabla 11 y figura 5

Tabla 11 Valores de Temperatura en los distintos puntos.

	PUNTOS				
Variable	S1	S2	S3	S4	S5
Temperatura	26,21	26,21	26,21	27,75	27,75

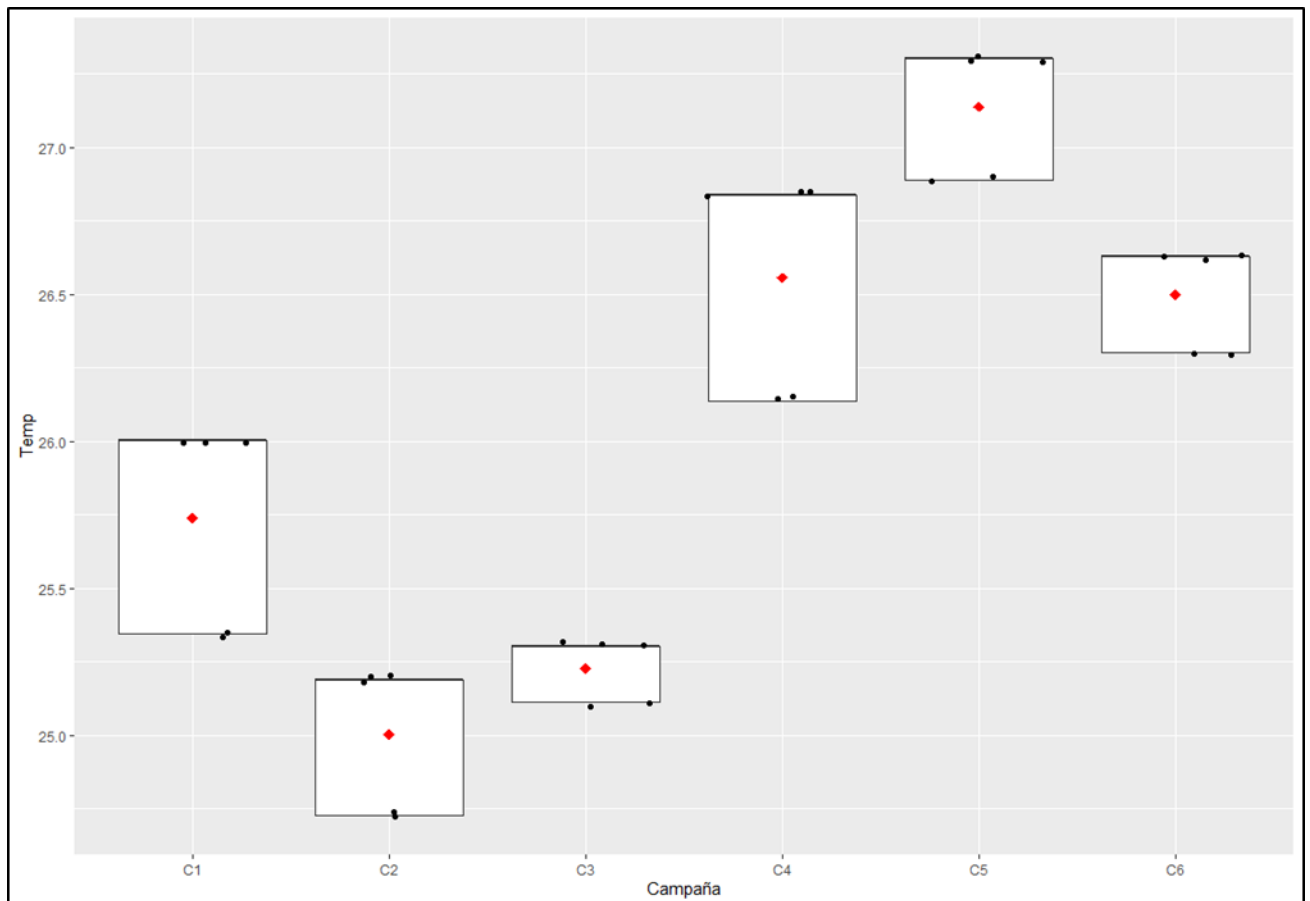


Figura 4 Gráfica de correlación entre Temperatura-Campañas.

Oxígeno Disuelto-Puntos

Para el oxígeno disuelto la anova no paramétrica de Kruskal Wallis evidencio p-value = 0.006196 donde los valores del punto S5 difiere de los demás puntos, ver tabla 12 figura 5.

Tabla 12 Valores de Oxígeno Disuelto en los distintos puntos.

Variable	PUNTOS				
	S1	S2	S3	S4	S5
Oxígeno Disuelto	7,2267	6,8774	6,733	7,461	7,8609

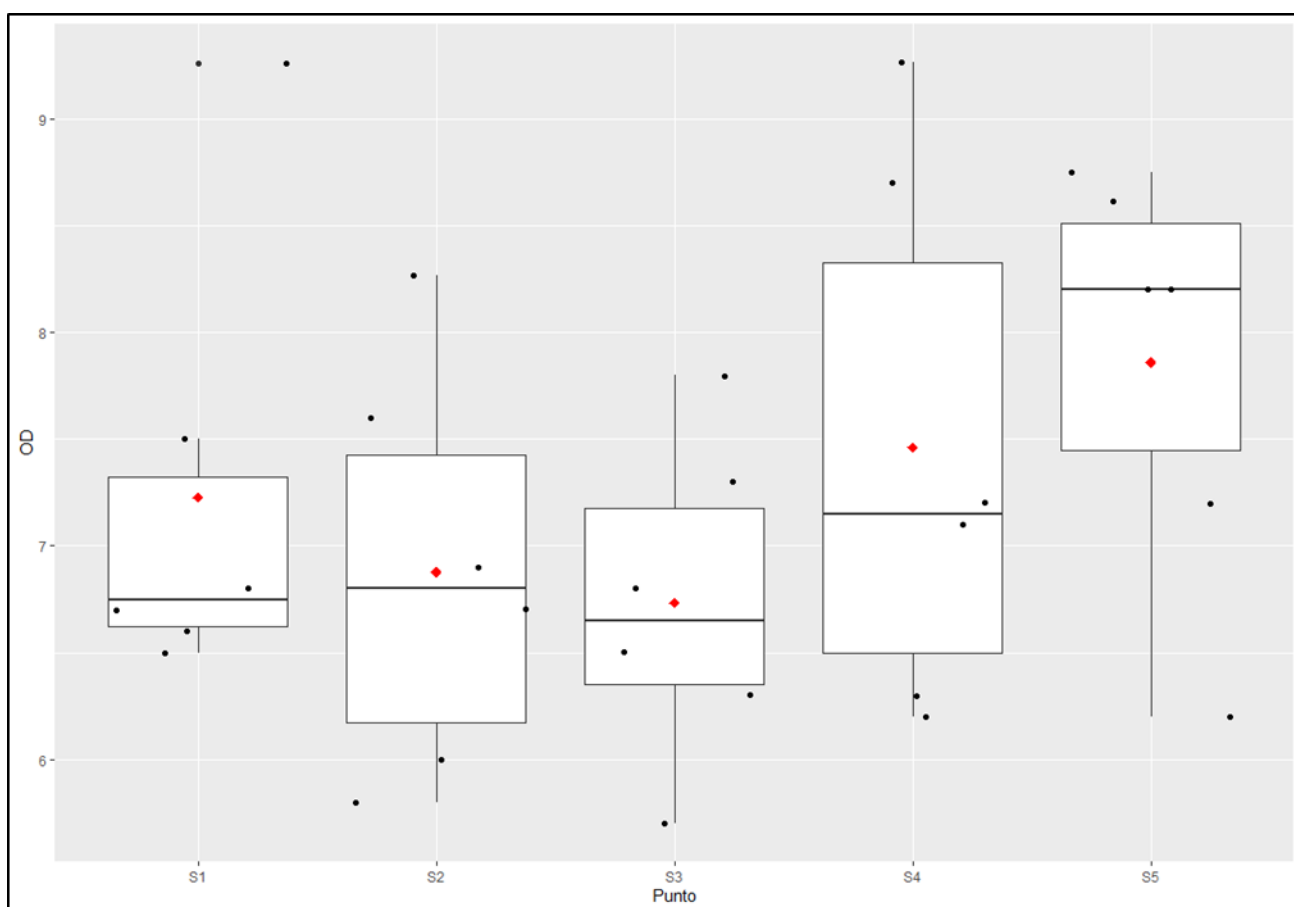


Figura 5 Gráfica de correlación entre el OD-Puntos.

La altitud y las diferencias geomorfológicas que puedan estar relacionadas con la pendiente, resultan ser las de mayor correlación con algunos parámetros ambientales, conductividad, temperatura y fosfatos que se incrementan según se desciende en altitud; mientras que con los índices de sensibilidad, la correlación existe entre el ASTP y el IBF,

de manera inversa, es decir aumenta su valor de ASTP según aumenta la altitud y al mismo tiempo disminuye su valor de IBF, lo que significa que mientras más se asciende en la cuenca, mejor es su estado de calidad del agua (Anexo 2).

Por otro lado, la correlación más importante entre parámetros ambientales y de calidad del agua se presenta con la temperatura y se manifiesta con el ASTP, con una relación negativa; es decir que donde aumenta la temperatura, en las zonas más bajas del río, también tiene los valores más bajos del índice ASTP, ósea con la menor calidad del agua (anexo 2).

Análisis del gradiente entre puntos de muestreo

En cuanto al análisis de la relación entre los parámetros ambientales y los índices de diversidad, permitió ver claramente el gradiente altitudinal, a través del factor 1, donde el punto S5 al presentar la mayor altitud (135 msnm), existe menores valores de Temperatura (24.18°), de Conductividad (494.50 μ S), Turbidez (4.82 FAU); pero mayor cantidad de Nitratos (0.13 mg/l) lo cual generó un índice de ASPT mayor 5.52 de igual manera un índice de Shannon 2.10 y un BMWP ligeramente mayor a los demás puntos.

En la zona media, con una altitud de 49 msnm, el punto S3 que presentó valores medios de Oxígeno Disuelto (7.81 mg/l), Turbidez (6.62 FAU), Ph (8.15), Dureza (2.80 mg/l) y ligeramente de Nitratos (0.02 mg/l), a la par que se observó valores medios de los índices de ASPT 5.23 y Shannon 1.89 así como un valor de 82 de BMWP

El punto S1, localizado en la zona baja, que tiene la menor altitud de (16 msnm) y valores mayores de Temperatura (26.20°), Conductividad (844 μ S), Fósforo (0.83 mg/l) y Turbidez (16.69 FAU), valores menores de Nitritos (0.02 mg/l); lo cual generó un índice mayor de IBF de 5.83 y un BMWP de 88.0, ver Figura 3.

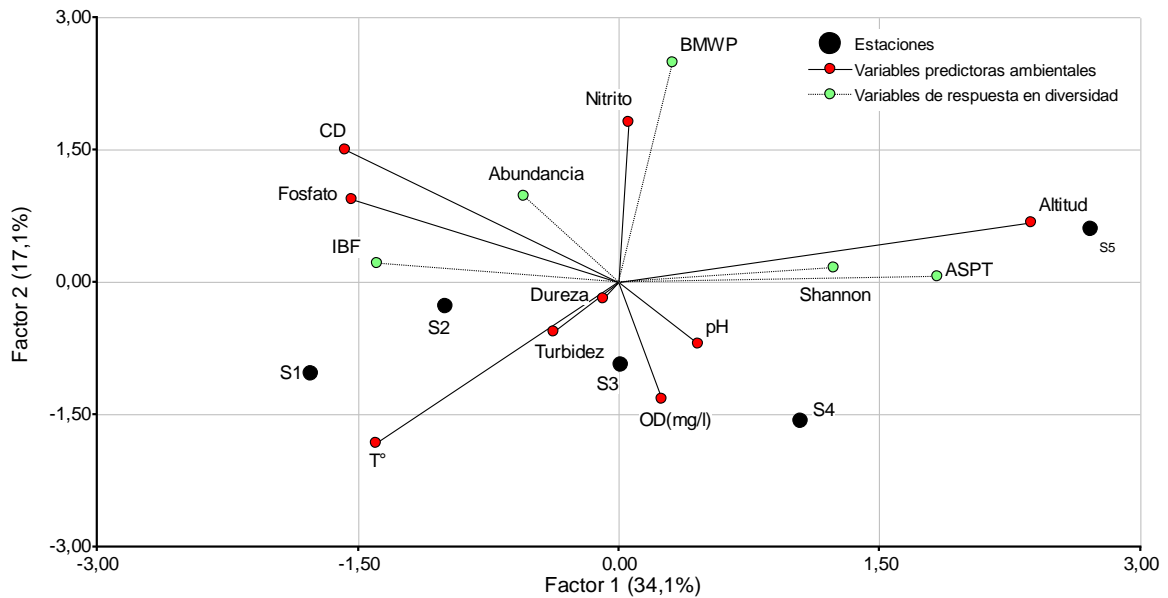


Figura 6 Análisis de Cuadrados Parciales

Agrupamiento entre los diferentes puntos de muestreo

El análisis de conglomerados evidencio claramente el gradiente altitudinal definido en tres grupos: el grupo 1 en donde se encuentra el punto S5 que está ubicado en la zona alta del río, el grupo 2 donde tenemos los puntos S2, S3 y S4 localizados en la zona media y finalmente el grupo 3, donde se encontró al punto S1, localizado en la zona baja del río. Es importante mencionar que se obtuvo una correlación cofenética de 0.917, es decir buen ajuste de agrupamiento, ver Figura 4.

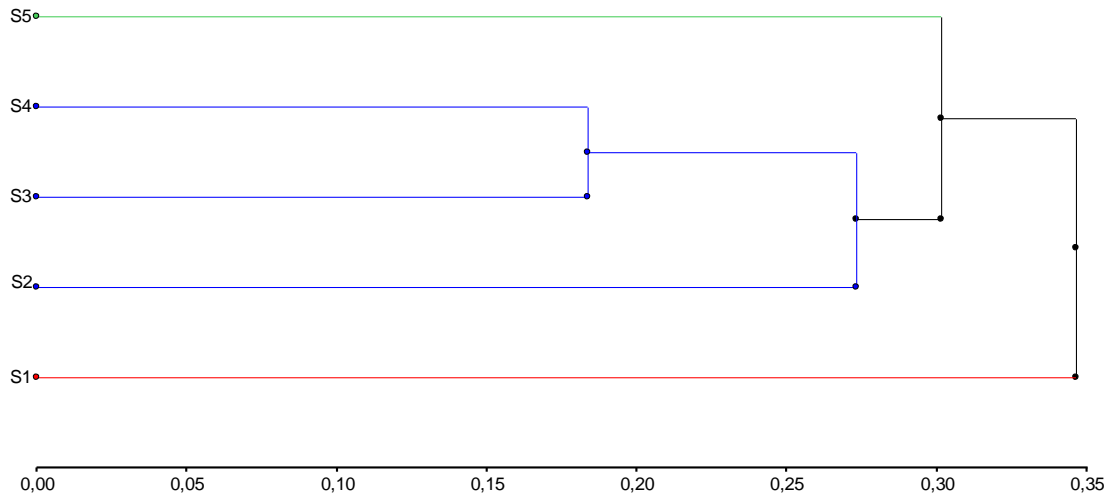


Figura 7 Dendrograma obtenido del Análisis de Conglomerados.

CAPITULO IV: DISCUSION

En el presente estudio en cuanto a los parámetros físico-químicos, en la tabla 4 se evidenció que la conductividad presentó los valores más altos en la zona baja del río (S1) y los valores más bajos en la zona alta del río (S5) concordando con el estudio de Roldan y Ramírez (32), en donde denotan que los valores de conductividad incrementan mientras se desciende en el río, esto debido a las afectaciones que se van presentando en la zona baja del río donde la interacción tanto directa como indirectamente por factores antrópicos, erosión, desgaste de sedimentos es constante y por ende se presentan valores altos de estos parámetros. En cuanto a la temperatura en el estudio de Meza, Rubio y Jeymmy (33), denotaron que este es un factor determinante y su investigación presentó los valores más bajos de temperatura en la estación 1, ubicada en la zona alta de la cuenca hidrográfica y donde se encontró también mayor abundancia de macroinvertebrados, afirmando lo encontrado en nuestro estudio, donde se evidencia que en el punto S5, perteneciente a la zona alta del río Súa la temperatura posee los valores más bajos.

En la tabla 5, en cuanto a los principales órdenes de macroinvertebrados encontrados tenemos que datos del estudio de Segnini (4), denoto que los órdenes Ephemeroptera, Trichoptera y Díptera fueron los más abundantes y se encontraron en todos los puntos de muestreo con una abundancia total (insectos) con el 66,66 %, de igual manera que en el presente estudio donde dichos órdenes se encontraron en absolutamente todos los puntos de muestreo y en donde abarcaron un 66,76% de abundancia total; también Acosta (34), en su estudio corrobora que dentro del orden Ephemeroptera, las familias Baetidae, Leptophlebiidae y Leptohyphidae se localizaron en todas las estaciones de muestreo tanto en verano como en invierno; otro estudio de Guijarro (35), evidencio también que los macroinvertebrados pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera y Díptera fueron los más abundantes y presentes en todas las zonas de muestreo. Cabe resaltar que según Flowers y De La Rosa (36), estas familias se encuentran en la mayoría de zonas debido a que tienen una capacidad alta de adaptabilidad a las distintas condiciones ambientales que presente el río.

En la tabla 6, donde se encuentran los valores del índice de Shannon (H') para las 5 estaciones de muestreo, se encuentran en un rango de 1.5 a 2 denotando que la calidad del agua se encuentra con perturbación intermedia; según García (37), que en su estudio

evidencio valores del índice de Shannon (H') que oscilaron entre 1 y 2,5 concluyó de igual manera que el río presentaba una calidad de agua moderadamente poluida.

En cuanto al índice BMWP-Col se denotó que nuestro río presentó una calidad de agua entre “Media” y “Buena”, entre las 5 zonas de muestreo y un ASTP que determinó que las zonas presentaron valores que señalan la calidad de agua como moderadamente contaminada, lo que también corrobora Mora (24), en el río Sálima, el cual es un río cercano y de semejantes características al río de nuestra investigación, donde manifestó que la calidad de agua del río en la zona alta y media es “Muy Buena” y la zona baja “Buena” y un ASTP calculado a partir del BMWP-Col con el rango de calidad entre “Dudosa” y “Aceptable”, considerando la calidad de agua del río también con una perturbación intermedia.

La figura 3, en cuanto al análisis de la relación entre los parámetros ambientales y los índices de diversidad, permitió ver claramente la influencia del gradiente altitudinal, a través del factor 1, donde el punto S5, al presentar la mayor altitud, presenta menores valores de temperatura, conductividad, turbidez; pero mayor cantidad de nitratos y oxígeno disuelto lo cual generó un índice de ASPT mayor, de igual manera un índice de Shannon y un BMWP mayor a los demás puntos. Según Ramírez (38), estos parámetros fisicoquímicos nombrados anteriormente están relacionados con los índices y tienen la mayor incidencia en la diversidad, presencia y distribución de macroinvertebrados en los ríos.

El punto S1, localizado en la zona baja del río presentó valores mayores de temperatura, conductividad, fosfato y turbidez, de la misma manera presenta valores menores de nitritos y oxígeno disuelto; lo cual generó un índice mayor de IBF y un BMWP menor lo cual también se evidencio en los valores más bajos del índice ASTP. Roldan (16) y Ramírez (38), mencionan que el aumento de los valores de estos parámetros en cuanto se descende en una cuenca se dan principalmente por actividades agrícolas e industriales de origen antrópico que contaminan el afluente, lo que concuerda con nuestro estudio ya que en la zona baja del río se encuentran asentamientos humanos donde se realizan descargas de aguas servidas directamente al río, también la disposición final de muchos productos como: plásticos, latas, envases de agroquímicos, así como la hidratación del ganado vacuno y caballar GAD Súa (39).

En la figura 4 se evidenció, con el análisis de conglomerados, una similaridad del 35% y denotó claramente 3 grupos claramente: en el grupo 1 encontramos el punto S1 perteneciendo a la zona baja del río, el grupo 2 con los puntos S2, S3 y S4 pertenecientes a la zona media del río y el grupo 3 con el punto S5 localizado en la zona alta del río. Saltos (40) expone en su estudio que de los 7 sitios que analizó, diferenció 3 grupos con una similitud del 48%, el primer grupo en la zona baja con el sitio Guantupi (GU), el segundo grupo en la zona media con los sitios Toachi Chico (TC), La Victoria Intervenido (LVI) y el Congo Intervenido (ECI) y finalmente el grupo 3 con los sitios La Victoria (LV), el Congo (EC) y La Damita Plantaciones (LDP) ríos ubicados en la zona alta del área de estudio; por el contrario Murillo (41), en su estudio mediante el análisis de conglomerados denotó similitud entre 2 sitios de los 3 del estudio, la vereda de Sevilla y Cundinamarca (sitios 2 y 3), sin embargo no hubo diferencias significativas en cuanto a riqueza y abundancia de macroinvertebrados en todos los sitios; según Giraldo (42), explica que las zonas de una cuenca con presencia de ganadería y agricultura suelen presentar diferencias significativas a los otros puntos de la cuenca que no estén alteradas por dichas actividades, lo que corrobora con nuestro estudio en la zona baja (S1) donde existe la presencia de actividades agrícolas y ganaderas que afectan de manera directa la presencia y abundancia de macroinvertebrados diferenciándolo del punto (S5). Finalizando, es claro que la presencia de estos bioindicadores permiten definir la calidad de agua de un río, más aun conociendo las actividades de origen antrópico que puedan estar relacionadas al efluente.

CAPITULO V: CONCLUSIONES

- Se obtuvieron un total de 18439 macroinvertebrados, divididos en 14 órdenes y 41 familias, en donde las familias Baetidae y Leptohipidae del orden Ephemeroptera, la familia Hydropsychidae del Orden Trichoptera y la familia Tipulidae del Orden Díptera fueron registrados en todos los puntos de muestreo, en contraste de la familia Mesovelidae del Orden Hemíptera que solo se encontró en 1 punto.
- El índice BMWP-Col determinó que la calidad del agua se encuentra entre Media y Buena, en todos los puntos de muestreo del río Súa.
- La correlación existente entre los índices ASTP y el IBF, de manera inversa con la altitud significa que mientras más se asciende en la cuenca, mejor es el estado de calidad del agua.
- La temperatura influye con el índice ASTP, con una relación negativa; es decir que donde aumenta la temperatura, también presenta los valores más bajos del índice ASTP.

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

- Fomentar la realización de estudios de calidad de agua en ríos aledaños a nuestra ciudad utilizando macroinvertebrados como una herramienta más accesible en cuanto a análisis rápido, grado de sensibilidad y ámbito económico para obtener información actual sobre como es el estado de calidad de las diferentes cuencas.
- Actualizar las guías y claves de identificación de macroinvertebrados para tener un rango de información y metodologías más amplio que permita reconocer con mucha precisión los organismos investigados.
- Promover la implementación de equipos actualizados para la manipulación e identificación de macroinvertebrados en el laboratorio de la Escuela de Recursos Naturales Renovables.
- Contribuir con información actualizada sobre posibles daños a futuro si no existe control y cuidado de los ecosistemas fluviales aledaños a nuestra población.

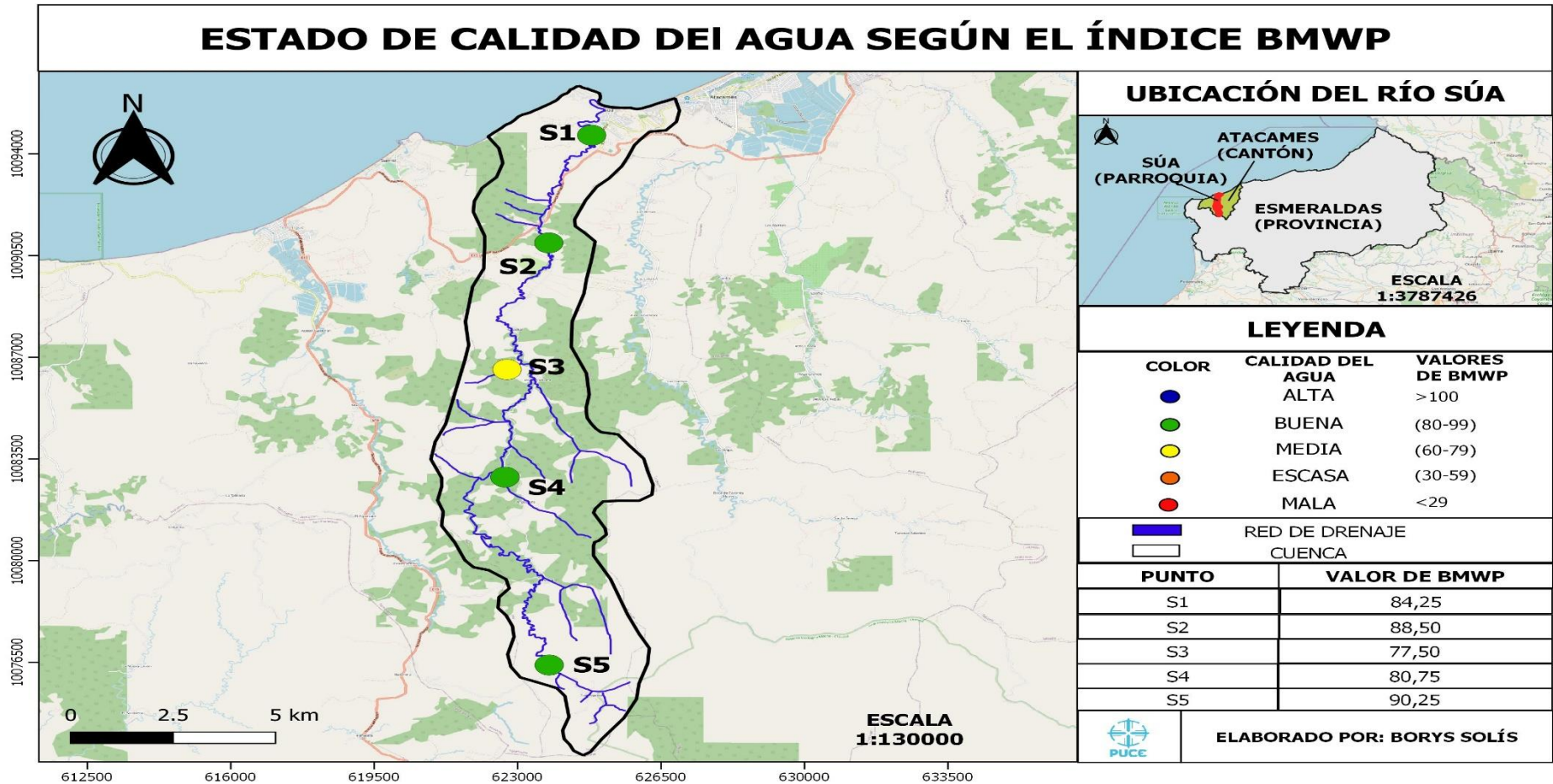
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

1. Encalada A. Funciones ecosistémicas y diversidad ed los ríos. Reflexiones sobre el concepto caudal ecológico y su Apl en el ecuador [Internet]. 2010;40–7. Available from: <http://revistas.usfq.edu.ec/index.php/polemika/article/view/370/489>
2. Roa LA, Pescador Vargas B. La salud del ser humano y su armonía con el ambiente. *Rev Med.* 2016;24(1):111–22.
3. Pérez Munguía R, Pineda López R, Martina MN. Integridad biótica de ambientes acuáticos. *Perspect sobre Conserv ecosistemas acuáticos en México.* 2007;71–111.
4. Segnini S. El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. 2005;(January).
5. Krantzberg G, Tanik A. Book Recommendation: *Advances in Water Quality Control.* *J Water Resour Prot.* 2010;02(12):995–6.
6. RODRÍGUEZ BAY. “CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO POLLO - DISTRITO DE OTUZCO, EMPLEANDO MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES.” *Ucv.* 2014;0–116.
7. Figueroa R, Valdovinos C, Araya E, Parra O. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Rev Chil Hist Nat.* 2003;76(2):275–85.
8. Sanchez Hernandez I. Composición de la Comunidad de Macroinvertebrados a lo largo de una Gradiente Longitudinal, Cabecera – Tramo Medio, en el Río Atacames (Esmeraldas, Ecuador). 2015;151:10–7.
9. Ministerio del Ambiente Ecuador. Acuerdo Ministerial 028. Registro oficial de la Administración del sr. Ec. Rafael Correa Delgado, Presidente Constitucional de la República. Edición Especial N° 270. 2015;
10. V JCG, V FB. Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. 2006;(Appendix 1):17–32.
11. Domínguez E, Fernández HR, Lillo FM. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos.
12. Paul Hanson, Monika Springer & AR. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. 2010;
13. Pimenta SM, Peña AP, Gomes PS. Aplicação de métodos físicos, químicos e biológicos na avaliação da qualidade das águas em áreas de aproveitamento hidroelétrico da bacia do rio São Tomás, município de Rio Verde - Goiás. *Soc Nat.* 2009;21(3):393–412.
14. Anze R, Franken M, Zaballa M, Pinto MR, Zeballos G, Cuadros MDLÁ, et al. Bioindicadores en la detección de la contaminación atmosférica en Bolivia. *Rev Virtual REDESMA.* 2007;53–74.
15. Ríos-Tobón S, Agudelo-Cadavid RM, Gutiérrez-Builes LA. Revisión de tema Patógenos e Indicadores Microbiológicos de calidad del agua para beber Pathogens

- and Microbiological Indicators of drinking water quality. *Rev Fac Nac Salud Pública*. 2017;35(2).
16. Roldán-Pérez G. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev la Acad Colomb Ciencias Exactas, Físicas y Nat*. 2016;40(155):254.
 17. Ríos-Touma B, Acosta R, Prat N. The Andean biotic index (ABI): Revised tolerance to pollution values for macroinvertebrate families and index performance evaluation. *Rev Biol Trop*. 2014;62(April):249–73.
 18. Arango MC, Álvarez LF, Arango GA, Torres OE, Monsalve A de J. Calidad Del Agua De Las Quebradas La Cristalina Y La Risaralda . 2008;121–41.
 19. Álvarez L. Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuático como indicadores de la calidad del agua. *Inst Investig Recur biológicos Alexander von Humboldt* [Internet]. 2005;(05):223. Available from: <http://hdl.handle.net/20.500.11761/31357>
 20. Jost L, Gonz A, Benem O. Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. 2012;(January 2012).
 21. Terneus, Esteban;Hermández, Karina;Recine MJ. Evaluación Ecológica del Río Lliquino a Través de Macroinvertebrados Acuáticos. *Rev Ciencias, Univ del Val* [Internet]. 2012;31–45. Available from: <http://praxisfilosofica.univalle.edu.co/index.php/rciencias/article/view/2043/1965>
 22. Martínez-Sanz C, Puente-García SM, Rebolledo ER, Jiménez-Prado P. Macroinvertebrate richness importance in coastal tropical streams of esmeraldas (Ecuador) and its use and implications in environmental management procedures. *Int J Ecol*. 2014;2014.
 23. Clevel KA. Contribución Al Conocimiento De Los Macro Invertebrados Bentónicos De Los Ríos De Esmeraldas. 2019. 1–71 p.
 24. RODRÍGUEZ JMM. Uso De Macroinvertebrados Como Método De Evaluación De La Calidad De Agua Del Río Sálima (Atacames – Ecuador). 2018;
 25. Súa GP de. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Sua. 2015;
 26. Barbour Jeroen Gerritsen Blaine D Snyder James B Stribling MT. Water: Bioassessment Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish -Second Edition Rapid Bioassessment Protocols For Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinve. EPA 841-B-99-002 US Enviromental Prot Agency; Off water, Washington, DC [Internet]. 2013;1989:1–340. Available from: <http://water.epa.gov/scitech/monitoring/rsl/bioassessment/index.cfm>
 27. Gongora-Quiñonez J. ACTUALIZACIÓN DE LA GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS. 2020.
 28. Armitage PD, Moss D, Wright JF, Furse MT. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res*. 1983;17(3):333–47.

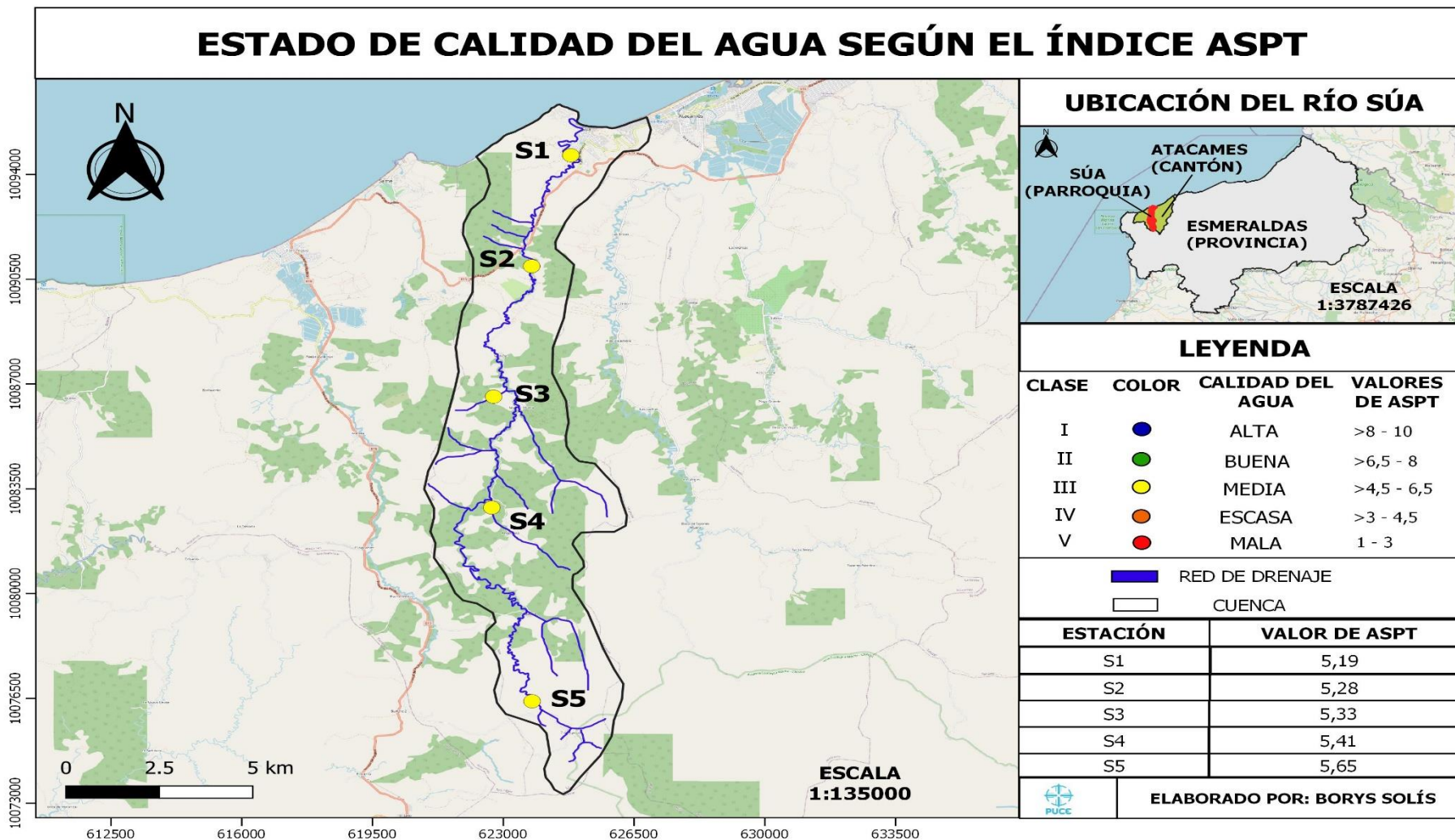
29. Roldán-Pérez G. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Medellín. 2003.
30. Hauer, F ; G L. Methods in Stream Ecology. Methods in Stream Ecology. 2007. 169–185 p.
31. Balzarini M, Bruno C, Córdoba M, Teich I. Herramientas en el Análisis Estadístico Multivariado. 2015;(December):200.
32. Pérez GR, Restrepo JR. Fundamentos de limnología neotropical. 2008.
33. Meza-S AM, Rubio-M J, G-Dias L, M-Walteros J. Water quality and composition of aquatic macroinvertebrates in the subwatershed of river chinchiná. Caldasia. 2012;34(2):443–56.
34. Prat N, Ríos B, Acosta R, Rieradevall M. Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua. J Chem Inf Model. 2009;53(April 2016):160.
35. GUIJARRO VITERI M. CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO TEAONE UTILIZANDO MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO BIOINDICADORES. CNR-ISTI Tech Rep [Internet]. 2015; Available from: https://www.metis2020.com/wp-content/uploads/METIS_D1.4_v3.pdf<https://www.metis2020.com/documents/deliverables/index.html><https://www.metis2020.com/metis-deliverables-d1-4-d2-4-d3-3-d4-3-d6-5-and-d7-3-were-completed-in-february-2015/index.html>
36. Rosa RWF& CD la. Ephemeroptera. Greenl Entomofauna. 2010;83–4.
37. Garcia, Rios RF. Diversidad de Macroinvertebrados bentonicos en la cuenca alta del Rio Chillón (Lima, Peru) y su uso como indicadores biológicos. 2016;134.
38. Ramírez A, Gutiérrez-Fonseca PE. Studies on Latin American freshwater macroinvertebrates: Recent advances and future directions. Rev Biol Trop. 2014;62(April):9–20.
39. SUA G. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Sua. :1–96.
40. Saltos Navia JE. Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en cinco ríos del canton Valencia (Los Ríos-Ecuador) y el uso de índices biológicos para estimar la calidad de agua. 2017;11(1):92–105.
41. Murillo-Montoya SA, Mendoza-Mora A, Restrepo-Bastidas ES, Rodríguez MÁ. Utilización de macroinvertebrados acuáticos como herramienta para determinar la calidad del agua en la quebrada Santo Tomás, municipio de Pensilvania, Colombia. Rev la Acad Colomb Ciencias Exactas, Físicas y Nat. 2018;42(164):212.
42. Giraldo LP, Chará J, Zuñiga MDC, Chará-Sema AM, Pedraza G. Impacto del uso del suelo agropecuario sobre macroinvertebrados acuáticos en pequeñas quebradas de la cuenca del río La Vieja (Valle del Cauca, Colombia). Rev Biol Trop. 2014;62(April):203.

ANEXOS



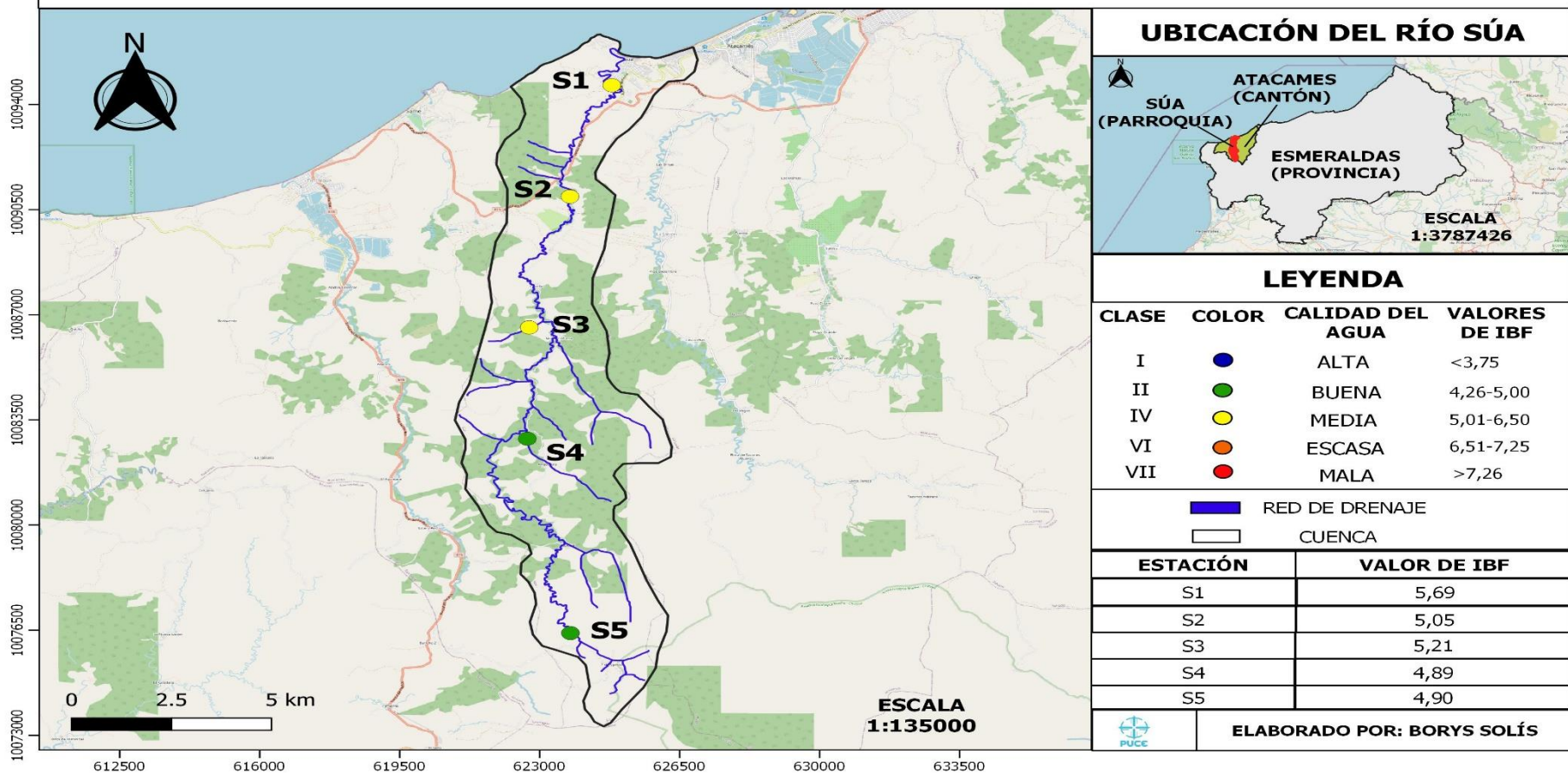
Anexo 1 Mapeo del Estado de Calidad del Agua Según El Índice BMWP

ESTADO DE CALIDAD DEL AGUA SEGÚN EL ÍNDICE ASPT



Anexo 2 Mapeo del Estado de Calidad del Agua Según El Índice AST

ESTADO DE CALIDAD DEL AGUA SEGÚN EL ÍNDICE IBF



Anexo 3 Mapeo del Estado de Calidad del Agua Según El Índice IBF

ANEXOS 2



Anexo 4 Identificación de macroinvertebrados



Anexo 5 Recolección de Ensamblajes de macroinvertebrados



Anexo 6 Imagen aleatoria de macroinvertebrado (Leptoceridae)



Anexo 7 Identificación de macroinvertebrados

Río Sica Estación (Punto) 5 Fecha de colecta 22/06/2020
 Carpapia 2 Fecha de identificación 22/06/2020

Phylum	Class	Order	Family	Nº de Espec.
Mollusca	Mollusca	Bivalvia	Hydrobia	
			Unionidae	
			Caudofoveata	
			Strophodontes	
			Tridacniformes	
			Basommatophora	
			Planorbidae	
			Hydrobiidae	
			Mesogastropoda	
			Tridacnidae	
Arthropods	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	9
			Hydrophilidae	8
			Chrysomelidae	
			Leptodermidae	16
			Leptocryptidae	5
			Staphylinidae	
			Cynipidae	
			Polytrichidae	
			Scydmaenidae	5
			Libanellidae	7
Arthropods	Insecta	Diptera	Aphididae	
			Polypodiidae	
			Chironomidae	
			Chironomidae	
			Chironomidae	
			Chironomidae	
			Chironomidae	
			Chironomidae	
			Chironomidae	
			Chironomidae	
Arthropods	Insecta	Hemiptera	Coreidae	4
			Belontiidae	
			Naupidae	
			Chironomidae	
			Naupidae	
			Naupidae	
			Naupidae	
			Naupidae	
			Naupidae	
			Naupidae	

Handwritten notes on the right side of the table:
 - 12/06/2020 - 37
 - 12/06/2020 - 38
 - 12/06/2020 - 39
 - 12/06/2020 - 40
 - 12/06/2020 - 41
 - 12/06/2020 - 42
 - 12/06/2020 - 43
 - 12/06/2020 - 44
 - 12/06/2020 - 45
 - 12/06/2020 - 46
 - 12/06/2020 - 47
 - 12/06/2020 - 48
 - 12/06/2020 - 49
 - 12/06/2020 - 50
 - 12/06/2020 - 51
 - 12/06/2020 - 52
 - 12/06/2020 - 53
 - 12/06/2020 - 54
 - 12/06/2020 - 55
 - 12/06/2020 - 56
 - 12/06/2020 - 57
 - 12/06/2020 - 58
 - 12/06/2020 - 59
 - 12/06/2020 - 60

Anexo 8 Ficha de identificación de familias de macroinvertebrados



Anexo 9 Clasificación y almacenamiento de macroinvertebrados según puntos

Anexo 3

	Campaña 1				Campaña 2					Campaña 3					Campaña 4				
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
BASOMMATOPHORA																			
Lymnaeidae	0	0	0	0	86	1	0	0	0	597	0	0	0	0	585	0	0	0	0
Planorbiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
COLEOPTERA																			
Elmidae	9	29	105	11	1	10	14	146	10	0	6	26	63	206	7	11	9	22	72
Psephenidae	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	37	4	2	0	1	58
DECAPODA																			
Atydae	5	1	0	3	4	2	3	1	3	106	1	2	2	9	41	0	0	0	5
DIPTERA																			
Chironomidae	33	14	44	37	49	12	0	5	33	1	9	100	10	18	21	27	31	8	22
Stratiomyidae	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	8	3	0	2	0	0
Tipulidae	8	1	15	14	3	1	29	29	19	6	8	7	6	5	5	8	6	3	13
EPHEMEROPTERA																			
Baetidae	130	259	141	315	50	48	91	59	104	66	135	126	107	172	3	18	5	30	110
Leptohephidae	65	73	231	39	215	20	61	113	78	53	54	21	13	22	5	22	11	9	2

Leptophlebiidae	85	110	772	255	3	110	185	69	42	9	181	184	217	243	10	9	14	40	81
HEMIPTERA																			
Gerridae	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesoveliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Naucoridae	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
Vellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
LEPIDOPTERA																			
Pyralidae	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
MESOGASTROPODA																			
Ampullariidae	0	0	0	0	59	0	0	0	0	152	4	0	0	36	75	0	1	0	0
Hydrobiidae	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Thiaridae	4	0	0	0	7	67	37	20	0	177	266	39	58	122	50	138	31	55	14
MEGALOPTERA																			
Corydalidae	0	3	5	0	0	0	9	17	1	5	2	65	8	5	1	0	4	3	8
ODONATA																			
Coenagrionidae	1	1	0	0	10	2	4	19	28	4	2	12	16	9	0	0	0	0	0
Gomphidae	0	0	7	1	2	0	5	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Libellulidae	0	18	30	7	0	2	42	21	8	2	2	61	30	8	0	0	0	0	18

PLECOPTERA

Perlidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

TRICHOPTERA

Glossosomatidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0
Leptoceridae	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydropsychidae	18	45	61	115	72	28	118	91	173	29	68	65	14	225	9	8	8	4	30
Philopotamidae	3	0	3	28	0	4	1	1	28	3	2	12	9	88	2	1	5	2	3

VENEROIDA

Corbiculidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	47	1	0	2	0	29	25	2	0	0
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---	----	----	---	---	---

OTROS

	2	0	0	0	6	0	0	2	0	3	16	1	0	0	0	10	14	8	2
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---	----	----	---	---

Anexo 4. Correlación de Spearman.

Coeficientes\probabilidades		Parámetros ambientales								Parámetros de diversidad y sensibilidad						
		Altitud	pH	CD	T°	Turb.	OD	Dureza	Nitrito	Fosfato	Familias	BMWP	ASPT	IBF	Shannon	Hill
Parámetros ambientales	Altitud	1,00	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,02	< 0,05	0,11	0,83	< 0,05	0,04	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	pH	0,40	1,00	0,15	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,07	0,38	0,86	0,20	0,04	< 0,05	0,67	0,04	0,04
	CD	-0,51	0,19	1,00	0,48	0,04	0,88	0,29	< 0,05	< 0,05	0,42	0,74	0,31	0,03	0,54	0,54
	T°	-0,61	-0,46	-0,09	1,00	< 0,05	0,06	0,13	0,07	0,14	0,02	< 0,05	< 0,05	0,01	< 0,05	< 0,05
	Turb.	-0,29	-0,50	-0,27	0,46	1,00	< 0,05	0,53	< 0,05	0,74	0,02	0,01	0,01	0,48	0,04	0,04
	OD(mg/l)	0,38	0,62	0,02	-0,24	-0,42	1,00	0,98	0,50	0,08	0,47	0,26	0,16	0,55	0,83	0,83
	Dureza	-0,21	-0,23	0,14	0,20	0,08	0,01	1,00	0,39	0,98	0,22	0,07	0,01	0,96	0,51	0,51
	Nitrito	0,03	0,11	0,44	-0,23	-0,39	0,09	0,11	1,00	0,41	0,24	0,26	0,58	0,98	0,26	0,26
	Fosfato	-0,54	0,02	0,49	0,19	0,04	-0,23	0,01	0,11	1,00	0,96	0,54	0,02	< 0,05	0,21	0,21
Parámetros de diversidad y sensibilidad	Familias	0,27	0,17	0,11	-0,31	-0,30	0,10	-0,16	0,15	-0,01	1,00	0,00	0,04	0,91	< 0,05	< 0,05
	BMWP	0,41	0,26	0,04	-0,44	-0,36	0,15	-0,24	0,15	-0,08	0,97	1,00	< 0,05	0,32	< 0,05	< 0,05
	ASPT	0,62	0,49	-0,13	-0,65	-0,33	0,19	-0,32	0,07	-0,29	0,27	0,48	1,00	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	IBF	-0,53	-0,06	0,27	0,32	0,09	-0,08	-0,01	0,01	0,42	0,02	-0,13	-0,47	1,00	0,01	0,01
	Shannon (H')	0,48	0,26	-0,08	-0,39	-0,26	0,03	-0,09	0,15	-0,16	0,50	0,56	0,48	-0,32	1,00	0,00
	Hill (N1)	0,48	0,26	-0,08	-0,39	-0,26	0,03	-0,09	0,15	-0,16	0,50	0,56	0,48	-0,32	1,00	1,00