



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

SEDE
ESMERALDAS

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

Caracterización ecológica de la cuenca media del río Camarones durante el verano del año 2022

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE LICENCIADA EN GESTION
AMBIENTAL

AUTOR

NICOLE ALEJANDRA PANCHANO RODRIGUEZ

ASESOR

Mgtr. MÉRIDA ORTIZ CASTRO

ESMERALDAS, 2023

Trabajo de tesis 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 Licenciada en Gestión Ambiental.

Presidente de tribunal de graduación

Lector 1

Mgtr. Eduardo Rebolledo Monsalve

Lector 2

Mgtr. Karla Solís Charcopa

Coordinadora de la Carrera de Gestión Ambiental.

PhD. Javier Burbano Salazar

Director de tesis.

Mgtr. Mérida Ortiz Castro

Esmeraldas, marzo del 2023

AUTORIA

Yo, Nicole Alejandra Panchano Rodríguez, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, autentica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCE-Sede Esmeraldas.

Nicole Alejandra Panchano Rodríguez

C.I. 080277460-4

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, gracias a Dios por haberme permitido llegar al final de mi carrera universitaria y ser mi guía a lo largo de este proceso.

Gracias a mis Padres, por haber sido mi motivación y apoyo constante cada día, por haber vivido conmigo cada avance y cada tropiezo que surgió en el camino.

Gracias de manera especial a mi tía que es como mi madre, Mayeyi PanchanoValencia, por haber sido mi apoyo fiel cada que necesite de ella.

A mis docentes, muchas gracias por cada una de las enseñanzas que me impartieron durante la vida universitaria, fueron cada una de ellas las que hoy me permiten culminar con éxito esta carrera. Gracias de manera especial a mi tutor y docente Ph.D. Pedro Jiménez Prado quien fue mi guía y amigo a lo largo de este tiempo, en honor a sus conocimientos he podido realizar y culminar satisfactoriamente mi trabajo de investigación.

A mis amigos que la vida universitaria me permitió conocer y que hicieron que estos largos años sean más llevaderos y que con mucha predisposición siempre estuvieron dispuestos a ayudarme, con mención especial a mi amigo y compañero Daniel Saltos.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios quien ha sido mi pilar fundamental y quien nunca me dejo caer en el proceso pese a las adversidades.

A mi madre, que, aunque no esté físicamente, su amor y presencia espiritual me han acompañado en cada segundo y han sido mi más grande motivación.

A mi papá, que, aunque los tiempos no han sido fáciles, siempre ha buscado la forma de cómo encontrar la luz en medio de las tinieblas.

A mis hijos, Jake y Camilo Caicedo Panchano que son mi mayor inspiración, en honor a ustedes hoy estamos recogiendo los frutos de la perseverancia, la disciplina y el amor.

A mi compañero de vida, Jean Carlos Caicedo por sus diferentes formas de apoyarme en esta larga trayectoria universitaria

A mi familia Panchano de manera general por siempre haberme apoyado e inculcado la importancia de los estudios. Gracias a cada uno de sus valores y consejos impartidos hoy cerramos una linda etapa estudiantil, esperando no sea la última.

ÍNDICE

AUTORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Presentación del tema de investigación.....	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
2. MARCO TEORICO.....	5
2.1. Bases teóricas y científicasBioindicadores	5
Estudio biológico	5
Geomorfología	5
Calidad del agua.....	5
Macroinvertebrados.....	5
Parámetros ambientales.....	6
2.1 Antecedentes	7
2.1. Marco legal.....	10
3. METODOLOGIA.....	13
3.1 Área de estudio	13
3.2 Métodos.....	15
3.2.1 Analizar las condiciones físico-químicas del medio fluvial.....	15
3.2.2 Caracterizar la geomorfología y nutrientes presentes.....	16
3.2.3 Describir las comunidades de peces y macro invertebrados, y su uso como bioindicadores de la calidad.....	17
3.2.4 Análisis y estadística de los datos.....	19

4. <i>RESULTADOS</i>	20
5. <i>DISCUSIÓN</i>	32
6. <i>CONCLUSIONES</i>	36
7. <i>RECOMENDACIONES</i>	37
8. <i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	38
9. <i>ANEXOS</i>	42

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i>	14
<i>Figura 2</i>	15
<i>Figura 3</i>	30

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i>	16
<i>Tabla 2</i>	20
<i>Tabla 3</i>	20
<i>Tabla 4</i>	21
<i>Tabla 5</i>	21
<i>Tabla 6</i>	22
<i>Tabla 7</i>	22
<i>Tabla 8</i>	22
<i>Tabla 9</i>	23
<i>Tabla 10</i>	23
<i>Tabla 11</i>	24
<i>Tabla 12</i>	25
<i>Tabla 13</i>	26
<i>Tabla 14</i>	27
<i>Tabla 15</i>	28
<i>Tabla 16</i>	28
<i>Tabla 17</i>	29

Resumen

Los ríos tienen un sin número de beneficios estratégicos tanto para la biodiversidad del planeta como para la sociedad, por lo que su adecuada gestión exige estudiar de manera adecuada y detallada su estructura, composición y funcionamiento, la misma que se puede llevar a cabo a través de la ecología fluvial. La finalidad de esta investigación fue realizar una caracterización ecológica del río camarones durante el periodo de verano en el año 2022. La metodología utilizada se basó en un estudio de caso de nivel explicativo bajo un diseño de investigación de campo con enfoque cuantitativo. En las condiciones físico-químicas del medio fluvial, se observó que el agua presentó un nivel de PH mayor a 7, siendo este un indicador de condición alcalina. Mientras que los valores de OD se encuentran en un buen nivel con 7,8; ya que estos no deberían ser menores a 5 mg/L. Además, existe mayores niveles de piedra, arena y rocas en la parte baja del

río producto de la sedimentación y las corrientes de agua, mientras que el promedio de piedra y grava se mantiene más alto en la cuenca media del río camarones. En conclusión, solo se lograron identificar cinco especies dominantes desde el punto de vista de la caracterización ecológica del río camarones en ambos niveles de la cuenca, entre ellas *Sicydium rosenbergii*, *Agonostomus moticola*, *Gobimorus maculatus*, *Trychomicterus taenia* y *Poecilia reticulata* describiendo así las comunidades de peces y macro invertebrados, como una fuente confiable en relación a bioindicadores de la calidad del agua.

Palabras clave: Bioindicadores, macroinvertebrados, ríos, peces, físico-químicas.

Abstract

Rivers have a number of strategic benefits for both the biodiversity of the planet and for society, so their proper management requires adequate and detailed study of their structure, composition and functioning, which can be carried out through river ecology. The purpose of this research was to carry out an ecological characterisation of the Camarones river during the summer period in the year 2022. The methodology used was based on a case study of explanatory level under a field research design with a quantitative approach. In the physico-chemical conditions of the river environment, it was observed that the water presented a PH level greater than 7, this being an indicator of an alkaline condition. While the DO values are at a good level of 7.8, as these should not be less than 5 mg/L. In addition, there are higher levels of stones, sand and rocks in the lower part of the river due to sedimentation and water currents, while the average of stones and gravel is higher in the middle basin of the shrimp river. In conclusion, only five dominant species were identified from the point of view of the ecological characterisation of the shrimp river at both levels of the basin, among them *Sicydium rosenbergii*, *Agonostomus moticola*, *Gobimorus maculatus*, *Trychomicterus taenia* and *Poecilia reticulata*, thus describing the fish and macroinvertebrate communities as a reliable source of bioindicators of water quality.

Keywords: Bioindicators, macroinvertebrates, rivers, fish, physico-chemistry.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Presentación del tema de investigación

Los ríos son sistemas diversos donde cada una de sus variables, espaciales y temporales representan un gran significado en cuanto al establecimiento, distribución e interacción de organismos (1). Pese a poseer una gran importancia, estos sistemas vienen siendo afectados por un sin número de actividades antrópicas producidas por el hombre, las mismas que alteran su calidad. A lo largo de las últimas décadas estos han sido los que más se han visto afectados por actividades humanas, donde los desechos tanto industriales como domésticos llegan a estos ríos como destino final. La relación existente en cuanto a abundancia y distribución han traído consigo un mayor interés basado en el estudio de estos recursos hídricos (2).

En el año 1997 la Comisión de la Unión Europea con la finalidad de poder caracterizar la situación general de un ecosistema introdujo en su propuesta de Directiva Marco sobre el Agua, la terminología de estado ecológico, la misma que hace referencia a la calidad, estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales, que especialmente se centra en las condiciones de los elementos biológicos.

Con la aceptación de esta propuesta, se buscaba conseguir mejoras tanto en el estado ecológico como químico, siendo conscientes que existen alteraciones que son inevitables y que razonablemente se producen por actividades que son ejercidas por los humanos. (3)

Por lo tanto, realizar un estudio ecológico permite conocer su estado y funcionamiento, donde, para poder realizar dichas valoraciones se debe ejecutar una evaluación de la ribera del río y del ambiente acuático. Aunque, de acuerdo con el criterio de Acosta R, et al. (4) el estado ecológico de un río depende del análisis del bosque ribereño, áreas adyacentes, canal y lecho del río, presencia de peces, macroinvertebrados, algas o bacterias que lo habitan para así poder constituir lo que sería la calidad de sus aguas (5).

Los aspectos biológicos complementan las valoraciones del estado de las aguas, pues usualmente las condiciones fisicoquímicas no nos precisan información de los efectos de perturbaciones sobre los diferentes organismos vivos. El grupo de organismo que podamos presenciar o estudiar en un determinado punto serán un indicador de las condiciones que ahí prevalecen (6).

Para poder llevar a cabo los diferentes análisis se requiere de la aplicación de los diferentes índices, BMWP (Biological Monitoring Working Party) indique que consiste en la toma de datos mediante el muestreo y posteriormente el análisis en laboratorio de los organismos seleccionados (7); y QBR (Índice de Calidad del Bosque de Ribera) dicho índice está basado en la recopilación de varios atributos y componentes del área ribereña, tomando en consideración 4 secciones: (1) grado de cobertura de la cubierta vegetal, (2) estructura de la vegetación, (3) calidad de la cubierta vegetal y (4) grado de naturalidad del canal fluvial (8).

La adecuada gestión de los ríos exige estudiar de manera adecuada y detallada su estructura y composición. En este sentido, la investigación busca caracterizar las condiciones ecológicas del río Camarones, para así poder contribuir al conocimiento de los sistemas fluviales y determinar de qué manera está afectando la relación del hombre y este ecosistema lotico.

1.2. Planteamiento del problema

Desde su existencia los ríos han venido siendo de gran importancia para el planeta sin excepciones algunas, pues los mismos son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas y otros sistemas naturales con los que están relacionados o conectados. El hombre es una pieza integral en la relación que existe ecosistema-cuenca, de la cual se beneficia para cubrir sus necesidades. No obstante, el hombre ha traído consigo una alteración dentro de los procesos ecológicos que regulan y mantienen estos sistemas.

De tal manera, el aprovechamiento no regulado de estos recursos ha traído consigo variedad de problemas ambientales, dentro de los cuales se pueden mencionar contaminación, disminución de caudales e incluso pérdida de biodiversidad y vegetación ribereña (9). Cada una de estas alteraciones pone en riesgo su integridad

ecológica, basada en la calidad y el funcionamiento del ecosistema asociado al agua superficial, a las condiciones naturales del entorno y las poblaciones humanas.

La presencia de vegetación en las riberas de los ríos y arroyos es indispensable, ya que la misma dota de sombra y presencia de hojarasca en el agua, al no existir esta vegetación se estaría modificando los recursos energéticos disponibles para los organismos del río, y así mismo un aumento de temperatura lo que es perjudicial para las comunidades de peces. Esto impide que existan lugares de alimentación y anidación para cada uno de los organismos (10).

Existen cambios que pueden ocurrir como evolución natural a través del tiempo, pero actualmente las presiones humanas destacan los cambios existentes, por tal razón los impactos negativos que ocasionan, pueden ser directos e indirectos. Dentro de los cuales los primeros hacen referencia a la extracción desmedida del caudal, desviación, represamiento, entre otras; en cambio, la segunda guarda relación con temas asociados a la deforestación, aguas residuales, calidad y estacionalidad, entre otros. (11).

Al momento existe un conocimiento ecológico muy limitado sobre los ríos de nuestra provincia Esmeraldas, por lo que es vital que se realicen estudios integrales y básicos, para así poder establecer una base de datos que nos indique el estado actual de las cuencas, y así poder gestionar estos sistemas de manera adecuada. El crecimiento poblacional en distintas zonas de la ciudad no se detiene y con ello tampoco las actividades productivas, las mismas que ocasionan cambios inmediatos en cuanto a morfología y funcionamiento (12), la comunidad de Camarones, así como su río, no están exentos de los problemas mencionados, la presión humana es cada vez más fuerte y requiere ser entendida en un contexto amplio.

1.3. Justificación

Los ríos tienen un sin número de beneficios estratégicos tanto para la biodiversidad del planeta como para la sociedad, por lo que su adecuada gestión exige estudiar de manera adecuada y detallada su estructura, composición y funcionamiento, la misma que se puede llevar a cabo a través de la ecología fluvial. Existen diversos criterios acerca del funcionamiento ecológico de los ríos, ya que los mismos son una dinámica

entre la biota y el medio físico. (13)

Es evidente que la demanda por los recursos hídricos ira en aumento, a tal punto que sus proyecciones tienden a duplicarse, en el Ecuador existen leyes que protegen a estos sistemas pero que débilmente son cumplidas. El río camarones ubicado en la parroquia de Camarones - Esmeraldas está proyectado para convertirse en un punto turístico, proyecto que trae consigo beneficios económicos para la población, pero al contrario afecta al sistema fluvial, pues con su ejecución se tiende a modificar el sistema paisajístico, alteración del suelo, contaminación por materiales de construcción, pérdida de biodiversidad entre otros.

La precaria información actualizada y sistematizada referente a los recursos hídricos y sus derechos ha provocado ciertas distorsiones, las cuales son impedimento para una adecuada gestión, la realidad del río Camarones no es diferente. Es que, no se puede considerar a un río como un cauce que transporta solo agua, sino que se debe ver más allá: hay que analizar sus meandros, llanuras y la zona de ribera, así como las complejas comunidades de organismos que habitan en estos lugares. Por tal motivo, es indispensable que exista información global y generalizada de este río, donde además este conocimiento, pueda servir de herramienta para la administración de estos sistemas hídricos. (14)

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar una caracterización ecológica del río camarones durante el periodo de verano en el año 2022.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar las condiciones físico-químicas del medio fluvial.
- Caracterizar la geomorfología presente en el río Camarones.
- Describir las comunidades de peces y macro invertebrados, y su uso como bio indicadores de la calidad.

2. MARCO TEORICO

2.1. Bases teóricas y científicas

Bioindicadores

Bioindicadores son aquellas especies que pueden ser afectadas por alteraciones en su entorno de vida o que son susceptibles a contaminantes presentes y a cambios desarrollados en las poblaciones que son su fuente de alimentación.

Cualquier organismo potencialmente biológico puede ser utilizado como bioindicador, entre ellos están los hongos, bacterias, plantas, animales, vertebrados e insectos. (15)

Estudio biológico

El estudio ecológico hace referencia al uso que se le otorga a los organismos vivos de un ecosistema, para así poder determinar la capacidad que tienes para responder ante ciertas alteraciones, las mismas que perturban y modifican las condiciones de un hábitat referente a su funcionamiento y comportamiento. (16)

Geomorfología

La geomorfología es una ciencia que permite estudiar el origen y evolución de las formas terrestres, y como las características pueden combinarse para formar un paisaje. Realizar un estudio geomorfológico incluye un estudio cuantitativo de los relieves geográficos y monitoreo de procesos que ocurren cerca de la superficie. (17)

Calidad del agua

Poder describir al concepto “calidad de agua” es una materia compleja ya que esto dependerá de las diferentes metodologías utilizadas para poder informar sobre el recurso hídrico.

Desde la perspectiva funcional se puede entender que la calidad de agua hace referencia a la capacidad intrínseca que tiene el agua para poder responder a los diferentes usos que se le otorgan. (18)

Macroinvertebrados

Los macroinvertebrados son especies que se pueden observar a simple vista debido a su tamaño, miden entre 2 milímetros y 30 centímetros. Estos organismos proporcionan importantes datos sobre la calidad del agua y al ser utilizados en un proceso de monitoreo claramente representan el estado en el que se encuentra el recurso hídrico. (19)

Parámetros ambientales

pH: este parámetro hace referencia a la escala numérica para determinar la acidez o alcalinidad de una sustancia, donde las sustancias con un pH menor a 7 son ácidas, de lo contrario las que tienen un pH mayor a 7 son alcalinas. (20)

Conductividad: es la capacidad que tiene el agua para conducir una corriente eléctrica por medio de los iones disueltos, estos iones pueden estar cargados de manera positiva o negativa. (21)

Oxígeno disuelto: es la cantidad de oxígeno gaseoso que se encuentra disuelto en el agua. Este es considerado como un indicador de la capacidad que posee un río para mantener la vida acuática, ya que es fundamental para la existencia de peces, algas, plantas, entre otros. (22)

Turbidez: es la ausencia de transparencia en el agua, debido a la suspensión de partículas. Mientras más sólidos en suspensión existan, el agua será más turbia o más sucia y por ende su valor de turbidez será alto. (23)

Nitritos: son un indicador importante en cuanto a la calidad de agua, la presencia de nitritos en aguas naturales releva la contaminación fecal que existe en el medio. Los nitritos debido a la combinación de sus componentes con aminas forma compuestos cancerígenos como las nitrosaminas. (24)

Fosfatos: estos existen de forma disuelta, coloidal o sólida, que se encuentran en aguas residuales o directamente son vertidos a las aguas superficiales provenientes de fertilizantes, detergentes de limpieza, excreciones humanas y de animales. (25)

2.1 Antecedentes

Desde el año 1970 alrededor del mundo se ha perdido el 30% de los ecosistemas de agua dulce, (26) por tal razón los sistemas fluviales requieren que se les brinde la importancia debida, para lo cual resulta necesario poder caracterizar estos sistemas debido a que es un paso previo para poder diagnosticar los problemas existentes y posteriormente analizar y plantear las acciones que se requieran para su conservación y restauración, así como su posible manejo. (27)

En la región europea a través de la Directiva Marco sobre el Agua, se reafirmó la necesidad de poder llevar a cabo una gestión integrada de este recurso, donde se pretendió mejorar el estado ecológico y químico de las aguas superficiales. En España han sido varios los trabajos que se han realizado para poder determinar el estado ecológico de ríos importantes, donde en varios de ellos, siendo el primero estudio los de *Pujante* (1993) y *Martínez-López et al.* (1991, 1994, 1995, 1996) quienes utilizaron los macroinvertebrados se hicieron uso de los índices biológicos para poder establecer la calidad del agua. Gracias a este estudio la Conferencia Hidrográfica del Júcar determinó que no solo se pueden utilizar macroinvertebrados para analizar la calidad de las aguas, sino que también se puede realizar el estudio mediante macrófitos, diatomeas y peces. (28)

En una investigación realizada por Vera & Díaz (48), titulada Caracterización de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad del agua en un sector de la cuenca media río Cesar en Colombia, cuyo propósito fue caracterizar macroinvertebrados acuáticos para evaluar las variables físico-bióticas de la misma, Para ello, se realizó un análisis espacial de la cuenca, estableciendo cuatro estaciones de muestreo a lo largo de la misma, ubicando dos antes, a 18 kilómetros de distancia con relación al punto de vertimiento de aguas residuales del municipio de Valledupar y dos después de dicho punto. Cada monitoreo fue acompañado por una muestra de agua integrada, en el que se determinaron parámetros físicos y químicos como pH, temperatura, conductividad, hierro total, entre otros. Los organismos bentónicos fueron capturados mediante la técnica Kick Sampling y depositados en

frascos plásticos en una solución de alcohol al 70%. En la fase de laboratorio se realizó la caracterización taxonómica mediante la agrupación y determinación del número total de individuos pertenecientes a cada familia analizando presencia y ausencia de índices ecológicos. Se obtuvo como resultado un registro total de 964 macroinvertebrados, pertenecientes a 3 Phylum, 3 clases, 9 órdenes y 34 familias, en donde, la estación 3, ubicada después del vertimiento de aguas residuales, presentó un mayor número de individuos (521), mientras que la menor presencia total se encontró en estación 1, ubicada antes del vertimiento (46). Lo que indicó que en las dos primeras estaciones hay mejor calidad de agua que en las dos estaciones aguas abajo y que se deben implementar acciones de prevención y mejoramiento en las zonas de afectación.

En este orden de ideas, cabe destacar además que, en relación a la región andina siempre tiende a ser más susceptible a sufrir cambios, especialmente en cuanto a la pérdida de especies debido al gran número de actividades de deforestación, por el asentamiento de la frontera agrícola y ganadera, contaminación acuática, construcción de hidroeléctricas, introducción de especies, entre otras. Estas actividades antropogénicas tienen un fuerte impacto sobre la calidad de agua, ocasionando una reducción considerable de la diversidad biológica.

Para poder evaluar estas afectaciones, se debe contar con información de estaciones de muestreo, las mismas que sirven de referencia y de métodos que contribuyan en una evaluación rápida y efectiva sobre la calidad ecológica de hábitats acuáticos y sus comunidades de organismos presentes. **(29)**

De igual manera, Mónico **(49)**, llevó a cabo un estudio sobre Efecto del régimen de caudales ecológicos sobre los indicadores de alteración hidrológica. Este caso de estudio, se ejecutó en la cuenca del río Órbigo (Demarcación Hidrográfica del Duero), con la finalidad de Identificar estrategias de uso de los índices de alteración hidrológica y ecológica con el manejo de diferentes herramientas tecnológicas. Todo esto para valorar el impacto de las diversas medidas de gestión, sobre el estado general de la

cuenca y poder valorar el grado de cumplimiento de estos objetivos. Esta metodología permitió, en primera instancia, establecer la condición de referencia de la cuenca y caracterizar el régimen natural de caudales en esta condición. Buscando conocer los diferentes elementos del régimen de caudales y su interacción con el ecosistema. Adicionalmente, valora la alteración del régimen de caudales por medio de 33 indicadores simplificados en seis índices de alteración hidrológica. Uno de los puntos más importantes a considerar dentro de la metodología propuesta, es la utilización de datos diarios de aportaciones. Esto teniendo en cuenta que el análisis de la gestión de cuencas se realiza a escala mensual, y esto dificulta el contraste con los indicadores hidrológicos. Por otro lado, los datos diarios permiten diferenciar y considerar en el análisis eventos de gran importancia para el ecosistema, como las crecidas o los días de caudal nulo. La investigación logró demostrar la utilidad de herramientas tecnológicas para el estudio de ecosistemas y su aporte a la biodiversidad, validando el uso de esta metodología y evidenciando la utilidad para la toma de decisiones.

El Ecuador es uno de los estados que se encuentra comprometido con la salud de sus recursos naturales, ya que mediante el logro de este objetivo se contribuye con el desarrollo económico y la mejora de calidad de vida. **(30)**

Para Ramírez **(50)**, en su estudio sobre el uso de los macroinvertebrados acuáticos como metodología de evaluación de la calidad ecológica en la cuenca del río negro (Colombia), cuyo objetivo fue conocer el estado ecológico y la calidad del agua del Río Negro en cinco tramos desde la parte más alta de la cuenca del río hasta la zona de cierre de la corriente principal, mediante el uso de los macroinvertebrados acuáticos que habitan en el cuerpo de agua. Entre los resultados obtenidos se resaltó que, en la última zona hubo diferencia entre los índices debido a que el BMWP/Col presentó una disminución en la calidad biológica del agua mientras que el índice ICA reflejó una estabilidad en las condiciones en un 75% debido al mejoramiento de la calidad fisicoquímica del agua. Esta diferencia se puede presentar por la dificultad para muestrear la fauna de los macroinvertebrados en la zona debido a que el río presenta un caudal muy alto el cual erosiona las orillas, complicando el muestreo en el sector.

Estos aspectos permiten mencionar específicamente, que en la provincia de Esmeraldas existen diversos conflictos socio-ambientales que ponen en riesgo el bienestar o permanencia de los recursos naturales. Principalmente la manera desordenada de los asentamientos urbanísticos cercanos a causes provocan un uso inadecuado de este recurso, lo que conlleva a la contaminación paulatina, causando variedad de enfermedades que no solo afectan a la comunidad biológica de los ríos, sino que también tienen un impacto negativo en la salud de las personas. **(31)**

Vale mencionar que sin la presencia de humedales y de ríos saludables las alternativas para acceder al sistema de agua para consumo humano y riego serán cada vez más limitadas, al igual que serán pocas las oportunidades de acceder a la seguridad alimentaria, teniendo en cuenta las grandes fuentes de proteínas que provienen de estos ecosistemas. **(26)**

2.1. Marco legal

La Constitución de la República del Ecuador dentro de sus normativas hace mención a los recursos hídricos, donde se centra en que:

El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua. **(32)**

Dentro de la misma existen otros artículos que sustentan el objetivo de la presente investigación y estos se encuentran basados en la Constitución de la República del Ecuador 2008.

Art. 3 Los deberes primordiales del Estado de acuerdo al numeral 5 y 7 indican que se debe promover el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos y las riquezas, así como proteger el patrimonio natural y cultural del país **(32)**

Art. 12 Establece que el agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida. **(32)**

Art. 14 Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. **(32)**

En base a los derechos reconocidos a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Código Orgánico del Ambiente nos detalla lo siguiente **(33)**

Art. 6 Los derechos de la naturaleza abarcan el respeto integral de su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, así como la restauración.

Art. 7 El ser humano tiene derecho sobre el recurso agua, a su vez el estado junto con la comunidad tiene el deber de controlar, regular, conservar, preservar, restaurar y gestionar los sistemas fluviales; para darles un correcto aprovechamiento y uso al líquido vital; a su vez ejercer el respectivo manejo en sus diferentes estados y formas físicas para asegurar el buen vivir y darle respectivo derecho y respeto que tiene la naturaleza.

Art. 10 Referente a lo establecido en este código, “el Estado, las personas naturales y jurídicas, así como las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades, tendrán la obligación jurídica de responder por los daños o impactos ambientales que hayan causado, de conformidad con las normas y los principios ambientales”

La normativa técnica a seguir para realizar estudios de análisis de aguas es la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN que establece los parámetros e indicaciones a tomar en cuenta cuando se realicen muestreos de agua (INEN 2 176:1998) y como se debe manejar y conservar muestras antes de los análisis (INEN 2 169:98). Además del acuerdo ministerial No. 097-A del Ministerio del Ambiente, la cual tiene como objeto

la prevención y control de la contaminación ambiental, con relación al manejo del agua y su aprovechamiento.

Dicha norma en su literal 5.1.2 donde se hace mención a los criterios de calidad del agua para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, en aguas marítimas y de estuarios. Esta norma establece niveles en diferentes tablas en lo que se refiere a calidad admisible y preservación basándose en 38 parámetros diferentes y sus criterios de calidad, cabe destacar, por ejemplo, lo mencionado con relación a la turbidez, donde se establecen cuatro niveles, el primero de ellos hace referencia a la variación de turbidez entre 0 y 50 UTN (unidad de turbidez nefelométrica) con una condición natural de más 5%, mientras que entre 50 y 100 UTN corresponde a más 10%, así como si la turbidez es mayor que 100 UTN es a más 20%, además de condiciones que muestren la ausencia de sustancias antropogénicas que produzcan cambios tanto en olor, color y sabor del agua.

3. METODOLOGIA

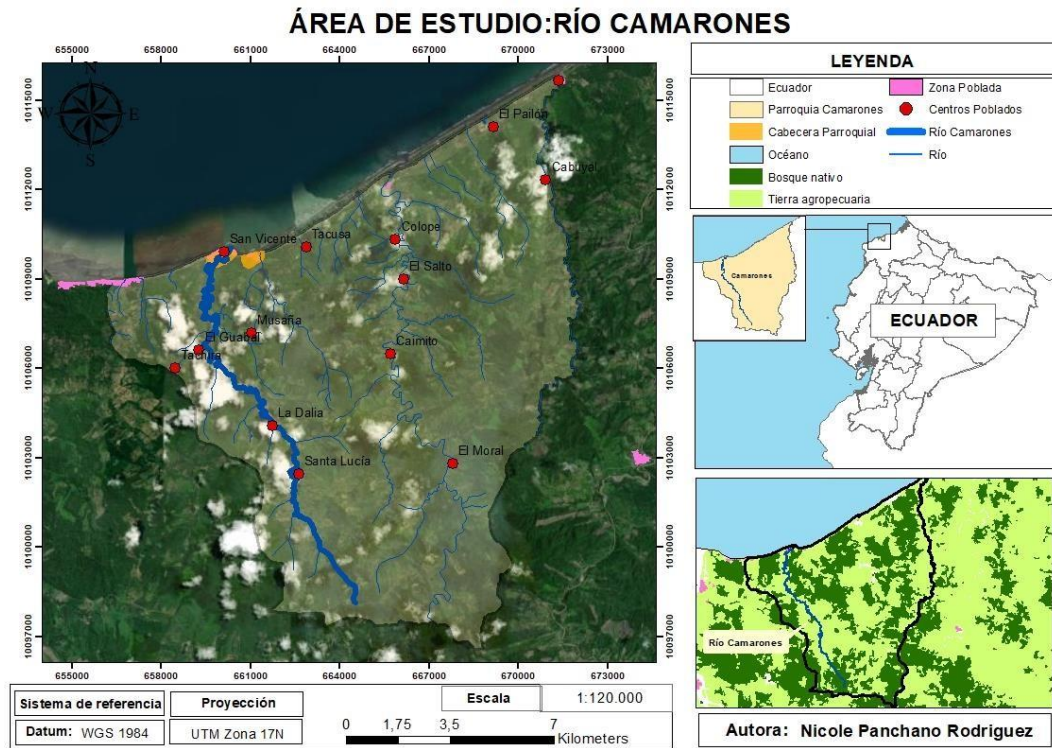
3.1 Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la parroquia de Camarones perteneciente al cantón Esmeraldas, parroquia que limita al nor-oeste con el océano pacífico, al oeste con la parroquia Tachina, al sur-oeste con la parroquia San Mateo, al sur con la parroquia Chinca y al este con el cantón Rioverde.

La cabecera parroquial de Camarones se encuentra enmarcada entre las siguientes coordenadas: 659.600,00 Este – 660.600 Este; y, 10'109.500,00 Norte – 10'110.050,00 Norte. Resultando en el sentido de las longitudes un total de 1000 metros y en el sentido de las latitudes un total de 550 metros. El área ocupada por la cabecera parroquial de Camarones sería de 55 Hectáreas (34), como se indica en la Figura 1.

Figura 1

Mapa de ubicación del río Camarones.



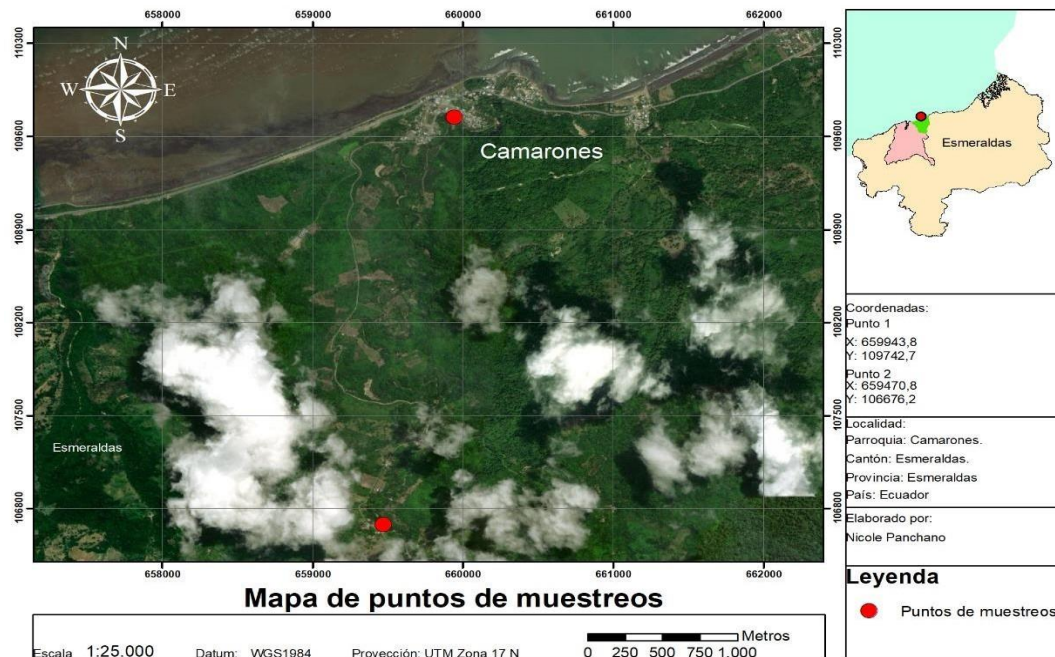
Nota. Elaborado en QGIS por Panchano, N (2022)

3.2 Métodos

El presente trabajo se realizó en la parroquia de Camarones durante los meses de junio a agosto del 2022. Donde se trabajó con dos estaciones, comprendidas entre la cuenca media y la cuenca baja (Figura 2), las mismas que fueron consideradas en función a la anchura del cauce y de acuerdo con la presencia o ausencia de actividades humanas realizadas a su alrededor. Se levantó información de las características y porcentaje de bosque circundante.

Figura 2

Puntos de muestreos del río Camarones



Nota. Puntos ubicados en partes baja y media. Elaborado por Panchano, N (2022).

3.2.1 Analizar las condiciones físico-químicas del medio fluvial.

En cada uno de los puntos de muestreo, punto 1 correspondiente a la cuenca baja y punto 2 que corresponde a la cuenca media se midieron parámetros ambientales mediante el uso de un equipo Milwaukee MI 805, lo que permitió medir 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 (%), Óxido reducción con el Milwaukee Redox Orp MC510. Es importante señalar que los equipos serán previamente

calibrados para evitar medidas incorrectas.

3.2.2 Caracterizar la geomorfología y nutrientes presentes

Parámetros Geomorfológicos. _ En cada estación se determinó el orden del río, el área de drenaje y su anchura mediante una cinta métrica. La longitud de muestreo designada fue de 100 m de cauce a favor de la corriente. Se caracterizó el sustrato del lecho en 5 secciones transversales del cauce y realizando una medida cada 1.0 m con el fin de obtener un total de 100 caracterizaciones por estación. Para identificar el sustrato, se recogió una partícula de sedimento en cada punto del transepto y se determinó su radio mayor y radio menor con un calibre. Los sustratos menores de 1 cm o mayores de 25 cm de diámetro se caracterizaron visualmente según la escala modificada de Wentworth (Tabla X1). A partir de estos datos, se calculó el tamaño medio de cada partícula y se construyó la distribución granulométrica de cada estación. La distribución granulométrica se utilizó para calcular el D₂₅, el D₅₀ y el D₇₅ del lecho, los cuales corresponden a los percentiles 25%, 50% y 75% de los datos granulométricos. Adicionalmente, se determinó el número de barras de sedimentos presentes en el tramo, el número de pozas, su profundidad media y su longitud, utilizando una cinta métrica y una regleta numerada. La estructura de un cauce y sus características geomorfológicas son estables a lo largo del tiempo, excepto si ocurren crecidas considerables. (13)

Tabla 1

Clasificación de tamaños de sustrato del lecho fluvial.

Tipo de sustrato	Diámetro (mm)	Detalle
Arenas y Limo	0.2<0.00	Tacto áspero, no mancha. Tacto suave, mancha
Grava	0.2-60	Menor que la uña del pulgar
Cantos	60-250	Entre un puño y la palma
Roca	>250	Más grande que la palma de la mano
Lecho Rocoso	-	Rocas mayores de 1 m

Nota. Modificada a partir de la escala de *Wenworth (1922)*. (36).

Nutrientes. _ Se trabajó registrando la materia orgánica particulada gruesa (MOPG). En cada estación del río, se tomarán 5 réplicas aleatorias de MOPG bentónica con unared Surber de 30 x 30 cm (0.09 m² de superficie de muestreo) y malla de 0.5mm mediante una tabla de números aleatorios. La MOPG será recogida y guardará en bolsas de plástico etiquetadas que se transportarán al laboratorio y se congelarán. Posteriormente, las muestrasse descongelarán y se secarán al aire libre, durante 48 horas en bandejas de papel. La MOPG,se secará en una estufa marca Elos Heat a 65°C, durante 24 horas y se pesará en una balanza semi-analítica Metler Toledo MS104S con una precisión de 0.0001 g. Los datos de MOPG se expresarán como peso seco en gr m⁻².

3.2.3 Describir las comunidades de peces y macro invertebrados, y su uso como bioindicadores de la calidad.

Macroinvertebrados. _ Para su colecta, se aplicó el método rápido de muestreo para un solo hábitat propuesto por Barbour, Gerritsen, et al (39), utilizando una red de captura tipoD con una malla plástica de boca de 30 x 20 centímetros y ojo de malla de 500 micras. Se realizaron seis arrastres de un minuto en cada estación, donde se removió el sustrato con el pie a contracorriente, para evitar la pérdida de muestras de macroinvertebrados que puedan ser arrastrados por la corriente al remover el terreno.

Cada muestra, inicialmente fue limpiada en campo, extrayendo las hojarasca, piedras grandes u otros elementos que no fueron de interés. Para esto, se hizo una limpieza manual amedida que se fueron realizando los arrastres y posteriormente fueron pasados por dos tamices, uno con ojo de 0,5 y el otro de 0.1 cm. Una vez que se limpió la muestra, se colocó en frascos de 1,5 litros previamente rotulados con la estación de muestreo, la fecha y el nombre del investigador. Se le añadió alcohol etílico al 70% y 10 mililitros de formol, para ser transportadas al laboratorio.

Una vez en el laboratorio, se colocó todo el contenido en una bandeja de aluminio de 60 x 40 cm. Las muestras fueron separadas en pequeñas porciones, usando un tamiz con un ojo de malla de 500 µm y una bandeja plástica de 25 x 15 cm, para limpiarla de

manera efectiva. A continuación, se separaron los macroinvertebrados del sustrato, de cada muestra, con la ayuda de pinzas, lupas y cajas petris con alcohol y se los colocarán en frascos de 100 mililitros con alcohol. Finalmente, las muestras de macroinvertebrados se identificaron hasta el nivel taxonómico de familia, utilizando las claves dicotómicas de Álvarez (40).

Para este grupo se estableció los índices de diversidad de Shannons-Wieanver, y Equitatividad, así como de calidad de agua, específicamente BMWP (41) y ASTP (40). En los últimos años se han realizado esfuerzos para la estandarización internacional, que busca la incorporación del método de muestreo de peces mediante electricidad con la ayuda de equipos especiales, conocidos como “electrofisher” o “electropesca” (42).

Mediante esta técnica se puede caracterizar la composición, abundancia y clases de edad de la fauna de ríos, aunque está relacionado con la conductividad del agua (43). En el Ecuador, el uso o empleo de estos equipos solo es realizado por algunas instituciones, dentro de las cuales se encuentra la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, al contar con un equipo.

La pesca eléctrica es eficiente y bastante inocua, ya que está basada en la creación de un campo eléctrico en una zona específica del cuerpo de agua; este campo eléctrico modifica el comportamiento del pez y facilita su captura. La corriente eléctrica puede causar electrotaxis (natación obligada), electrotétano (contracción muscular) o electronarcosis (relajación muscular) en los peces, dependiente de la sensibilidad que tengan las corrientes eléctricas y el voltaje que se aplique (44). Si el voltaje aplicado, es adecuado los peces no mueren. Por lo que es posible depositarlos en cubetas o viveros, tomar medidas biométricas y devolverlos a su ambiente.

Peces. _ La actividad pesquera se fue realizada mediante electropesca haciendo uso de dos personas como mínimo, un colector que llevara el cátodo e ira accionando el campo eléctrico mientras se caminaba río arriba evitando que la turbidez disminuya la visibilidad; con lo que se logró explorar todos los hábitats que puedan alcanzarse. Una o dos personas adicionales se encargaron de portar redes colectoras, mientras se caminó detrás del portador del equipo, capturando todos los ejemplares que sean

arrastrados por la corriente. Vale mencionar que permanentemente se utilizaron guantes, botas de plástico y trajes aislantes. Cada unidad muestral corresponde al desarrollo de la actividad de electropesca sobre tramos fluviales de aproximadamente 150 metros, invirtiendo en ellos dos horas y una descarga efectiva, emitida desde el equipo que podría variar entre 600 y 900 voltios.

Los peces fueron contados de manera individual, logrando medir la longitud estándar con una precisión de 0,1 mm, y también fueron pesados con una precisión de 0,01 g. Todos los especímenes recogidos inicialmente fueron anestesiados y sacrificados en hielo antes de ser fijados en una solución de formaldehído al 10%. En el laboratorio, se pudo identificar a los peces hasta el nivel de especie y conservarlos en etanol al 70% para ser depositados en el museo de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en Esmeraldas (CEMZ-p-).

3.2.4 Análisis y estadística de los datos

Los indicadores geomorfológicos y de nutrientes se compararán mediante una *t* de Student, para identificar aquellos indicadores que difieran entre los dos puntos del río. Además, se realizará un análisis de componentes principales (ACP) utilizando las variables ambientales para identificar aquellas que son más importantes y determinan las diferencias entre las estaciones de muestreo. Finalmente, se realizaron correlaciones lineales entre los indicadores geomorfológicos y las variables ambientales para identificar los factores que regulan las características geomorfológicas de estos ríos. Así mismo, los datos de riqueza y abundancia de las especies de macroinvertebrados y peces recolectados serán analizados mediante conglomerados jerárquicos y mediante análisis de componentes principales (ACP), al cruzarlos con los parámetros físico-químicos, geomorfológicos y de nutrientes. Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico InfoStat.

4. RESULTADOS

Para el análisis de resultados se tomó en consideración las dos ubicaciones o estaciones seleccionadas para el estudio, las cuales se encontraban a lo largo del río camarones, donde a una de ellas se les denominó, el punto 1 correspondiente a la cuenca baja y al otro, el punto 2 correspondiente a la cuenca media. En la investigación se analizó las condiciones físico-químicas del medio fluvial para el tramo donde se llevó a cabo la investigación, en este se ubicaron los datos referentes al pH, temperatura, conductividad, sólidos, oxígeno disuelto, ancho promedio de madera (cm) y largo promedio de madera (m) en ambas estaciones, tanto para el punto 1 en sus dos repeticiones, como para el punto 2 con igual número de réplica. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

Tabla 2

Condiciones físico-químicas del medio fluvial del río Camarones por repeticiones.

Punto	pH	Tem p	Conduct	SS	OD	Madera ancho Promedio (cm)	Madera largo Promedio (m)
Punto 1.1	8,4	27,1	1959	983	6,7	0	0
Punto 1.2	8,35	27,5	1845	926	6,8	15,2	1,35
Punto 2.1	8,27	26,2	1184	593	7,7	33,1	2,91
Punto 2.2	8,3	25,8	1234	618	7,9	25,8	2,75

Nota. SS representa los sólidos en suspensión y OD el oxígeno disuelto. Elaborado por Panchano, N (2022).

Las tablas muestran, condiciones similares en relación al pH entre 8,4 y 8,3 solo con poca diferencia entre ambas, sin embargo, parámetros como conducción es mayor en la cuenca baja (P1) con un valor de 1902 al igual que se evidencia mayor cantidad de sólidos. Mientras que en oxígeno disuelto la cuenca media tiene un valor de 7,8 considerándose mucho más alto que en la zona baja de la cuenca del río Camarones, así como esta zona presenta mayor promedio de madera tanto en ancho como el largo.

Tabla 3

Condiciones físico-químicas del medio fluvial del río Camarones, por promedio.

Punto	pH	Temp	Conduct	SS	OD	Madera ancho Promedio (cm)	Madera largo Promedio (m)
Punto 1	8,4	27,3	1902,0	954,4	6,8	7,6	0,7
Punto 2	8,3	26,0	1209,0	605,5	7,8	29,5	2,8

Nota. Elaborado por Panchano, N (2022).

En relación a la caracterización de la geomorfología presente en el río Camarones, se tomaron en cuenta parámetros como limo, arena, grava, piedra y rocas presentes en las diferentes muestras recolectadas en ambas estaciones, para lo cual cabe destacar que debido a que el estudio se ejecutó durante un mismo período climático y basado en información de investigaciones anteriores, solo se realizó una sola medición. Los resultados obtenidos, se presentan en la tabla 4. Los resultados que se muestran, señalan valores más altos en cuenca baja, donde tanto los parámetros como limo, arena y roca tienen valores superiores a la cuenca media, donde esta supera solo en porcentaje de grava y piedra, producto de la sedimentación y fricción a lo largo del río.

Tabla 4.

Caracterización de la geomorfología presente en el río Camarones.

	Limo (%)	Arena (%)	Grava (%)	Piedra (%)	Piedra Promedio (cm)	Roca (%)
Punto 1	4	23	0	66	34,5	7
Punto 2	2	3	7	88	54,1	0

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 5 se evidencia que el punto 1 presenta un mayor valor para el caudal con 0,22 m³ y un ancho de 5,38m; mientras que el punto 2 presento valores de 0,21 m³ para su caudal y 2,7 m para el ancho de este.

Tabla 5

Características fluviales del río Camarones

Característica	Punto 1	Punto 2
Caudal (m ³)	0,22	0,21
Ancho del caudal (m)	5,38	2,7

Nota. Elaboración propia

De acuerdo a la escala de BMWP se establecieron los valores y se tabularon los resultados obtenidos en laboratorio donde la cuenca media presentó mayor sanidad y condiciones aceptables para la vida de estos macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua, donde sus condiciones fueron buenas con una intervención leve o poco efecto de contaminación.

Tabla 6*Caracterización de la geomorfología presente en el río Camarones.*

Nombre	BMWP	Intervención	Calidad	Color
P1.1	10	Muy grave	Mala	Rojo
P1.2	28	Grave	Escasa	Anaranjado
P2.1	53	Leve	Buena	Verde
P2.2	56	Mínima	Alta	Azul

Nota. Elaboración propia.**Tabla 7***Caracterización promedio de macroinvertebrados global presente en el río Camarones.*

Nombre	BMWP	Intervención	Calidad	Color
P1	19,0	Grave	Escasa	Anaranjado
P2	54,5	Leve	Buena	Verde

Nota. Elaboración propia.

Para describir las comunidades de peces y macro invertebrados, y su uso como bioindicadores de la calidad, se llevó a cabo la toma de muestras en ambos puntos del río Camarones, con la aplicación de dos replicas para garantizar la objetividad del estudio. En este, se analizaron las diferentes familias de peces presentes en el río, además con esto se tabuló tanto la abundancia absoluta como relativa, así como la presencia absoluta y relativa de cada grupo en el estudio; estos datos permitieron establecer valores específicos para cada uno de los indicadores como frecuencia absoluta por familias, índices de diversidad de Shannons-Wieanver, y Equitatividad, así como de calidad de agua, específicamente BMWP y ASTP. Las tablas que se presentan a continuación muestran los resultados obtenidos.

Tabla 8*Indicadores macros globales en el río Camarones.*

Indicadores	P1.1	P1.2	P2.1	P2.2
Total=	26,0	32,0	215,0	179,0
Familias	4,0	7,0	9,0	11,0
BMWP =	10,0	28,0	53,0	56,0
ASPT =	2,0	3,5	5,3	4,7
IBF =	7,2	6,5	3,9	4,6
Shannon (H') =	0,7	1,6	2,1	2,2
Hill (N1) =	2,0	4,8	8,1	8,9

Tabla 9*Promedio de indicadores macros globales en el río Camarones.*

Indicadores	Punto 1	Punto 2
Total=	58,0	394,0
Familias	10,0	14,0
BMWP =	19,0	54,5
ASPT =	2,8	5,0
IBF =	6,8	4,2
Shannon (H') =	1,1	2,1
Hill (N1) =	3,4	8,5

Nota. Elaboración propia

Estos indicadores considerados en ambas tablas, muestran que existen mejores condiciones en relación a la biodiversidad y menor índice de contaminación en la zona media de la cuenca, donde incluso existe mayor cantidad de especies de familias de peces presentes en las muestras tomadas durante la investigación.

Tabla 10*Resumen de indicadores macros globales en el río Camarones.*

Clase	Orden	Familias	Abundancia absoluta	N° de estaciones	Abundancia relativa	Presencia relativa
Anelida	Oligochaeta	1	2	1	0,004	0,032
Gastropoda	Basommatophora	1	4	2	0,009	0,065
	Mesogastropoda	1	48	3	0,106	0,097
Hirudinea	Hirudinea	1	2	1	0,004	0,032
	Coleoptera	5	139	7	0,062	0,045
Insecta	Diptera	3	36	4	0,027	0,043
	Ephemeroptera	2	120	4	0,133	0,065
	Hemiptera	2	9	3	0,010	0,048
	Trichoptera	2	91	5	0,101	0,081
Ostracoda		1	1	1	0,002	0,032

Nota. Elaboración propia.

Tabla 11

Estadísticas de la caracterización de especies presentes en el río Camarones.

Punto	Especie	Resumen	Peso (gr)	Longitud estándar (cm)	Alto cuerpo (cm)
1	<i>Agonostomus monticola</i>	n	13	13	13
		Media	8,48	8,83	3,05
		D.E.	2,86	1,3	0,63
		Mín	1,42	4,9	1,6
		Máx	14,74	10,2	4,2
	<i>Gobiomorus maculatus</i>	n	5	5	5
		Media	16,16	11,75	3,74
		D.E.	6,99	2	0,85
		Mín	9,27	9,28	2,95
		Máx	27,63	14,5	5,1
	<i>Poecilia reticulata</i>	n	11	11	11
		Media	1,83	4,6	1,34
		D.E.	0,59	1,11	0,52
		Mín	0,97	3,07	0,6
		Máx	2,89	6,6	2,23
	<i>Sicydium rosenbergii</i>	n	5	5	5
Media		1,4	4,95	2,48	
D.E.		0,83	0,85	0,44	
Mín		0,49	3,7	1,9	
Máx		2,73	6,1	3,1	
2	<i>Agonostomus monticola</i>	n	2	2	2
		Media	9,28	9,66	3,34
		D.E.	1,87	1,95	0,67
		Mín	7,95	8,28	2,86
		Máx	10,6	11,04	3,81
	<i>Centropomus sp.</i>	n	1	1	1
		Media	30,21	12	5,5
		D.E.	0	0	0
		Mín	30,21	12	5,5
		Máx	30,21	12	5,5
	<i>Gobiomorus maculatus</i>	n	1	1	1
		Media	14,89	10,82	3,44
		D.E.	0	0	0
		Mín	14,89	10,82	3,44
		Máx	14,89	10,82	3,44
<i>Poecilia reticulata</i>	n	74	74	74	
	Media	1,21	4,09	0,78	
	D.E.	0,93	0,89	0,23	
		Mín	0,21	2,1	0,3

	Máx	6,65	7,5	1,3
	n	3	3	3
<i>Sicydium rosenbergii</i>	Media	5,55	7,45	3,5
	D.E.	1,75	0,75	0,5
	Mín	3,8	6,7	3
	Máx	7,3	8,2	4
	n	4	4	4
<i>Trychomicterus taenia</i>	Media	0,24	2,93	0,48
	D.E.	0,14	0,56	0,15
	Mín	0,08	2,2	0,4
	Máx	0,36	3,5	0,7

Nota. Elaboración propia.

Tabla 12

Resumen estadístico global de la caracterización de especies presentes en el río Camarones.

Especie	Resumen	Peso (gr)	Longitud estándar (cm)	Alto cuerpo (cm)
<i>Agonostomus monticola</i>	n	15	15	15
	Media	8,59	8,94	3,09
	D.E.	2,71	1,35	0,62
	Mín	1,42	4,9	1,6
	Máx	14,74	11,04	4,2
<i>Centropomus sp.</i>	n	1	1	1
	Media	30,21	12	5,5
	D.E.	0	0	0
	Mín	30,21	12	5,5
	Máx	30,21	12	5,5
<i>Gobiomorus maculatus</i>	n	6	6	6
	Media	15,95	11,6	3,69
	D.E.	6,27	1,83	0,77
	Mín	9,27	9,28	2,95
	Máx	27,63	14,5	5,1
<i>Poecilia reticulata</i>	n	85	85	85
	Media	1,29	4,15	0,86
	D.E.	0,91	0,93	0,34
	Mín	0,21	2,1	0,3
	Máx	6,65	7,5	2,23
<i>Sicydium rosenbergii</i>	n	8	8	8
	Media	2,96	5,89	2,86
	D.E.	2,43	1,5	0,68
	Mín	0,49	3,7	1,9
	Máx	7,3	8,2	4

	n	4	4	4
<i>Trychomicterus taenia</i>	Media	0,24	2,93	0,48
	D.E.	0,14	0,56	0,15
	Mín	0,08	2,2	0,4
	Máx	0,36	3,5	0,7

Nota. Elaboración propia.

Una vez realizados los análisis estadísticos para la caracterización de especies donde se tomó en cuenta el peso (gr), la longitud estándar (cm) y el alto del cuerpo (cm); se procedió a la evaluación del análisis de varianza ANOVA, para el cual se buscó identificar diferencias significativas entre los dos puntos de estudio para cada especie, tomando como referencia el parámetro k (estado de condición), el cual muestra la relación entre el tamaño y el peso de la especie en estudio; cabe destacar que mientras el valor de k sea mayor, las condiciones de los peces serán mejores y en caso contrario los peces se considera con escasa condiciones de salud. Los resultados de ANOVA se presentan a continuación.

Tabla 13

Análisis de varianza para la especie Poecilia reticulata.

Especie	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
<i>Poecilia reticulata</i>	K	85	0,09	0,08	32,2

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23903,48	1	23903,48	8,07	0,0057
Punto	23903,48	1	23903,48	8,07	0,0057
Error	245929,31	83	2963		
Total	269832,8	84			

Test: Tukey Alfa=0,05					
DMS=34,98560					
Error: 2963,0038 gl: 83					
Punto	Medias	n	E.E.		
2	162,57	74	6,33	A	
1	212,53	11	16,41		B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Elaborada en Excel por Panchano, N (2022).

El análisis de varianza señala que existen diferencias significativas entre los dos puntos de estudio debido a que el modelo tiene un p-valor = 0,0057 siendo menor al error aceptado del 5% (0,05); es por ello que se procedió a realizar un análisis post hoc a través de la prueba Tukey con un alfa = 0,05 donde se encontró que realmente existen diferencias entre ambos, donde el punto 2 mostro una media mayor con 212,53 en relación a la variable k correspondiente al estado de condición de los peces, mostrando así que existen un mayor y mejor desarrollo de estos en la zona media de la cuenca del río Camarones.

Tabla 14

Análisis de varianza para la especie Sicydium rosenbergii.

Especie	Variable	N	R²	R² Aj	CV
<i>Sicydium rosenbergii</i>	K	8	0,59	0,52	10,8

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1328,85	1	1328,85	8,71	0,0256
Punto	1328,85	1	1328,85	8,71	0,0256
Error	915,28	6	152,55		
Total	2244,13	7			

Test: Tukey Alfa=0,05					
DMS=22,07085					
Error: 152,5467 gl:					
6					
Punto	Medias	n	E.E.		
1	104,37	5	5,52	A	
2	130,99	3	7,13		B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Elaborada en Excel por Panchano, N (2022).

De igual manera, se realizó el análisis de varianza a cada una de las especies encontradas, sin embargo, solo estas dos especies mostraron diferencias significativas, entre los dos puntos de estudio. En este caso el modelo presentó un p-valor = 0,0256 siendo menor al error aceptado del 5% (0,05); es por ello que se procedió a realizar un análisis post hoc a través de la prueba Tukey con un alfa = 0,05 donde se encontró que realmente existen diferencias entre ambos, donde el punto 2 mostro una media mayor con un valor de 130,99

en relación a la variable k correspondiente al estado de condición de los peces, mostrando así que existen un mayor y mejor desarrollo de estos en la zona media de la cuenca del río Camarones.

En este orden de ideas, es importante mencionar que solo estas dos especies reportaron diferencias significativas, mientras que el resto no presento valores diferentes en ambos puntos de estudio. Sin embargo, se realizó, además la comparación entre el alto del cuerpo, la longitud estándar y el peso de los peces, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 15

Análisis de varianza para la variable alto del cuerpo (cm).

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Alto cuerpo/cm	119	0,35	0,34	65,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	54,69	1	54,69	62,23	<0,0001
Punto	54,69	1	54,69	62,23	<0,0001
Error	102,81	117	0,88		
Total	157,5	118			

Test: Tukey Alfa=0,05					
DMS=0,37672					
Error: 0,8787 gl:					
117					
Punto	Medias	n	E.E.		
2	1,01	85	0,1	A	
1	2,51	34	0,16		B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Elaborada en Excel por Panchano, N (2022).

Tabla 16

Análisis de varianza para la variable Longitud estándar (cm).

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Longitud estándar/cm	119	0,27	0,26	41,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	199,59	1	199,59	42,38	<0,0001
Punto	199,59	1	199,59	42,38	<0,0001
Error	550,96	117	4,71		
Total	750,55	118			

Test:Tukey Alfa=0,05

DMS=0,87208

Error: 4,7091 gl:

117

Punto	Medias	n	E.E.		
2	4,45	85	0,24	A	
1	7,32	34	0,37		B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Elaborada en Excel por Panchano, N (2022).

Tabla 17

Análisis de varianza para la variable Peso (gr).

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Peso gr	119	0,16	0,16	139,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	472,17	1	472,17	22,79	<0,0001
Punto	472,17	1	472,17	22,79	<0,0001
Error	2424,24	117	20,72		
Total	2896,42	118			

Test:Tukey Alfa=0,05

DMS=1,82929

Error: 20,7200 gl:

117

Punto	Medias	n	E.E.		
2	2,01	85	0,49	A	
1	6,42	34	0,78		B

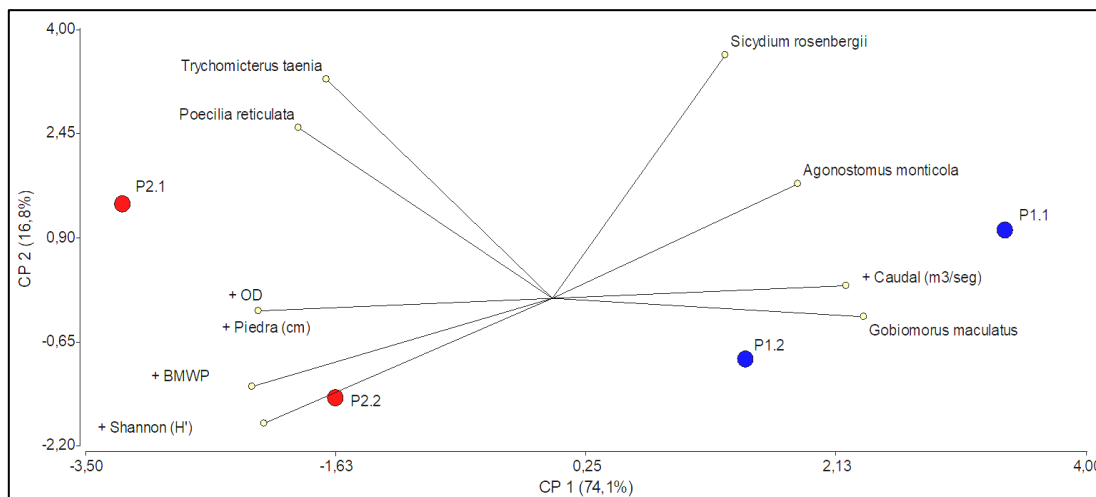
Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Elaborada en Excel por Panchano, N (2022).

Así mismo, se realizó un análisis de varianza ANOVA para cada una de las variables como alto del cuerpo, longitud estándar y peso de las diferentes especies encontradas, encontrando diferencias significativas, entre los peces en ambos puntos de estudio. En cada una de estas variables cada uno de los modelos presentó un p-valor de $<0,0001$; siendo estos menores al error aceptado del 5% (0,05); es por ello que se procedió a realizar un análisis post hoc a través de la prueba Tukey con un alfa = 0,05 donde se encontró que realmente existen diferencias entre ambos, donde el punto 2 mostro una media mayor con un valor para el alto del cuerpo = 2,51 cm; el Longitud estándar = 7,32 cm y el peso con 6,42 gr en relación con los valores de los peces de la cuenca baja, demostrando que existen mejores condiciones en la zona media de la cuenca del río Camarones para las especies estudiadas.

Para complementar el estudio en relación a la caracterización ecológica del río camarones durante el periodo de verano en el año 2022, se ejecutó un análisis de componentes principales con todos los parámetros cuantitativos que se tomaron en consideración para la investigación, con la intención de identificar el agrupamiento que tienen los diferentes elementos que se están comparando. En este sentido, los resultados se muestran en la siguiente figura.

Figura 3

Análisis de componentes principales para la caracterización ecológica del río camarones.



Nota. Elaboración propia.

En la figura se identifica básicamente, que el componente 1 representado en el eje

horizontal, está diferenciando los dos puntos en estudio, es decir, del lado izquierdo se observan los parámetros que prevalecen en el punto 2 (cuenca media) y del lado derecho se observan los parámetros que prevalecen en el punto 1 (cuenca baja) incluso para ambos muestreos. Específicamente, se evidencia la caracterización de cada uno de ellos, siendo el caso del punto 1, donde se observa la presencia de especies como *Sicydium rosenbergii*, *Agonostomus moticola* y *Gobimorus maculatus*, además de una característica ambiental señalando que existe mayor caudal.

De la misma forma, en el punto 2, se observa la presencia de especies como *Trychomicterus taenia* y *Poecilia reticulata*, además de los parámetros ambientales que muestran mayor Oxígeno Disuelto (+OD), mayor cantidad de piedras en el sustrato y mayores índices de calidad ambiental e incluso un valor positivo para el índice de Shannons (H) que representa la presencia de mayor biodiversidad o calidad ambiental en la zona.

5. DISCUSIÓN

Esta investigación presentó un análisis de la caracterización ecológica del río camarones durante el periodo de verano en el año 2022, en la cual se analizaron las condiciones físico-químicas del medio fluvial, además de la caracterización de la geomorfología presente, para así describir las comunidades de peces y macro invertebrados, y su uso como bioindicadores de calidad. En este sentido, se estudió si la presencia de asentamientos humanos podría influir en las condiciones ecológicas del río Camarones, al evaluar el estado de las aguas afectadas por posibles impactos antrópicos.

Las características encontradas en el estudio para el río Camarones, coincide con lo establecido por Vera & Díaz (48), al señalar que los ríos son una rica fuente de agua para los organismos vivos, donde albergan numerosos hábitats con una gran biodiversidad, incluidos organismos como bacterias, plancton, hongos, plantas, invertebrados y vertebrados, por lo que son importantes para la región y la biosfera, en general. En su estado natural, todas estas fuentes de recursos proporcionan agua para las comunidades locales, se purifican, controlan inundaciones y sequías, mantienen hábitats para peces, aves y vida silvestre, y transportan sedimentos, nutrientes y salinidad de los estuarios. Por lo tanto, con los datos obtenidos se evidencia que este río desempeña una función relevante desde el punto de vista ecológico para las fuentes de agua y la vida en ellas, donde además de ser un espacio donde confluyen diferentes especies, se encarga de transportar el agua proveniente de las nacientes de la cuenca donde recibe y almacena el agua que circula libremente por la superficie en sus diferentes temporadas naturales y estacionalidad local.

En este sentido, para la caracterización de la geomorfología presente en el río Camarones, esta condición fluvial está estrechamente relacionada con los canales de alimentación de los ríos que en ocasiones dependen mucho del clima, es así que las variables analizadas permitieron demostrar que existe mayores niveles de piedra, arena y rocas en la parte baja del río producto de la sedimentación y las corrientes de agua, mientras que el promedio de piedra y grava se mantiene más alto en la cuenca media del río camarones. Esta afirmación es compartida por Jiménez & Arranz (52), los cuales mantienen que las condiciones fluviales son de relevancia en estudios con bioindicadores, de acuerdo a sus

resultados con la diversidad de especies a los gradientes ambientales, ya que la región se caracteriza por una fuerte relación de permeabilidad con el subsuelo, es decir que el agua subterránea puede abastecer al río en determinados tramos del cauce y viceversa.

Todo esto invita también a analizar la importancia de los peces y macroinvertebrados como bioindicadores, donde se evidencia que estos, ayudan a evaluar el estado ecológico de los ecosistemas acuáticos afectados por procesos de contaminación, asumiendo de esta manera similitudes con los resultados planteados por Jiménez & Arranz (52). Para ello, se han asignado valores numéricos a grupos de grandes invertebrados, según muestras en función de su resistencia a tipos de contaminación basados a su vez en índices.

Según Gamboa et al. afirma que.

“La inclusión de los macroinvertebrados de aguas dulces como parte del monitoreo ambiental de un ecosistema de esta índole, ha tenido un auge a nivel mundial en los últimos años, la apertura de nuevas ideas y maneras de estudiar el monitoreo ambiental ha conllevado a obtener conocimiento acerca cómo y con qué tipo de contaminante afectan las aguas dulces mediante el implemento de presencia/ausencia, comportamiento y bioquímica de estos animales. Por tanto, estos bioindicadores presentan una medida alternativa de la salud ambiental (51)”.

Es así como resulta de relevancia la incorporación de estos macroinvertebrados como bioindicadores de las condiciones en las que se encuentran afluentes y ríos, y su importancia para los estudios en gestión ambiental, basados en niveles permitidos por los diferentes organismos de gestión ambiental a nivel nacional e internacional. La información recolectada durante esta investigación permite inferir que existe mayor biodiversidad de especies en el punto 2 (P2-cuenca media) con la presencia de siete familias en relación a las cuatro familias encontradas en el punto 1 (P1-cuenca baja); esto además se evidenció con los valores obtenidos para el índice BMWP, donde en el P1 su valor fue de 19,0 el cual, según la escala de este indicador muestra una intervención “grave” con una calidad del agua muy contaminada y por lo tanto en estado crítico. Mientras que, en el P2, su valor fue de 54,5 representando una intervención “leve” y una calidad de aceptable a buena, posiblemente se

le atribuye a que en este punto la presencia de asentamientos humanos es más escasa y alejada; esto podría indicar que la intervención antrópica está generando un efecto en la presencia de macro invertebrados y las condiciones ecológicas del río Camarones. Estos resultados, se asemejan a los obtenidos por Vera & Díaz (1), donde las mayores afectaciones las encontraron río abajo debido a la presencia de asentamientos y comunidades.

En la provincia de Esmeraldas y específicamente en el río Camarones, gracias a este estudio de los invertebrados acuáticos se ha generado información como base para el uso de indicadores como el BMWP para el monitoreo de cuencas terrestres y hídricas. Además, estos resultados también fueron descritos por Mónico (49), al señalar que la presencia de macroinvertebrados en todos los cuerpos de agua permite realizar estudios comparativos en otras regiones e incluso países tomando en consideración los caudales ecológicos y de ellos los indicadores de alteración hidrológica.

Los macro invertebrados son los organismos más utilizados en los estudios que involucran la contaminación de los ríos como indicador de la calidad del agua, debido a que estas comunidades acuáticas responden a las perturbaciones ambientales, que se encuentran en el área donde habitan, debido a que son desechos municipales y agrícolas, que afectan el suelo, entre otros tipos de contaminación. Estos hallazgos al compararlos con los de Ramírez (50), donde se evaluó la calidad ecológica en la cuenca del río negro, desde los macro invertebrados acuáticos como metodología de análisis, se confirma la similitud a lo encontrado en este estudio, donde los indicadores ecológicos se analizaron mediante la presencia de macro invertebrados afirmando que estos, brindan diversas ventajas en la evaluación de la calidad del agua sobre otros componentes de la fauna acuática.

Por otro lado, se evidenció la presencia de seis familias de peces donde a través de su análisis comparativo de su estado de condición (índice k), se logró identificar diferencias significativas, solo en dos de ellas, *Poecilia reticulata* y en *Sicydium rosenbergii*; mientras que en las especies restantes sus estados de condición, se pueden considerar similares. Lo que evidencia que los peces que se encontraron en la zona media presentaron mejor “estado de salud”. Esto se explica porque existe una mayor acumulación de detritos en la parte baja,

por lo tanto, hay más nutrientes favoreciendo la presencia de la primera especie mencionada, que es más resistente; sin embargo, para el caso de la segunda especie, que es menos tolerante, que se alimenta mayoritariamente de pequeños insectos en el agua, se ven más afectados por las condiciones ambientales de la cuenca baja y por lo tanto presenta mejor estado de condición en la zona media.

Para las características geomorfológicas del río camarones, hubo en el punto 1 (P1) mayor presencia de sustratos finos, en este caso valores más altos en relación a la presencia de limo y arena, mientras que se evidenció una menor presencia de grava y así como también un menor porcentaje de piedra, aunque un mayor número de rocas, a diferencia del punto 2 (P2) donde hubo ausencia total de rocas pero mayor porcentaje de piedras, similar a los resultados obtenidos por Ramírez (3).

Cabe destacar además que, en el punto 1, se identificó un área despejada con ingreso de luz solar, plantaciones a su alrededor y abundante vegetación, pero con abundante presencia de desechos. Este río es utilizado por las comunidades cercanas como fuente de descarga para las aguas utilizadas por ellos y sin un indicador válido para el efecto contaminante del río. Mientras que en el punto 2, se observó un área abierta con ingreso de luz solar y con abundante vegetación a sus alrededores, y que a pesar de estar cercana a una comunidad pequeña el río tiene alta presencia de especies de peces; siendo esto característico de este tipo de comunidades como lo expresa también Mónico (2) en sus investigaciones en la cuenca del río Órbigo en Colombia.

6. CONCLUSIONES

En cuanto al análisis de las condiciones físico-químicas del medio fluvial, el río Camarones presento un nivel de PH mayor a 7, siendo este un indicador de condición alcalina, de acuerdo a la normativa ambiental de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre dicho rango está dentro de los intervalos permitidos. Mientras que los valores de OD se encuentran en un buen nivel con 7,8; ya que estos no deberían ser menores a 5 mg/L.

La parte baja de la cuenca, presenta valores mayores de limo, arena y roca, mientras que la parte media del río tienen valores superiores en grava y en tamaño de la piedra, producto de la sedimentación y fricción a lo largo del río. Aunque los caudales son superiores en la cuenca baja, su valor no es significativamente mayor debido a las características edafológicas de la región, que favorece una filtración y aporte de aguas subterráneas.

En cuanto a la caracterización biológica, en la cuenca baja se lograron identificar 10 familias con un número total de 58 especies. De acuerdo al índice de calidad la parte baja presentó condiciones en mal estado, (BMWP = 9,0), es decir con un grado de intervención “grave”; mientras que la parte media se encuentra aún en mejores condiciones (BMWP = 54,5), con la presencia de 14 especies con un total de 394, es decir, esta zona tiene un grado de intervención “leve”.

Finalmente, se lograron identificar cinco especies de peces dominantes, desde el punto de vista de la caracterización ecológica, del río camarones en ambos niveles de la cuenca, entre ellas *Sicydium rosenbergii*, *Agonostomus moticola*, *Gobimorus maculatus*, *Trychomicterus taenia* y *Poecilia reticulata* describiendo así las comunidades de peces y macro invertebrados, como una fuente confiable en relación a bioindicadores de la calidad del agua.

7. RECOMENDACIONES

La evaluación de la calidad del agua debe considerarse una prioridad porque el agua es un recurso esencial para los organismos vivos. Este recurso es considerado el más vulnerable, ya la vez un factor limitante e importante para la realización de diversas actividades industriales y cotidianas, entre otras. Dependiendo del gradiente de calidad a lo largo del río, se evidencian los efectos de diferentes actividades, como represas, procesos de erosión, modificación de canales y descarga de aguas residuales domésticas e industriales.

Este estudio inicial se convierte en una herramienta importante para la identificación y planificación de actividades para mejorar las condiciones del agua en este afluente, las cuales son fundamentales para el sustento de las comunidades cercanas al río Camarones ubicado en Esmeraldas, siendo además una importante fuente de información para los diferentes programas y facultades donde se manejan las carreras de gestión ambiental o ciencias agropecuarias, como una fuente de información viva, que aporta datos acerca de las condiciones medio ambientales de las diferentes zonas en la provincia de Esmeraldas.

Se recomienda la implementación y seguimiento de estos análisis para establecer estrategias de acción que aporten a planes de mejoramiento ambiental desde la academia, en cada uno de los ríos que se encuentran en la provincia de Esmeraldas, a través de la creación de nuevos conocimientos, que permitan mejorar las habilidades y destrezas por medio de métodos de aprendizaje y diferentes técnicas disponibles para la determinación de la calidad del agua.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bojorge Garcia MG, Cantoral Uriza A. La importancia ecologica de las algas en los rios. Hidrobiologica. 2016;; p. 1-8.
2. Villamarin C, Prat N, Rieradevall M. Caracterización física, química e hidromorfológica de los ríos altoandinos tropicales de Ecuador y Perú. Latin american journal of aquatic research. 2014;; p. 1072-1086.
3. Lozano M, Pujante A, Martínez F. Estudio del estado ecológico de las cabeceras de los ríos Bergantes, Mijares y Palancia (Castellón, España). Real Sociedad Española de Historia Natural. 2006;(57-70).
4. Acosta R, et. al. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. Asociacion Ibérica deLimnología. 2009;; p. 35-64.
5. Escobar Gutierrez AF, Montoya Moreno Y. LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y LA CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN UNA QUEBRADA ANDINA, ANTOQUIA-COLOMBIA. Revista Politecnica ISSN. 2019;; p. 65-81.
6. Trama F, Salcedo Gustavson S, Demarcy L, et al.. Índices de calidad de habitat y macroinvertebrados en siete cuencas del Parque Nacional Yanachaga Chemillén y su zona de amortiguamiento: conservacion y manejo del bosque ribereño en el Perú. Revista peruana de biologia. 2020;; p. 149-168.
7. Ministerio de agricultura ayma. Protocolo de cálculo del índice IBMWP. España;; 2013.
8. Fernández L, Rau J, Arriagada A. Calidad de la vegetación ribereña del río Maullín (41° 28' S; 72° 59' W) utilizando el índice QBR. Guayana Botanica. 2009;(269-278).
9. Prado E. ESTADO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TEAONE (CUENCA BAJA) ENTRE LA TERMOELECTRICA Y LA DESEMBOCADURA DEL RÍO ESMERALDAS, SECTOR DE LA PROPICIA 1. ;2015.
10. Cuenca C. COMPARACIÓN DE LA ACUMULACIÓN DE DISTritos LEÑOSOS EN LA CUENCA DELOS RIOS ATACAMES Y SUA. ; 2018.
11. Mendoza Cariño M, Quevedo Nolasco A, Bravo Vinaja A, et al.. Estado ecologico de rios y vegetacion ribereña en el contexto de la nueva Ley General de Aguas de Mexico. Ciudad de Mexico;; 2014.

12. Montaña H. COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LAS CUENCAS DEL RÍO ATACAMES Y SUAS. ; 2018.
13. Elozegi A, Sabater S. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. ; 2009.
14. Arenas A. ESTUDIO DIAGNÓSTICO DE DISPONIBILIDAD HÍDRICA CUENCA DEL RÍO CAMARONES. Santiago de Chile.; 2016.
15. Calles J. Bioindicadores terrestres y acuáticos para las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, provincia de Bolívar. EcoCiencia. 2007 Julio.
16. García Alzate C, Villegas A. P, Valencia C. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BIOLÓGICO DEL RÍO SANTO DOMINGO, AFLUENTE RÍO VERDE, CUENCA DEL RÍO LA VIEJA, ALTO CAUCA, COLOMBIA. 2017 Junio;(31-51).
17. Tooth S, Viles H. 10 razones por las cuales la geomorfología es importante. British Society for Geomorphology. 2014.
18. Ambiente SdEdAyCdMdM. LA SITUACIÓN ACTUAL Y LOS PROBLEMAS EXISTENTES Y PREVISIBLES; 2000.
19. Carrera C, Fierro K. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua Quito: EcoCiencia; 2001.
20. Vázquez E, Rojas T. pH: teoría y 232 problemas. División de ciencias naturales e ingeniería. 2016 mayo.
21. Agencia de Protección del Medio Ambiente de California. Folleto informativo conductividad eléctrica/salinidad. Folleto. ; 2013.
22. Oxígeno disuelto. ; 2015.
23. Turbidez. ; 2015.
24. Cabrera E, Hernández L, et al.. Determinación de nitratos y nitritos en agua. Comparación de costos entre un método de flujo continuo y un método estándar. Revista de la Sociedad Química de México. 2003 Marzo; 47(1).
25. Pütz P. Eliminación y determinación de fosfato. Práctico. ; 2008.
26. UICN. UIC. [Online].; 2020. Available from: <https://www.iucn.org/es/news/america-del-sur/202003/un-nuevo-plan-para-recuperar-la-biodiversidad-de-agua-dulce>.
27. Torralba A, García J, et al.. Caracterización biológica multicriterio del estado de conservación del río Louredo (N Portugal). IV CONGRESO DE BIODIVERSIDAD. 2013 febrero.
28. Martínez A, Correcher E, et al.. Estudio del estado ecológico de los ríos de la cuenca hidrográfica del Júcar (España) mediante el índice BMWP. Limnetica. 2004.

29. Galeano E, Monsalve L, Mancera N. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DE QUEBRADASANDINAS EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, COLOMBIA. UDCA. 2017 diciembre.
30. Baquerizo M, et al.. Contaminación de los ríos: caso río Guayas y sus afluentes. Manglar.2019.
31. Oleas J, et al.. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE LOS RÍOS TEAONE Y ATACAMES EMPLEANDO MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES. Gestión ambiental. 2016.
32. Ecuador CdIRd. Constitución Política de la República del Ecuador. [Online].; 2008. Available from: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf.
33. Ambiente COd. [Online].; 2018. Available from: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf.
34. Ministerio del Ambiente AyTE. [Online].; 2015. Available from: https://maeesmeraldas.files.wordpress.com/2015/05/borrador_eia-camarones-1.pdf.
35. Jimenez P. Contaminantes del Río Atacames y sus Efectos sobre las Poblaciones de Ppeces. Propuesta de Mitigación. 2012.
36. Wentworth C. A escale of grade and class terms for clastic sedimes. 1922; 30(5): p. 377-392.
37. Little E, Dixon R, et al.. Arboles comunes de la Provincia de Esmeraldas, Ecuador. 1983.
38. Palacios W. Arboles del Ecuador; 2011.
39. Rapid Bioassessment Protocols For Use in Streams and Wadeable Rivers:Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish. 2nd ed.; 1998.
40. Alvarez L. Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos comoindicadores de la calidad del agua. HUMBOLT. 2005.
41. Ríos B, Acosta R, et al.. The Andean Biotic Index (ABI): revised tolerance to pollution values for macroinvertebrate familie and index performance evaluation. 2014.
42. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces)en aguas continentales del Perú. 2014.
43. Scott A. B, et al.. Standard Methods for Sampling North American Freshwather Fishes.American Fisheries Society. 2009.
44. Bohlin T, Hamrin S, et al.. Electrofishing -Theory and practice with special emphasis on salmonids. NINA norsk institutt for naturforskning. 1989; 9-43(173).

45. TULSMA. [Online].; 2018. Available from: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>.
46. Mojica JI, Lobon Cervia , et al.. Mojica, J.I., JCuantificación de la riqueza y abundancia de especies de peces en arroyos amazónicos: evaluación de un método de artes múltiples adecuado para ensamblajes de peces de arroyos de Tierra Firme. Fisheries Management and Ecology. 2014.
47. Clarke RT, Wright JF, Furse MT. models for predicting the expected macroinvertebrate fauna and assessing the ecological quality of rivers. Ecological Modelling. 2003.
48. Vera Velásquez A, Díaz Orozco AY. CARACTERIZACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA EN UN SECTOR DE LA CUENCA MEDIA RÍO CESAR. Revista CEMI. 2022 Diciembre; 3.
49. Mónico González V. Efecto del régimen de caudales ecológicos sobre los indicadores de alteración hidrológica. Caso de estudio, cuenca del río Órbigo (Demarcación Hidrográfica del Duero) Madrid: Universidad Politécnica de Valencia; 2022.
50. Ramírez Rodríguez MP. Uso de los macroinvertebrados acuáticos como metodología de evaluación de la calidad ecológica en la cuenca del río negro (Colombia) Colombia: Universidad Militar Nueva Granada; 2022.
51. Gamboa, Reyes, Arrivillaga. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. Boletín de Malariología y Salud Ambiental. 2008 Diciembre; 48(2).
52. Jiménez-Prado, P. y I. Arranz. 2021. The response of fish size and species diversity to environmental gradients in two Neotropical coastal streams. *Hydrobiologia*. 848, 4419-4432.

9. ANEXOS

Anexo 1



Orden: Coleoptera
Familia: Elmidae



Orden: Coleoptera
Familia: Hydraenidae



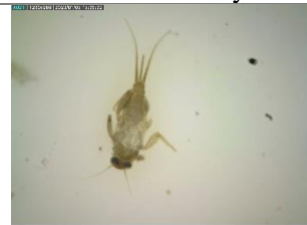
Orden: Coleoptera
Familia: Psephenidae



Orden: Coleoptera
Familia: Ptilodactylidae



Orden: Diptera
Familia: Chironomidae



Orden: Ephemeroptera
Familia: Leptohyphidae



Orden: Ephemeroptera
Familia: Leptophlebiidae



Orden: Coleoptera
Familia Elmidae adulto



Orden: Coleoptera
Familia: Hydrophilidae



Orden: Coleoptera
Familia: Scirtidae



Orden Trichoptera
Familia Hydropsychidae



Orden: Trichoptera

Anexo 2



Medición de la profundidad del caudal



Análisis de macroinvertebrados



Recolecta de peces mediante red de cerco



Análisis de peces (peso y tamaño)



Toma de datos físico químicos



Recolección de macroinvertebrados

Anexo 3

Tabla de muestreos por familia

Orden	FAMILIA	P1.1	P1.2	P2.1	P2.2	Abu. Abs.	Pres.Esta.	Abun.Rel.	Pres. Rel.
Diptera	Chironomidae		5		10	15	2	0,033	0,065
Hemiptera	Corixidae		2			2	1	0,004	0,032
Hirudiniforme	Cyclobdellidae	2				2	1	0,004	0,032
Coleoptera	Elmidae			36	25	61	2	0,135	0,065
Hemiptera	Gerridae		1		6	7	2	0,015	0,065

Coleoptera	Hydraenidae			15		15	1	0,033	0,032
Coleoptera	Hydrophilidae,			20	15	35	2	0,077	0,065
Trichoptera	Hydropsychidae	5	26	35		66	3	0,146	0,097
Ephemeroptera	Leptohyphidae			45	32	77	2	0,170	0,065
Ephemeroptera	Leptophlebiidae			25	18	43	2	0,095	0,065
Ostracoda	Ostracoda	1				1	1	0,002	0,032
Basommatophora	Physidae	2		2		4	2	0,009	0,065
Coleoptera	Psepheniidae			23		23	1	0,051	0,032
Coleoptera	Scirtidae			5		5	1	0,011	0,032
Diptera	Simuliidae				19	19	1	0,042	0,032
Mesogastropda	Thiaridae	21	15	12		48	3	0,106	0,097
Diptera	Tipulidae,	2				2	1	0,004	0,032
Oligochaeta	Tubificidae	2				2	1	0,004	0,032
Trichoptera	Xiphocentronidae			20	5	25	2	0,055	0,065