



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: MEDIO AMBIENTE

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN MEDIO AMBIENTE**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**RELACIÓN ENTRE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS Y
LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CARRIZAL, SITIO EL LIMÓN,
UTILIZANDO BIVALVOS COMO BIOINDICADORES**

AUTORES:

**CHANCAY GARCÍA RAMÓN ANTONIO
URETA ESPINOZA JOSÉ ABRAHAM**

TUTORA:

BLGA. MARÍA FERNANDA PINCAY CANTOS, M. Sc

CALCETA, DICIEMBRE 2019

DERECHOS DE AUTORÍA

Chancay García Ramón Antonio y Ureta Espinoza José Abraham, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual y su reglamento.

CHANCAY GARCÍA RAMÓN ANTONIO

URETA ESPINOZA JOSÉ ABRAHAM

CERTIFICACIÓN DE TUTORA

BLGA. MARÍA FERNANDA PINCAY CANTOS, M. Sc. certifica haber tutelado el proyecto **RELACIÓN ENTRE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS Y LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CARRIZAL, SITIO EL LIMÓN, UTILIZANDO BIVALVOS COMO BIOINDICADORES**, que ha sido desarrollada por **CHANCAY GARCÍA RAMÓN ANTONIO** y **URETA ESPINOZA JOSÉ ABRAHAM**, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

BLGA. MARÍA FERNANDA PINCAY CANTOS, M. Sc.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** el trabajo de titulación **RELACIÓN ENTRE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS Y LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CARRIZAL, SITIO EL LIMÓN, UTILIZANDO BIVALVOS COMO BIOINDICADORES**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por **CHANCAY GARCÍA RAMÓN ANTONIO** y **URETA ESPINOZA JOSÉ ABRAHAM**, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JOFFRE
ANDRADE CANDELL
M.Sc.

MIEMBRO

ING. SERGIO ALCIVAR
PINARGOTE, M.Sc.

MIEMBRO

ING. AGUSTÍN LEIVA PÉREZ, Ph.D
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos permitió formarnos como profesionales con una educación de calidad y calidez.

A Dios por ser nuestro regente y el que nos brinda día a día fuerza, voluntad, y ganas de superación venciendo obstáculos en este largo trayecto de educación; a nuestros compañeros de curso con quienes formamos otra familia.

A nuestros padres por darnos la vida, por ser la fuente principal de apoyo para seguir con nuestra formación, por sus consejos constantes y por ser el pilar fundamental en nuestros hogares.

A nuestra tutora, la Blga. María Fernanda Pincay por brindarnos la asesoría necesaria, los conocimientos óptimos y recomendaciones puntuales para que la elaboración del proyecto de tesis sea de calidad.

CHANCAY GARCÍA RAMÓN ANTONIO

y URETA ESPINOZA JOSÉ ABRAHAM

DEDICATORIA

Esta meta alcanzada con esfuerzo y entusiasmo quiero dedicarla y agradecer a Dios que es mi Luz y guía, que me ha llenado de Sabiduría, Fortaleza y Valentía para lograr mis ideales, sembrando en mí su fe que me llevara por los buenos caminos.

A mis padres que con los buenos consejos y apoyo han estado conmigo paso a paso y me han demostrado que la vida está llena de amor, trabajo, respeto y dignidad, que con todo su esfuerzo han sacado adelante a la familia, mostrando ser mi ejemplo a seguir y a mis hermanos por brindarme sus consejos que me han ayudado a crecer como persona a mi abuela Judith que día a día me dio el aliento y la ganas de seguir luchando para lograr alcanzar la meta.

CHANCAY GARCÍA RAMÓN ANTONIO

DEDICATORIA

Mi trabajo de titulación se lo dedico a Dios que es mi padre celestial y que me guía por el camino de la sabiduría, con mucho amor a mis padres en especial a Emigdio Ureta quien ha sido el pilar fundamental en mi desarrollo personal y profesional, a mis hermanos en especial a Jorge Ureta quien me ha aconsejado y ayudado con sus conocimientos en mi proceso de formación como Ingeniero Ambiental. A mi novia, amigos y demás familiares que de una u otra manera han colaborado con este logro.

URETA ESPINOZA JOSÉ ABRAHAM

CONTENIDO GENERAL

| | |
|---|----------|
| DERECHOS DE AUTORÍA | ii |
| CERTIFICACIÓN DE TUTORA..... | iii |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL..... | iv |
| AGRADECIMIENTO..... | v |
| DEDICATORIA..... | vi |
| DEDICATORIA..... | vii |
| CONTENIDO GENERAL..... | viii |
| CONTENIDO DE CUADROS Y GRÁFICOS | xi |
| RESUMEN | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| 1. CAPÍTULO I. ANTECEDENTES | 1 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN | 2 |
| 1.3. OBJETIVOS | 4 |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL..... | 4 |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 4 |
| 1.4. HIPÓTESIS | 4 |
| 2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| 2.1. EL AGUA..... | 5 |

| | |
|--|----|
| 2.2. CICLO HIDROLÓGICO..... | 5 |
| 2.3. CALIDAD DEL AGUA..... | 5 |
| 2.4. CUENCA HIDROGRÁFICA..... | 6 |
| 2.4.1. MANEJO DE CUENCA HIDROGRÁFICA | 6 |
| 2.4.2. SUBCUENCA DEL RÍO CARRIZAL | 7 |
| 2.5. ACTIVIDADES ANTRÓPICAS | 7 |
| 2.5.1. LA ACTIVIDAD GANADERA Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA | 8 |
| 2.5.2. LA AGRICULTURA Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA | 8 |
| 2.5.3. ACTIVIDAD CAMARONERA..... | 9 |
| 2.5.4. ACTIVIDADES DE TRANSFORMACIÓN..... | 9 |
| 2.5.5. ACTIVIDADES AGRÍCOLAS..... | 9 |
| 2.5.6. ACTIVIDADES TURÍSTICAS | 10 |
| 2.6. INDICADORES BIOLÓGICOS..... | 10 |
| 2.7. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS | 11 |
| 2.7.1. MOLUSCO | 11 |
| 2.7.2. BIVALVO | 12 |
| 2.7.3. BIVALVOS COMO INDICADOR DE CALIDAD DE AGUA | 13 |
| 2.8. ÍNDICES MÁS COMUNES DE MACROINVERTEBRADOS..... | 13 |
| 2.8.1. IBI..... | 14 |
| 2.8.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA DE ESPECIES..... | 15 |

| | |
|---|----|
| 2.8.3. ÍNDICES DE SHANNON-WIENER..... | 16 |
| 3. CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO | 17 |
| 3.1. UBICACIÓN | 17 |
| 3.2. DURACIÓN | 17 |
| 3.3. VARIABLES EN ESTUDIO | 18 |
| 3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE | 18 |
| 3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE..... | 18 |
| 3.4. MÉTODOS..... | 18 |
| 3.5. TÉCNICAS..... | 18 |
| 3.6. PROCEDIMIENTO..... | 19 |
| 3.6.1. FASE I. DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS | 19 |
| 3.6.2. FASE II. PONDERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL EMPLEO DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD..... | 20 |
| 3.6.3. FASE III. PROPUESTA DE MEDIDAS DE CONTROL Y MITIGACIÓN PARA EL INCREMENTO DE LA CALIDAD DEL RÍO EN EL SECTOR ESTUDIADO | 23 |
| 4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 24 |
| 4.1. DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS..... | 24 |
| 4.1.1. RESULTADOS DE LA ENCUESTA | 26 |
| 4.2. PONDERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL EMPLEO DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD | 31 |

| | |
|---|----|
| 4.3. PROPUESTA DE MEDIDAS DE CONTROL Y MITIGACIÓN PARA EL INCREMENTO DE LA CALIDAD DEL RÍO EN EL SECTOR ESTUDIADO.. | 37 |
| 4.3.1. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS..... | 41 |
| 5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 42 |
| 5.1. CONCLUSIONES..... | 42 |
| 5.2. RECOMENDACIONES..... | 43 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA..... | 44 |
| 7. ANEXOS..... | 54 |

CONTENIDO DE CUADROS Y GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 3.1. Ubicación de la zona de estudio..... | 17 |
| Gráfico 4.1. Actividades realizadas en la zona de estudio..... | 26 |
| Gráfico 4.2. Niveles de contaminación en aumento con las actividades productivas.. | 27 |
| Gráfico 4.3. Existencia de problemas ambientales..... | 27 |
| Gráfico 4.4. Problemas ambientales identificados..... | 28 |
| Gráfico 4.5. Disposición final de los residuos sólidos..... | 29 |
| Gráfico 4.6. Conocimiento sobre la educación ambiental..... | 30 |
| Cuadro 4.1. Actividades antropogénicas identificadas en la zona de estudio..... | 25 |
| Cuadro 4.2. Coordenadas de la zona de estudio..... | 31 |
| Cuadro 4.3. Sitios de muestreo en la zona de estudio..... | 31 |
| Cuadro 4.4. Registro promedio de longitud y ancho de los individuos recolectados por especie..... | 32 |

| | |
|---|----|
| Cuadro 4.5. Índice de Shannon para la estación El Morro..... | 33 |
| Cuadro 4.6. IBI para la estación El Morro..... | 33 |
| Cuadro 4.7. Índice de Shannon para la estación El Limón | 34 |
| Cuadro 4.8. IBI para la estación El Limón | 34 |
| Cuadro 4.9. Índice de Shannon para estación del Coliseo ESPAM MFL..... | 35 |
| Cuadro 4.10. IBI para la estación Coliseo ESPAM MFL..... | 35 |
| Cuadro 4.11. Índice de Shannon para toda el área de estudio considerada..... | 36 |
| Cuadro 4.12. Índice Biótico de Integridad para toda el área de estudio considerada . | 36 |
| Cuadro 4.13. Prueba t para una media (Valor de la media bajo la hipótesis nula: 0).. | 41 |

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la relación de las actividades antropogénicas y la calidad del agua del río Carrizal, sitio El Limón, se determinaron las actividades antropogénicas a través de recorridos registrados en una ficha de observación, predominan la agricultura de subsistencia con un 50% destacando los cultivos de banano a gran escala, la ganadería en un 13% y las actividades turísticas con 19%; se establecieron tres estaciones de muestreo (Puente El Morro, Puente El Limón, Lindero del Coliseo ESPAM); para la recolección y muestreo de bivalvos se empleó una red tipo Surber en horas de luz; posterior a la recolecta, se aplicó el índice de Shannon-Wiener el cual fue de 2,98 lo cual es considerado una diversidad media alta; ya que se identificaron cuatro especies: *Corbicula fluminea* con 322 individuos, *Larkinia grandis* con 4 ind., *Illichione subrugosa* con 6 ind., y *Crassostrea gigas* con 12 ind., para el cálculo del Índice de Integridad Biótica (IBI) el cual arroja un valor de 24 lo que indica una calidad del agua pobre, con lo que se rechazó la idea a defender planteada en la investigación y en función de estos resultados se realizó una encuesta que determinó el grado de conocimiento sobre la contaminación en la zona y en base a las apreciaciones de los encuestados se elaboraron medidas de control y mitigación enfocadas en la limpieza del lecho del río, reforestación de riberas, separación de residuos sólidos y prohibición de vertidos líquidos al agua del río.

Palabras clave: macroinvertebrados, IBI, calidad del agua.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the relationship between anthropogenic activities and the water quality of the Carrizal River, El Limón site, anthropogenic activities were determined through routes recorded on an observation sheet, subsistence agriculture predominates with a 50 % highlighting large-scale banana crops, livestock by 13% and tourism activities with 19%; three sampling stations were established (Puente El Morro, Puente El Limón, Lindero del Coliseo ESPAM); For the collection and sampling of bivalves, a Surber-type network was used during daylight hours; after the collection, the Shannon-Wiener index was applied, which was 2.98, which is considered a high average diversity; since four species were identified: *Corbicula fluminea* with 322 individuals, *Larkinia grandis* with 4 ind., *Illichione subrugosa* with 6 ind., and *Crassostrea gigas* with 12 ind., for the calculation of the Biotic Integrity Index (IBI) which produced a value of 24 which indicates a poor water quality, which rejected the idea to defend raised in the investigation and based on these results a survey was conducted that determined the degree of knowledge about pollution in the area and based to the opinions of the respondents, control and mitigation measures focused on river bed cleaning, riverbank reforestation, separation of solid waste and prohibition of liquid discharges into river water were developed.

Keywords: macroinvertebrates, IBI, water quality.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad la contaminación de agua a nivel mundial ha ido aumentando a un ritmo muy acelerado en función del crecimiento de la población y del desarrollo económico, debido a la demanda industrial y doméstica, el sector agrícola es el mayor consumidor de agua en el mundo; la contaminación del agua ha empeorado la calidad de los ríos de América Latina, África y Asia (Lozano, 2019). Se espera que la calidad del agua llegue a disminuir en las próximas décadas, lo que aumentará las amenazas para la salud humana y el medio ambiente; a nivel mundial una de los mayores contaminantes de agua es la carga de nutrientes y cientos de productos químicos (Connor, Coates, Uhlenbrook y Koncagül, 2018).

Los indicadores biológicos, que podrían hacer eco de los ecosistemas alterados, son sensibles a las presiones naturales y antropomórficas, como la contaminación por metales pesados, la eutrofización y el uso de la tierra, por lo tanto, se han realizado numerosos esfuerzos mediante el empleo de indicadores biológicos para mejorar y diagnosticar la salud ecológica del agua dulce (Niu, y *et al*, 2018).

Estudios de calidad de agua han adoptado indicadores biológicos como ayuda a métodos físicos y químicos para establecer el estado de los ecosistemas acuáticos, la ausencia o presencia de los macro-invertebrados acuáticos son utilizados para determinar la calidad de agua en diferentes estudios de contaminación orgánica e inorgánica (Roldán, 2016).

El cambio en la estructura de las comunidades de los bivalvos a lo largo de una cuenca produce una alteración en el gradiente longitudinal desde su nacimiento hasta su desembocadura, observando un aumento de riqueza de las especies. Los bivalvos se han situado como los organismos preferidos de la presencia de contaminantes como indicadores de la calidad de agua (Conti y Cecchetti, 2003). La contaminación en nuestro entorno que es el de influencia del Valle del

Carrizal, es un problema que afecta a la salud pública, principalmente por las descargas de aguas negras y la mala práctica agrícola, las cuales aportan nutrientes al río Carrizal (Barahona y Tapia, 2010) de la ciudad de Calceta.

Según lo antes expuesto se plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo influyen las actividades antropogénicas en la calidad del agua del río Carrizal, en el sitio El Limón?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El agua es un elemento fundamental para la vida de los seres humanos, está presente en todas las actividades que realizan y hasta hoy no se conoce otra sustancia que pueda sustituirla, por esa razón, se considera que es el recurso que definirá el desarrollo sostenible para las regiones del neotrópico (Barinas, 2008). Según Roldán (2016) un ecosistema acuático es un sistema funcional en el cual hay un intercambio cíclico de la materia y energía entre organismos vivos y el ambiente abiótico.

La gestión y administración adecuada de los recursos hídricos obliga a conocer su comportamiento y respuesta ante intervenciones antrópicas como la actividad agropecuaria, la urbanización e industrialización, siendo necesaria la implementación de métodos rápidos y económicos para el diagnóstico de la calidad del agua (Gil, Soto, Usma y Gutiérrez, 2012). Entre los indicadores biológicos, los macroinvertebrados son utilizados para evaluar la calidad del agua por su fácil interpretación, ya que sus funciones esenciales son indispensables para el mantenimiento de la integridad funcional de un ecosistema acuático (Pino *et al.*, 2003).

Para este tipo de análisis se usan invertebrados que son excelentes indicadores biológicos, ya que son organismos puntuales y selectos de estrés ambiental que pueden evaluar y predecir los efectos de las modificaciones ambientales antes que el daño sea irreversible (Hahn vonHessberg, Toro, Grajales, Duque y Serna, 2010). Son sensibles a cambios en los parámetros físicos, químicos como: pH, OD, temperatura, entre otros, además de que muestran sensibilidad ante alteraciones biológicas (Reinoso, 2016).

Los macroinvertebrados son animales que proporcionan excelentes indicios sobre la calidad de agua, algunos necesitan de unas buenas condiciones para poder sobrevivir, y otros abundan cuando hay contaminación entre ellas están algunas especies de los géneros Baetis y Baetodes; su uso especialmente de los bivalvos, son utilizados como instrumento biológico para la precisión de la calidad de agua (Madera, Angulo, Díaz, y Rojano, 2016). Las sales solubles en agua de los metales pesados son muy tóxicas y acumulables por los organismos que los absorben, los cuales a su vez son fuente de contaminación de las cadenas alimenticias al ser ingeridas por alguno de sus eslabones, pasando así al ser humano que ingiere este tipo de alimentos sin conocer su estado de origen.

Los bivalvos son capaces de concentrar microorganismos en su interior debido a que se alimentan por mecanismos de filtración no selectiva y como consecuencia, pueden ser reservorios de patógenos para el humano. Si la zona acuífera está contaminada estos pueden encontrarse en el interior de los bivalvos (Muñoz *et al.*, 2010). Así, su micro biota es un reflejo del agua donde se ha capturado o cultivado (López, Sousa y Gutiérrez, 2016).

El río Carrizal, es el principal cuerpo hídrico del cantón Bolívar, es una fuente acuática importante para el desarrollo de las comunidades a su alrededor, representa el valor económico en actividades agrícolas, pecuarias, turismo, consumo humano, entre otras (Barinas, 2008). Las prácticas antrópicas pueden estar contaminando el río Carrizal, por esta razón la metodología para analizar la calidad del agua serán los bivalvos porque su muestreo es simple y reducido, el análisis de los datos más eficientes y de bajo costo en comparación a otras técnicas analíticas de laboratorio (Casilla, 2014).

El precepto legal que justifica la investigación es la Ley de Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas que en el Art. 6 establece que “Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a... los ríos las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2017).

Lo tipificado se sustenta en la Constitución del Ecuador, Art. 12 donde se establece que el agua constituye un patrimonio estratégico; que de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 la “conservación y uso sostenible de los ecosistemas generadores del recurso y mantienen el caudal ecológico de quebradas, ríos, acuíferos y manantiales, es prioritaria, ya que son las principales fuentes para consumo humano y riego, y para proyectos hidroeléctricos (Asamblea Nacional, 2008).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia de actividades antropogénicas en la calidad del agua del Rio Carrizal, sitio El Limón.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las actividades antropogénicas.
- Ponderar la calidad del agua mediante el empleo de índices de diversidad.
- Proponer medidas de control y mitigación para el incremento de la calidad del río en el sector estudiado.

1.4. HIPÓTESIS

Las actividades antropogénicas influyen negativamente en la calidad del agua del río Carrizal, sitio El Limón.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. EL AGUA

Es el elemento natural más abundante de la tierra, ocupando más de dos tercios de la superficie terrestre. También está presente en grandes cantidades en nuestro cuerpo (más del 70% está formado por agua) y en las plantas, donde puede llegar en algunos casos a alcanzar un porcentaje del 99% (Rodríguez, 2017).

Piedra y Esquivel (2016) manifiestan que el agua existe en la Tierra en estado sólido (hielo), líquido o gaseoso (vapor de agua), su distribución es bastante variada, ya que muchas regiones tienen en abundancia mientras que en otras su disponibilidad es escasa, el agua en la Tierra, puede ser almacenada en cualquier uno de los reservorios siguientes: Atmósfera, Océanos, Lagos, Ríos, Suelos, Glaciares, Campos de Nieve, y las Aguas Subterráneas.

2.2. CICLO HIDROLÓGICO

El ciclo hidrológico involucra un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, este movimiento permanente del ciclo se debe fundamentalmente a dos causas: la primera, el sol que proporciona la energía para elevar el agua (evaporación); la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada descienda precipitación y escurrimiento (Llosa, 2017).

Los fenómenos hidrológicos son muy complejos, por lo que nunca pueden ser totalmente conocidos. Sin embargo, a falta de una concepción perfecta, se pueden representar de una manera simplificada mediante el concepto de sistema (Ordoñez, 2012).

2.3. CALIDAD DEL AGUA

Ramírez y Alberto (2016) manifiestan que la calidad de las aguas es una variable descriptora fundamental del medio hídrico, tanto desde el punto de vista de su caracterización ambiental, como desde la perspectiva de la planificación y

gestión hidrológica, ya que delimita la aptitud del agua para mantener los ecosistemas y atender las diferentes demandas.

La calidad de las aguas puede verse modificada tanto por causas naturales como por factores externos, cuando los factores externos que degradan la calidad natural del agua son ajenos al ciclo hidrológico, se habla de contaminación; la prevención, control y resolución de los problemas derivados de la contaminación de las aguas constituye uno de los objetivos que deben plantearse en cualquier política avanzada de gestión de recursos hídricos (Espinoza y Monserrat, 2016).

2.4. CUENCA HIDROGRÁFICA

Escudero *et al.*, (2018) manifestó que la cuenca hidrográfica es un área de captación natural del agua de precipitación de la lluvia que hace converger los escurrimientos hacia un único punto de salida.

Una cuenca hidrográfica está compuesta por un conjunto de superficies vertientes constituidas por la superficie del suelo y de una red de drenaje formada por los cursos de agua que confluyen hasta llegar a un lecho único en el punto de salida, en la figura podemos visualizar una delimitación de cuenca hidrográfica a partir de carta del ejército y de modelo digital de elevación (Pérez *et al.*, 2017).

Una cuenca hidrográfica es la parte del territorio que está delimitado por las zonas más altas del terreno. Estas partes altas hacen que el agua de lluvia y las nacientes corran hacia dentro de la cuenca dirigiéndose a riachuelos, quebradas o ríos, hasta alcanzar el río principal que desemboca en el mar o en algún lado. Además, son parte de la cuenca, el suelo, todas las plantas y animales, las personas y sus lugares de vivienda y trabajo (Acepesa, 2011)

2.4.1. MANEJO DE CUENCA HIDROGRÁFICA

(Rodríguez y Zambrano, 2017) manifestaron que las cuencas son proveedoras de servicios ambientales, los cuales se hacen cada vez más escasos, y dependen de la voluntad de los beneficiarios en invertir para que se sigan proporcionando. De hecho, el postulado que sirve de fondo para el desarrollo

sustentable, es el que plantea la necesidad de garantizar, para las futuras generaciones, el mismo acceso a los bienes y servicios que proporcionan las cuencas hidrográficas en el presente.

Es decir, se soporta en las acciones que se realizan para hacer un uso racional y sustentable de los recursos que se encuentran en una cuenca, al tomar en consideración su potencial y las actividades e intereses de las comunidades y sectores que en ella habitan e interactúan (Rodríguez y Zambrano, 2017).

2.4.2. SUBCUENCA DEL RÍO CARRIZAL

De acuerdo a lo expuesto por (Barahona y Tapia, 2010), el río Carrizal es la principal cuenca hidrográfica del cantón Bolívar, cuyo territorio tiene una extensión de 552 km², se ubica en el centro oriente de la provincia de Manabí (Andrade y Bravo, 2013). Los ríos de la región Costa del Ecuador se originan del deshielo de la Cordillera de los Andes.

La cuenca Carrizal-Chone, también llamada cuenca Bahía, está servida por: - Río Chone, con sus afluentes principales río Grande, río Mosquito, río Garrapata, y río San Lorenzo - Río Carrizal, con sus afluentes río Canuto, río Chico, Estero Tigra, río Severino, Estero Julián, río Bejuco, Estero Chorrillo, Mamey, Estero Zapote, río Canoas, río Barro, río Trueno, río Mosca, Estero Sarampión, río Junín y, río Bachillero (Burgos y Carpio, 2016).

2.4.3. ACTIVIDADES ANTRÓPICAS

De acuerdo a Ojeda *et al.*, (2017) el uso inapropiado que el hombre ha hecho de la tierra, eliminando las masas boscosas, ha sido causa principal en relación con el caudal de los ríos, es decir, se refleja en la más rápida evacuación del agua y en la calidad de la misma; la recepción de aguas contaminadas se da a través de dos fenómenos: las aguas de lluvias que discurren por el suelo y el subsuelo, que luego de su contacto con ella arrastran sub productos de las actividades humanas que cambian su calidad natural, y las aguas que luego de ser usada y transformada su calidad fisicoquímica, son reintegradas a los cuerpos de aguas naturales.

2.4.4. LA ACTIVIDAD GANADERA Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA

La ganadería es una de las prácticas de uso de la tierra más comunes, con impactos sobre la calidad del recurso hídrico. Cuando se da un sobrepastoreo, es un efecto muy negativo desde el punto de vista bacteriológico y químico (Roque, 2017).

Generalmente este efecto se observa en lugares de alta precipitación, fuertes pendientes, cercanos a fuentes de agua. Los contaminantes provenientes de estas áreas son arrastradas con facilidad y rapidez hacia los cuerpos de agua. El impacto más significativo se da en el caso de que estas fuentes hídricas estén desprovistas de cobertura vegetal que les de protección, o la ausencia de una zona de amortiguamiento, ya que estas corrientes arrastran microorganismos patógenos, nutrientes y sólidos suspensos (Torres, Peña, Zúñiga y Peña, 2012).

2.4.5. LA AGRICULTURA Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA

De acuerdo a Torres *et al.*, (2012) la agricultura constituye una de las actividades más practicadas en el mundo, particularmente en áreas rurales. Su impacto sobre la calidad del agua es de mucha importancia. Aproximadamente el 70% de los recursos hídricos del mundo son usados por la agricultura, lo cual significa el principal factor de la degradación de éstos, como consecuencia de la erosión y de la escorrentía química.

Según el mismo autor la agricultura es el mayor usuario del agua dulce a escala mundial y el principal factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, debido a la erosión y la escorrentía con productos proveniente de agroquímicos.

2.4.6. ACTIVIDAD CAMARONERA

Torres *et al.*, (2012) indica que el grado de impacto ambiental que ocasiona la acuicultura está directamente relacionado con el sistema de producción implementado. Los sistemas de producción más utilizados son: extensivo, semiintensivo e intensivo, a medida que se intensifica el sistema, mayor cantidad de insumos y materias primas son utilizados. Entre las actividades más comunes identificadas en el proceso productivo del camarón tenemos:

- el uso de alimento natural y formulado,
- el número de recambios periódicos de agua,
- la desinfección y lavado de estanques de producción,
- la cosecha,
- los estanques abandonados,
- el almacén de materiales.

2.4.7. ACTIVIDADES DE TRANSFORMACIÓN

El uso inapropiado que el hombre ha hecho de la tierra, eliminando las masas boscosas, ha sido la causa principal de disminución del agua en relación con el caudal de los ríos. Es decir, se refleja en la más rápida evacuación del agua y en la calidad de la misma (FAO, 2018).

La recepción de aguas contaminadas se da a través de dos fenómenos: las aguas de lluvias que discurren por el suelo y el subsuelo, que luego de su contacto con ella arrastran sub productos de las actividades humanas que cambian su calidad natural, y las aguas que luego de ser usada y transformada su calidad físico-química, son reintegradas a los cuerpos de aguas naturales (Torres *et al.*, 2012).

2.4.8. ACTIVIDADES AGRÍCOLAS

Las actividades agrícolas tienen mucha influencia en el uso del suelo, esto provoca la pérdida de los microorganismos que en él viven. El suelo es un recurso no renovable cuya formación ocurre de forma muy lenta por la

descomposición de la roca madre. La explotación agrícola puede llevar a la degradación del suelo, inicia con la pérdida de la cobertura vegetal, dicha degradación puede ser por los efectos causados por las prácticas agrícolas que el hombre hasta el día de hoy está utilizando (FAO, 2007) citado por González y Macías (2017).

Para Buroz (1998) citado por González y Macías (2017) el uso inadecuado de la tierra es pérdida de la biodiversidad, deterioro de la calidad del suelo, desequilibrios ecológicos entre otros, como incendios forestales llevándolo a un manejo inadecuado.

2.4.9. ACTIVIDADES TURÍSTICAS

Las actividades turísticas son aquellas encaminadas a ofrecer al turista la posibilidad de ocupar su tiempo ocio y/o vacacional, forman parte de la oferta turística y comprende toda una serie de productos, servicios y actividades en los que el propio turista es agente activo y pasivo de la propia actividad turística a desarrollar. Hoy en día, en la Comunidad Autónoma Canaria, expresa que las actividades turísticas están clasificadas en las actividades de turismo activo, balnearios, piscinas, parques acuáticos, instalaciones deportivo-turísticas, parques zoológicos y botánicos, las excursiones aéreas o marítimas con fines turísticos de pesca deportivo-turística, las actividades turísticas complementarias, tales como las atracciones y espectáculos (Gobierno de Canarias, 2015).

2.5. INDICADORES BIOLÓGICOS

Ferreras *et al.*, (2015) manifiestan que los indicadores biológicos se usan para comprobar la eficiencia de un proceso de esterilización, están diseñados para confirmar la presencia o ausencia de microorganismos viables después del proceso de esterilización, existen diferentes indicadores biológicos según el sistema de esterilización, el indicador biológico contiene esporas que son las más resistentes al método de esterilización empleado.

El uso de indicadores biológicos (IB) proporciona el único método, aceptado internacionalmente, para demostrar que logramos esterilizar el instrumental. Las fallas mecánicas de nuestros aparatos de esterilización y los errores del personal encargado de la esterilización, se hacen evidentes con la aplicación periódica (Hernandez *et al.*, 2016).

2.6. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Se denominan macroinvertebrados acuáticos aquellos invertebrados acuáticos con un tamaño superior a 500 μm , entre los que se incluyen animales como esponjas, planarias, sanguijuelas, oligoquetos, moluscos o crustáceos, como los cangrejos, los cuales desarrollan todo su ciclo de vida en el agua (Gonzales y Ceballos, 2017).

Los macroinvertebrados tienen una especial importancia en los ecosistemas acuáticos, al constituir el componente de biomasa animal más importante en muchos tramos de ríos y jugar un papel fundamental en la transferencia de energía desde los recursos basales hacia los consumidores superiores de las redes tróficas. Es decir, consumen la materia orgánica fabricada en el río por los organismos fotosintéticos, como algas o briófitos, y la materia orgánica procedente del ecosistema terrestre y la transfieren a los grandes vertebrados del ecosistema, representando la principal fuente de alimento de éstos (Gonzales y Ceballos, 2017).

2.6.1. MOLUSCO

El Phylum Mollusca representa el segundo grupo animal más diverso en cuanto al número de especies descritas, superado sólo por Arthropoda. La riqueza estimada del filo supera las 100 000 especies y se estima que pudieran existir entre 11 000 a 40 000 especies de moluscos aún no descritas para la ciencia, teniendo que de este filo los gasterópodos constituyen la clase más diversa dentro de los moluscos con aproximadamente 150 000 especies y se calcula entre 30 000 y más de 35 000 la riqueza global de especies de hábitos terrestres (Hernández *et al.*, 2018).

2.6.2. BIVALVO

Lázaro y Leandro (2017) manifestaron que los moluscos bivalvos son organismos acuáticos que pueden vivir tanto en el mar como en el agua dulce, la mayoría de los moluscos bivalvos viven enterrados en fondos blandos donde excavan a diferentes profundidades y son los que conocemos como «excavadores de fondos blandos», su mecanismo de enterramiento está basado en contracciones alternantes del pie, por lo que presentan un pie muy desarrollado.

Viven en la superficie del sustrato, generalmente arenoso o fangoso. La concha que está en contacto con el fondo suele ser plana y algunos tienen capacidad de realizar desplazamientos cortos por propulsión a chorro, lo que hacen abriendo y cerrando repetidamente sus valvas a modo de palmeo. Para ello mantienen un único músculo aductor de gran tamaño que tiene una región de músculo estriado que permite este movimiento rápido de apertura-cierre y otra de músculo liso para cerrar la concha firmemente durante largos períodos de tiempo (Osorio y Bahamonde, 2015).

Martínez *et al.*, (2018) manifestaron que los pelecípodos poseen una concha externa formada por dos valvas (bivalvos). Su pie tiene forma de hacha que es lo que significa el nombre pelecípodos; las branquias son laminares (lamelibranquios) y la cabeza está muy poco diferenciada (acéfalos). El manto está formado por dos lóbulos laterales que envuelven y protegen todo el cuerpo del animal.

Su cuerpo está dividido en: cabeza, pie y masa visceral. La pared de la parte dorsal del cuerpo se pliega y se extiende a cada lado del cuerpo formando el manto o palio; el espacio situado entre el manto y el cuerpo se denomina cavidad del manto o cavidad paleal. En la porción dorsal de la cavidad paleal existen unas glándulas hipobranquiales; producen un moco que retienen partículas de sedimento (Martínez *et al.*, 2018).

2.6.3. BIVALVOS COMO INDICADOR DE CALIDAD DE AGUA

Los moluscos bivalvos concentran los contaminantes que se hallan en la columna de agua donde crecen, estos contaminantes, en especial los metales pesados (Hg, Cd y Pb) que llegan a sus tejidos por bioacumulación (Carrales, 2015; Castro, 2015) pueden provocar enfermedades en las personas que los consumen, en el caso de los contaminantes fecales (Iriarte, 2014), el peligro se ve potenciado porque a menudo los moluscos se consumen crudos o poco cocinados; limitar el peligro de las enfermedades depende en parte del aprovisionamiento de moluscos de zonas donde los contaminantes se encuentren a niveles relativamente bajos, el riesgo puede reducirse más mediante un tratamiento adecuado después de la recolección (Tripp *et al.*, 2018)

Hernández *et al.*, (2015) manifiestan que los contaminantes químicos, como los metales pesados, plaguicidas, organoclorados o sustancias petroquímicas, constituyen un peligro potencial en algunas zonas. Sin embargo, no existen pruebas, ni en informes epidemiológicos ni en la literatura científica, de que las enfermedades provocadas por el consumo de moluscos contaminados con sustancias químicas constituyan un problema significativo.

2.7. ÍNDICES MÁS COMUNES DE MACROINVERTEBRADOS

A diferencia de los análisis físicos y químicos, los cuales representan la condición del agua en el momento del muestreo, los indicadores biológicos muestran tendencias a través del tiempo, es decir, se pueden comparar condiciones pasadas y presentes. De igual manera, mediante el uso de indicadores biológicos es posible detectar eventos puntuales de toxicidad, los cuales a menudo no son detectados por las mediciones físicas y químicas estándares; se consideran dentro del grupo de los bioindicadores a los macroinvertebrados como los de mayor aceptación, ya que poseen la ventaja de tener un tiempo de vida largo y se observan a simple vista (Santamaría y Bernal, 2016).

2.7.1. IBI

La integridad biótica como “la capacidad de un ecosistema para soportar y mantener una comunidad adaptada, integrada y balanceada de organismos que tienen una composición de especies, diversidad y organización funcional comparable a los hábitats naturales de la región (Barrios, Rodríguez-Olarte y García, 2015).

Este índice es de gran importancia porque se encarga de medir la capacidad de un sistema acuático para la comunidad de organismos adaptada, integrada y equilibrada, teniendo una composición de especies, diversidad y organización funcional comparable a la del hábitat natural de la región (Masson, Gonzalez, Dubny, Othax y Peluso, 2017).

Cuadro 2. 1. Parámetros utilizados en el desarrollo de IBI, modificado para bivalvos.

| Categorías | 5 | 3 | 1 |
|---|----------|-----------|----------|
| Composición y riqueza de especies | | | |
| a) Número de especies | >9 | 5-8 | <4 |
| b) Índice de diversidad (Shannon Wiener) | >2.19 | 2.18-1.39 | <1.38 |
| Composición trófica | | | |
| c) Proporción de omnívoros | <20 | 20-45 | >45 |
| d) Proporción de detritívoros | >2 | 1 | 0 |
| e) Proporción de herbívoros | >3 | 1-2% | 0 |
| f) Proporción de carnívoros tope | >3 | 1-2% | 0 |
| Abundancia y condición de los bivalvos | | | |
| g) Número de individuos | >280 | 279-140 | <140 |
| h) Proporción de bivalvos con anomalías | 0 | 1-2 | 3 |

Fuente: Karr y Dudley (1981)

El cuadro 2.1, resume los criterios de aplicación para el desarrollo del IBI, desarrollados por Karr y Dudley (1981) y modificados y empleados por Masson, Gonzalez, Dubny, Othax, y Peluso (2017); los criterios engloban tres categorías: composición y riqueza de especies; abundancia y condición de los bivalvos, las cuales están ponderadas en tres niveles cuantitativos bajo una escala (1, 3 y 5) los que presentan valores asociados a cada una de las métricas dentro de esa categoría; el resultado de cada una de las métricas es lo que dará el valor final del IBI y el cual se podrá contrastar con la tabla de atributos y puntuaciones en la que se refleja la calidad de la clase de integridad.

Cuadro 2.2. Clase de integridad biótica, atributos y puntuaciones

| Clases de Integridad | Atributos |
|---------------------------------|--|
| Excelente (52-55) | Comparable a las mejores condiciones naturales, sin influencia del hombre; todas las especies nativas esperadas para el hábitat o tamaño del cuerpo de agua presentes, incluyendo las formas intolerantes; estructura trófica balanceada. |
| Buena (42-47) | Riqueza de especies un tanto por debajo de lo esperado, debido especialmente a la pérdida de las formas intolerantes; algunas especies con distribución de la abundancia o de tamaño inferior al óptimo; la estructura trófica muestra algunos signos de estrés. |
| Regular (32-38) | Signos de deterioro adicional, incluye pocas especies, intolerantes; estructura trófica más alterada (p. ej., aumento en la frecuencia de omnívoros); las mayores clases de edad de carnívoros tope pueden ser raras. |
| Pobre (21-28) | Dominada por omnívoros, especies tolerantes a la contaminación y de hábitat generalistas, pocos carnívoros tope; tasas de crecimiento y factores de condición comúnmente disminuidos; presencia de formas hídras y bivalvos con enfermedades. |
| Muy pobre (<21) | Pocos bivalvos presentes, la mayoría introducidos o formas muy tolerantes; los híbridos son comunes; parásitos y enfermedades frecuentes, los daños y otras anomalías (tumores) son comunes. |
| Ausencia de bivalvos (0) | Los individuos están ausentes en repetidos muestreos. |

Fuente: Karr y Dudley (1981)

El cuadro 2.2, presenta las clases de integridad biótica, los atributos y puntuaciones a considerar para establecer la calidad del cuerpo hídrico evaluada a través de los bivalvos como bioindicadores, las clases son cinco y están representadas por una escala numérica que van de excelente (52-55 puntos), buena (42-47 puntos), regular (32-38 puntos), pobre (21-28 puntos) y muy pobre (< 21 puntos) y ausencia de bivalvos (0). Dentro del marco del IBI, la delimitación de la integridad biótica se logra cuando se compilan varias métricas biológicas para crear un rango de valores que un flujo puede exhibir, con valores más bajos que indican un alto estrés, y la distribución de los valores del IBI en una región actúa para informar los objetivos de gestión para mitigación de estresores (Wellemeier, Perkin, Fore, y Boyd, 2018).

2.7.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA DE ESPECIES

La elección de la riqueza de especies y el número total de individuos como primer criterio, debido a consideraciones biogeográficas, estacionales y de características del área (tamaño). Mediante el IBI son evaluados diferentes parámetros de la composición de especies para conocer la tolerancia en cada especie, ya que la presencia de especies intolerantes es un criterio importante (Piñón *et al.*, 2014).

2.7.3. ÍNDICES DE SHANNON-WIENER

Uno de los primeros fue el índice de Shannon-Wiener para medir la diversidad de los de los macroinvertebrados sometidos a la contaminación del agua durante la década de 1960, a pesar de aquello Aguilar (2013) indica que éste ha sido criticado debido a que no considera aspectos importantes como la periodicidad y el tipo de muestreo, el nivel de la resolución taxonómica y porque responde de manera irregular a los cambios naturales del medio acuático.

El Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), H' se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son p_1, \dots, p_S) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades (Pla, 2006).

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

H' = índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S . También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, $H' = 0$ cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S , (\log) 4 representadas por el mismo número de individuos n_i , es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa (H' max, ver la sección siguiente) (Pla, 2006).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

El presente proyecto se realizó en el río Carrizal del sitio El Limón perteneciente al cantón Bolívar de la provincia de Manabí; el río Carrizal recibe la influencia de las aguas del río Canuto y desemboca en el Cantón Sucre convirtiéndola en la mayor cuenca hidrográfica de la provincia. El clima es cálido seco, con temperaturas de 25 grados centígrados; y sus coordenadas son 1°55'0" S y 79°31'0" W. El área de estudio considerada como zona de muestreo abarcó 1 km desde la confluencia de los ríos Mosca y Carrizal en el sitio Divino Niño hasta el Coliseo de la ESPAM MFL del cantón Bolívar.

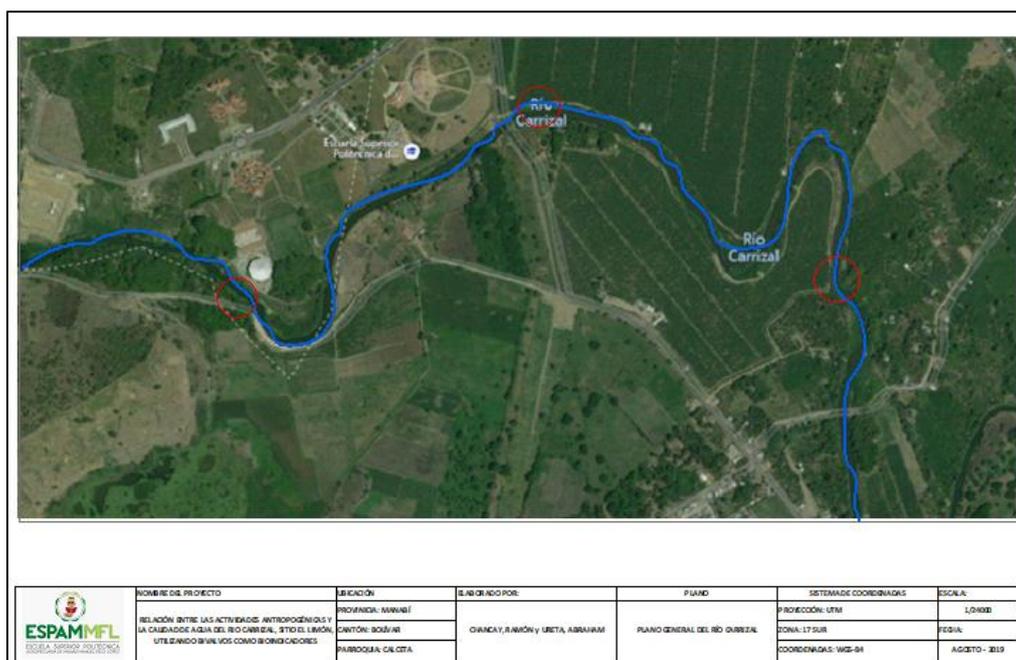


Gráfico 3.1. Ubicación de la zona de estudio

3.2. DURACIÓN

La investigación tuvo una duración de 9 meses dentro de un año calendario que incluye todas las fases: diseño del proyecto, ejecución de la investigación y presentación del informe.

3.3. VARIABLES EN ESTUDIO

3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Actividades antropogénicas

3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Calidad del agua

3.4. MÉTODOS

El método inductivo se lo empleó en la recolección de datos sobre las actividades antropogénicas y los bivalvos como indicadores para comprobar la hipótesis de su relación negativa con la calidad del agua, basado en enunciados perceptivos como afirmaciones que están justificadas directamente por las experiencias perceptivas obtenidas de la observación realizada (Andrade, Alejo, y Armendariz, 2018).

Además, se aplicaron tres tipos de investigación: de campo, cuantitativa y cualitativa. La investigación de campo se efectuó al realizar los recorridos de observación vía fluvial en el tramo de estudio seleccionado para registrar las actividades antropogénicas que afectan al río Carrizal. La investigación cualitativa-cuantitativa (Bernal, 2010) se aplicó cuando se recolectaron los bivalvos para observarlos, clasificar por especie y posteriormente cuantificarlas para determinar la abundancia.

3.5. TÉCNICAS

Las técnicas empleadas fueron la observación y la encuesta. La observación permitió definir de primera mano las actividades antropogénicas que tienen mayor relevancia sobre el uso del agua del río Carrizal; mientras que con la encuesta se pudo obtener información relacionada a la intensidad de dichas actividades identificadas vía observación (Bernal, 2010), por lo que se ponderaron criterios sobre el estado socioproductivo de los encuestados, los

problemas ambientales existentes y la afectación de sus actividades al río, siguiendo lo establecido por (Larrea *et al.*, 2015).

3.6. PROCEDIMIENTO

3.6.1. FASE I. DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS

ACTIVIDAD 1. OBSERVACIÓN DE LAS CAUSAS DE CONTAMINACIÓN

Se diseñó una ficha de observación (Anexo1) siguiendo los lineamientos expuestos por (Bernal, 2010); donde los investigadores pudieron establecer cuáles eran las actividades antropogénicas que tienen incidencia en la calidad del agua (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2004) del río Carrizal. Además, la identificación de fuentes antropogénicas se dividió de acuerdo a su procedencia en tres sectores: industrial, urbano, agropecuario (Larrea *et al.*, 2015) (Anexo 2).

ACTIVIDAD 2. RECOLECCIÓN PRELIMINAR

Para la recolección de datos se trabajó por medio de una encuesta (Anexo 5) cuyo objetivo fue el de evidenciar el estado del nivel de conocimiento ambiental que tienen los habitantes del sector respecto a la presencia de problemas ambientales.

ACTIVIDAD 3. ANÁLISIS Y REDACCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN FUNCIÓN DE LA INFORMACIÓN ENCONTRADA

Con la identificación de los impactos ambientales, resultantes de la visita de campo del área de estudio mediante encuestas (Anexo 5) se obtuvo información previa que fue utilizada en la elaboración de la propuesta para la mitigación de impactos ambientales para lo que se usó fichas técnicas de seguimiento, control y mitigación de impactos ambientales a corto mediano y largo plazo establecidas por el (Ministerio del Ambiente de Colombia, 2002).

3.6.2. FASE II. PONDERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL EMPLEO DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD

ACTIVIDAD 4. GEORREFERENCIACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Para llevar a cabo esta actividad se utilizó el GPS con la finalidad de tomar las coordenadas exactas del lugar de estudio, para luego llevarla al sistema de información geográfica mediante el uso del software ArcGis.

ACTIVIDAD 5. DEFINICIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO

Se procedió a asignar las estaciones en las que se realizaron la captura de los bivalvos, lo cual dependió de la cuantificación del número de casas habitadas, industrias y actividades agrícolas, ganaderas y turísticas, así como todo aquello que generó impactos potencialmente a cuerpos de agua. Todo lo anterior identifica no sólo las fuentes potenciales de contaminación, sino también elementos para seleccionar puntos de monitoreo (Comisión Nacional del Agua - [CONAGUA], 2004). Posterior a este diagnóstico, se realizó un recorrido del río y con el apoyo de un GPS marca Garmin Etrex 20 se seleccionó un tramo de aproximadamente 1 km del río Carrizal (Lozano, 2019), en este tramo se establecieron 3 estaciones de muestreo de acuerdo a lo expuesto por Escobar y Montoya (2019); Huanaco, Montoya, Castellanos, y Quiroz (2018) debido a la extensión del cauce estudiado.

ACTIVIDAD 6. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

La zona del río Carrizal objeto de estudio fue dividido en tres estaciones, con una distancia entre estaciones de 333 metros de acuerdo a lo expuesto por Escobar y Montoya, (2019); Huanaco, Montoya, Castellanos, y Quiroz, (2018) la recolección manual de las muestras de bivalvos consistió en levantar rocas, piedras, ramas sumergidas y troncos en cuya superficie se encontraban numerosos organismos. Se utilizó la red tipo Surber (red tipo Surber, ojo de malla de 0,5 a 1 mm) la cual consistió en colocar en un periodo de 10 minutos la red en el fondo del río a contra corriente a diferentes profundidades considerando la distribución de los bivalvos según lo expuesto por Daza y Mora (2016) y por

Higgins, Restrepo, Otero, Ortiz y Conde (2017), mientras se remueve el sustrato del fondo con las manos, durante un minuto, la red “consta de un marco metálico de 30 x 30 cm, al cual está sujeta una red de unos 80 cm de longitud y con una abertura de malla de aproximadamente 500 μ (Machado, 2018). Los organismos se tomaron con pinzas de aluminio u otro material suave con el fin de no dañar las estructuras externas de los organismos recolectados (Universidad Nacional Mayor de San Marcos [UNMSM], 2014) y se efectuó la recolección de las muestras en horas donde hay luz natural, para evitar posibles riesgos (accidentes) tanto para el personal de campo (Nugra-Salazar, Segovia, Benítez, y Reinoso, 2016).

ACTIVIDAD 7. IDENTIFICACIÓN DE RIQUEZA DE BIVALVOS EXISTENTE EN EL RÍO CARRIZAL

La riqueza de bivalvos se midió con el número de especies recolectadas en los muestreos. La representación de las familias fue evaluada de acuerdo con la riqueza de especies y la abundancia de cada familia. Para esto se aplicó el índice de Shannon–Wiener (H') (Mosquera-Guerra, Trujillo, Díaz-Pulido, y Mantilla-Meluk, 2018), el cual permitió evaluar la diversidad de especies de bivalvos existentes en las tres estaciones de muestreo en el río Carrizal, en el sitio El Limón

ACTIVIDAD 8. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA

Para determinar la calidad del agua se aplicó como herramienta multi-paramétrica al Índice Biológico de Integridad (IBI), el cual permitió conocer la condición ambiental del río Carrizal a partir de las muestras de bivalvos recolectadas. Con respecto a la construcción del IBI, las métricas que fueron consideradas inicialmente por (Masson, Gonzalez, Dubny, Othax, y Peluso, 2017) en forma hipotética para su cálculo fueron:

- Riqueza de especies nativas: el número de especies nativas representa diversidad biológica, la cual normalmente disminuye cuando hay perturbación

- Diversidad (Shannon): se espera que haya mayor diversidad en tramos menos perturbados
- Porcentaje y Número de Omnívoros: la dominancia de los omnívoros ocurre cuando alimentos más específicos comienzan a escasear, teniendo los omnívoros más ventajas que los especialistas en cuanto a la oferta de alimentos que pueden utilizar. Se espera que estén más representados en tramos más perturbados.
- Porcentaje y Número de detritívoros: la dominancia de los detritívoros ocurre cuando escasea el fitoplancton.
- Porcentaje y Número de herbívoros: la dominancia de los herbívoros ocurre cuando proliferan algas de carácter macroscópico.
- Porcentaje y Número de carnívoros: los carnívoros son más sensibles a las alteraciones ambientales y su presencia generalmente es signo de un ambiente menos perturbado.
- Número de individuos: total de individuos capturados en los muestreos.
- Porcentaje y Número de bivalvos con anomalías: un valor elevado podría reflejar malas condiciones ambientales.

Finalmente (Masson, Gonzalez, Dubny, Othax, y Peluso, 2017) proponen la siguiente ecuación para obtener el valor del IBI en función de la sumatoria de los parámetros empleados:

$$IBI = \sum VRA \quad [3.1.]$$

Dónde:

IBI= índice de integridad biológico.

$\sum VRA$ = Sumatoria de los parámetros de respuesta ambiental

3.6.3. FASE III. PROPUESTA DE MEDIDAS DE CONTROL Y MITIGACIÓN PARA EL INCREMENTO DE LA CALIDAD DEL RÍO EN EL SECTOR ESTUDIADO

ACTIVIDAD 9. BÚSQUEDA DE ESTRATEGIAS DE MTIGICACIÓN

La finalidad de la recolección de información del área de influencia del proyecto fue para determinar los problemas ambientales y de darles una solución a través de una propuesta de mitigación ambiental (Loor y Zambrano, 2016).

ACTIVIDAD 10. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para la verificación de la hipótesis a se empleó una prueba T de muestra simple en el programa InfoStat 2019 versión estudiantil para relacionar las actividades antropogénicas con la calidad del agua obtenida.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS

Se realizaron cuatro visitas de observación y reconocimiento del área de estudio empleando una ficha de recolección de datos (Anexo 1), para en función de lo establecido en la metodología, definir los puntos que sirven de foco contaminante asociándolos a un tipo de actividad antropogénica específica tal como se presenta en el cuadro y figura 4.1:

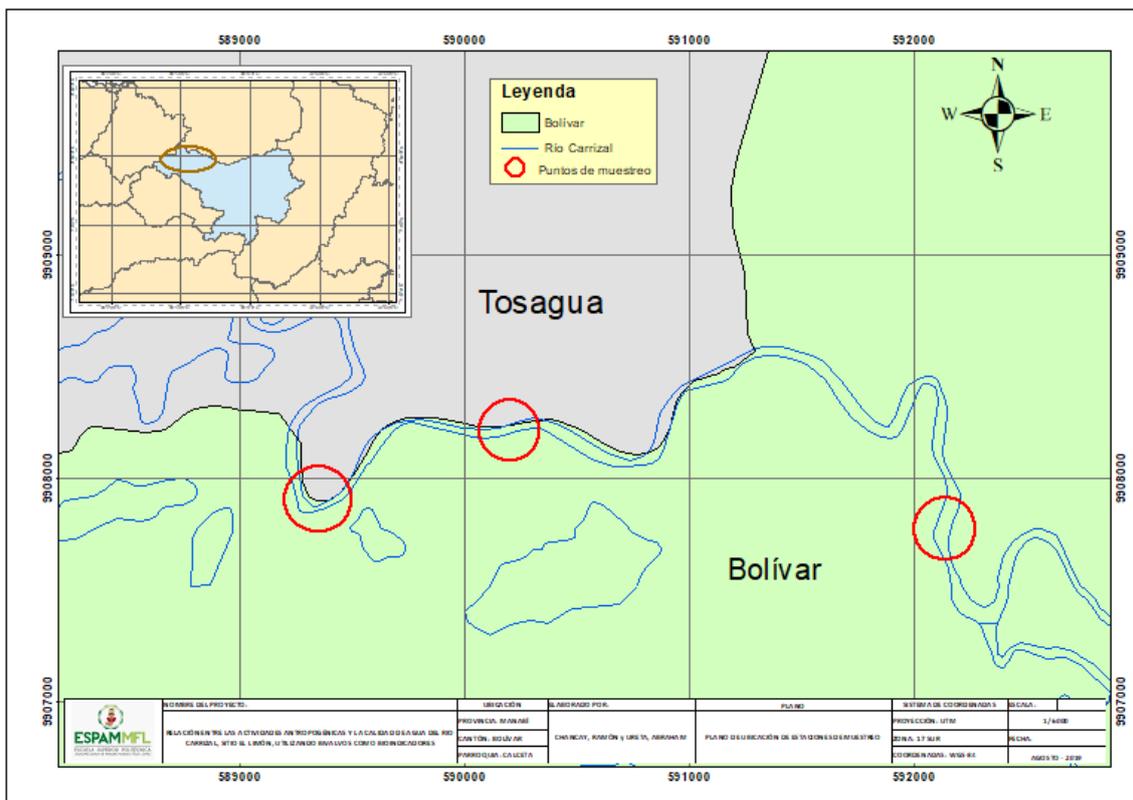


Figura 4.1. Estaciones de muestreo

Cuadro 4.1. Actividades antropogénicas identificadas en la zona de estudio

| Tipificación | Actividad | Coordenadas | |
|--------------|--|-------------------------------|--------------------|
| | | X | Y |
| Urbano | Vertido de aguas grises y negras provenientes de letrinas Acumulación de desechos sólidos | Inicio: 592123 Fin: 591802 | 9908441 9908249 |
| Agropecuario | Vertido de efluentes de origen agropecuario Cultivos de ciclo corto | Inicio: 591679 Fin: 591242 | 9908448 9908534 |
| Industrial | Vertido de aguas residuales de bananeras | Inicio: 591141 Fin: 590854 | 9908521 9908245 |

En el cuadro 4.1, se identifican las tipificaciones de la zona de estudio por subáreas las cuales son urbana, agropecuaria e industrial; en función de esto se tiene que para el estación 1 de tipo urbana las actividades identificadas son el vertido de aguas grises y negras provenientes de letrinas de viviendas asentadas en las riberas del río; en el estación 2 de tipo agropecuario las actividades observadas fueron el establecimiento de cultivos de ciclo corto y vertido de efluentes de origen agropecuario y en la estación 3 las actividades identificadas fueron el establecimiento de bananeras desde la cual se vierten aguas residuales cargadas de agroquímicos (Anexo 1).

Estudios realizados por Peñuela, Bello, Guevara y Cortez (2016) reflejan como las actividades antropogénicas (descarga de vertidos, sobreexplotación de suelo, agricultura convencional) influyen en la capacidad de propagación de los bivalvos y su distribución, una situación similar detectada en la cuenca del río Limay, en Neuquén, Argentina, fue descrita por Fulvio (2017), en donde estableció el primer registro de bivalvos, demostrando su potencial invasor, así como su gran capacidad de dispersión y tolerancia a ambientes lóticos contaminados con metales y en donde la principal actividad antropogénica es la generación de energía hidroeléctrica demostrando así que la calidad de estos cuerpos de agua se ve afectada por las actividades antropogénicas.

Se realizó una encuesta (Anexo 4) para determinar el grado de conocimiento sobre la problemática de la contaminación en la zona estudiada.

4.1.1. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

1. ¿Cuáles son las principales actividades económicas productivas a las que se dedican los pobladores de esta comunidad?

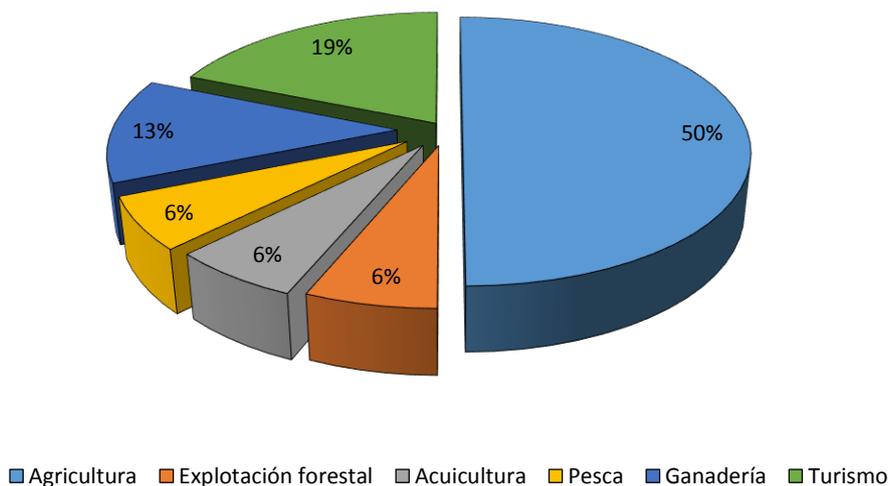


Gráfico 4.1. Actividades realizadas en la zona de estudio

Fuente: Chancay y Ureta (2019)

En la zona de estudio el 50% de los encuestados se dedican a la agricultura principalmente con cultivos de maíz, plátano y de ciclo corto como fréjol, habichuela, pepino o pimiento; el 19% se dedican a actividades turísticas, aprovechando la orografía del río, los fines de semana se ve una afluencia de turistas que aprovechan el balneario que ahí se encuentra; el 13% realizan actividades relacionadas con la ganadería; mientras que la pesca, la acuicultura y la explotación forestal ocupan un 6% cada uno de estos. Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Terneus-Jácome y Yáñez (2018), quienes afirman que las actividades antropogénicas enfocadas en el sector productivo son las que mayor afectación tienen sobre los cuerpos de agua.

2. ¿Cree Ud. que el aumento de las actividades productivas ha sido el motivo de la contaminación del río?

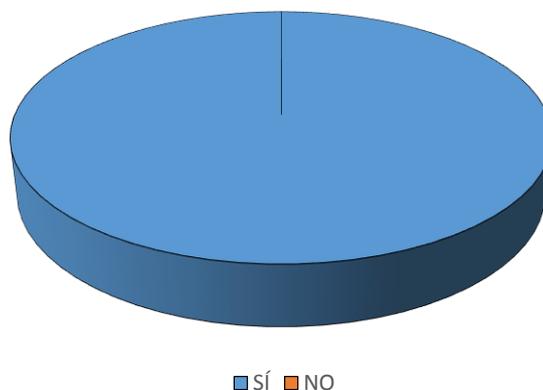


Gráfico 4.2. Niveles de contaminación en aumento con las actividades productivas

Fuente: Chancay y Ureta (2019)

El 100% de los encuestados respondió que la contaminación del río ha aumentado por las actividades productivas que se realizan en la zona, ya que están ligadas directamente, al uso del agua del río. Este mismo enfoque presenta Bonnail, Sarmiento, DelValls, Nieto, y Riba, (2016) quienes en su estudio realizado en la península ibérica demostraron que la contaminación de los cuerpos hídricos se asocia directamente con el desarrollo de actividades antropogénicas.

3. ¿En esta comunidad existen problemas ambientales?

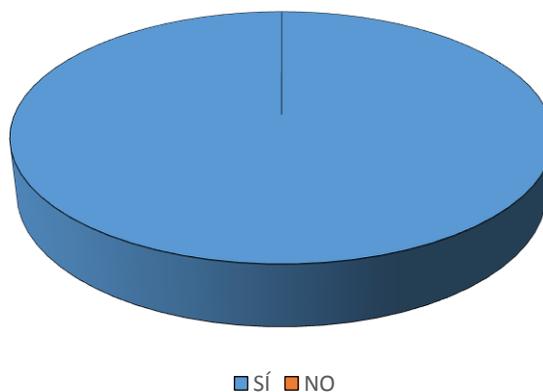


Gráfico 4.3. Existencia de problemas ambientales

Fuente: Chancay y Ureta (2019)

El 100% de los encuestados expresó que si existen problemas ambientales en la comunidad relacionadas con el uso del agua del río. Aveiga *et al.*, (2019) demostraron que si existe contaminación en el río Carrizal, provocada principalmente por actividades agropecuarias.

4. Indique los problemas ambientales existentes:

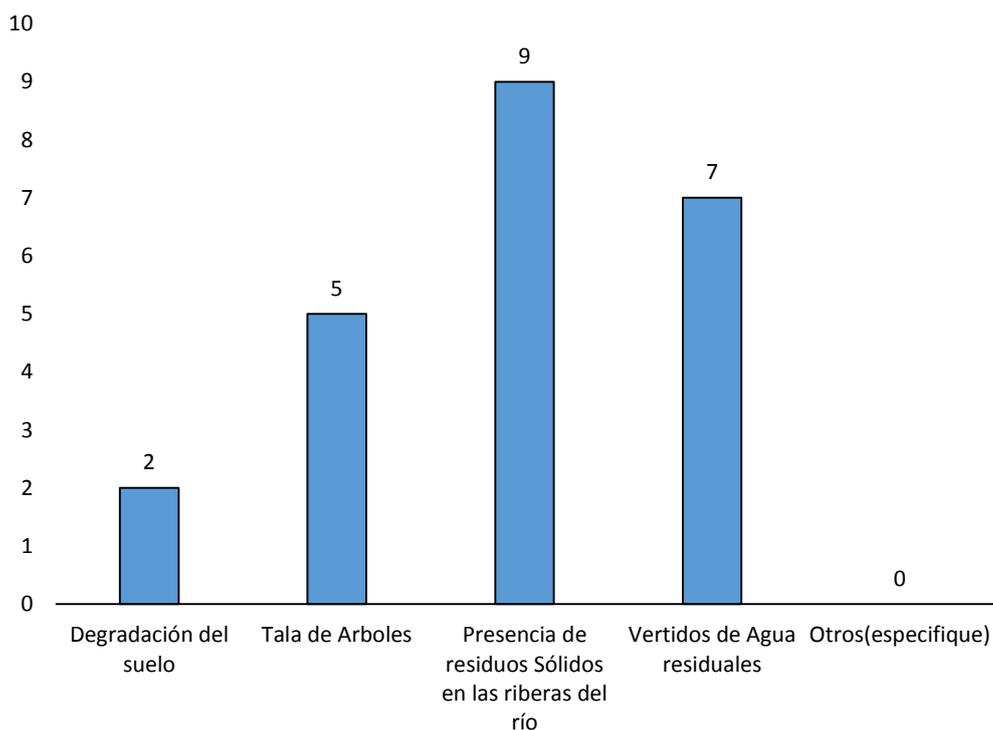


Gráfico 4.4. Problemas ambientales identificados

Fuente: Chancay y Ureta (2019)

Los mayores problemas ambientales son los relacionados con la presencia de residuos sólidos en las riberas del río, así como los vertidos de aguas residuales, y en menor escala la tala de árboles y la degradación del suelo, estos mismos problemas ambientales fueron identificados por Lucas y Carreño (2018) quienes consideran que son un factor común en los cuerpos hídricos del cantón Bolívar.

5. ¿Cuál es la disposición final de sus residuos sólidos?

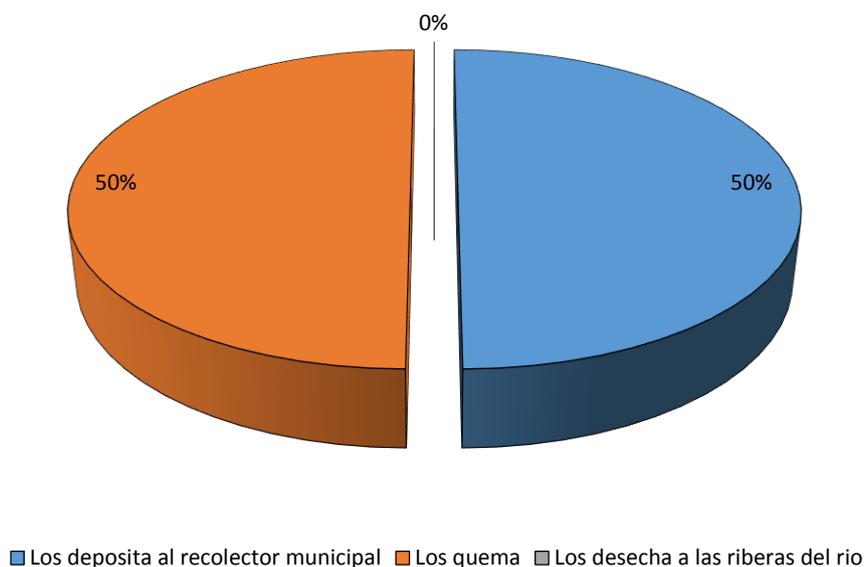


Gráfico 4.5. Disposición final de los residuos sólidos

Fuente: Chancay y Ureta (2019)

Respecto a la disposición final de los residuos sólidos, los encuestados expresaron una postura similar con las respuestas, el 50% de los participantes mencionaron que depositan los residuos en el recolector municipal y el otro 50% los quema directamente para evitar acumulación de los mismos. Datos similares son presentados en el informe sobre la disposición de los RSU en República Dominicana, en donde se evidencia que el 80% de sus residuos se dispone vía Relleno sanitario y el 20% restante bajo otro modalidades como la quema, o son arrojados a cuerpos de agua (NIPPON KOEI LAC, 2017).

6. ¿Ha recibido educación ambiental por parte de alguna entidad de cuidado ambiental?

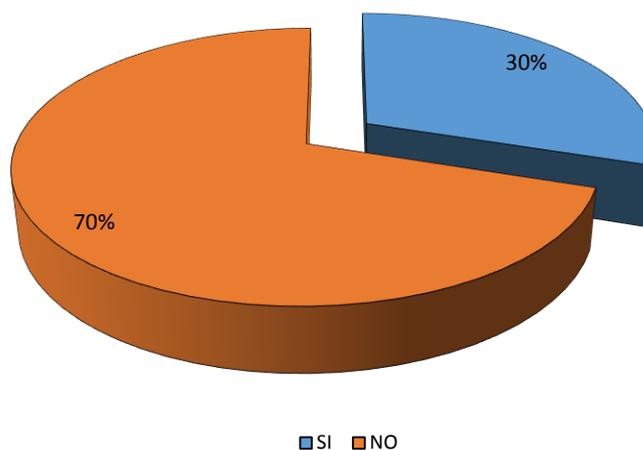


Gráfico 4.6. Conocimiento sobre la educación ambiental

Fuente: Chancay y Ureta (2019)

El 70% de los encuestados no ha recibido ningún tipo de educación ambiental por parte de ninguna entidad pública o privada, mientras que el 30% afirmó que sí han recibido algo de educación ambiental que les ha ayudado a mejorar ciertos comportamientos relacionados a minimizar la contaminación.

4.2. PONDERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL EMPLEO DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Se georreferenció el área de estudio en una secuencia de coordenadas para proceder a la diferenciación de las zonas para el muestreo en el río Carrizal:

Cuadro 4.2. Coordenadas de la zona de estudio

| Puntos | X | Y | Observación |
|--------|--------|---------|-------------|
| 1 | 592143 | 9908441 | Inicio |
| 2 | 592096 | 9908493 | |
| 3 | 592017 | 9908458 | |
| 4 | 591953 | 9908302 | |
| 5 | 591802 | 9908249 | |
| 6 | 591679 | 9908448 | |
| 7 | 591566 | 9908531 | |
| 8 | 501381 | 9908578 | |
| 9 | 591242 | 9908334 | |
| 10 | 591241 | 9908521 | |
| 11 | 591157 | 9908461 | |
| 12 | 591052 | 9908398 | |
| 13 | 590968 | 9908354 | |
| 14 | 590854 | 9907245 | Fin |

Se registraron 14 puntos georreferenciados a lo largo de todo el tramo del río Carrizal que comprende desde el puente del Morro hasta el Coliseo de la ESPAM.

Cuadro 4.3. Sitios de muestreo en la zona de estudio

| Puntos | X | Y | Profundidades (cm) | | | Zona de muestreo | Observación |
|--------|--------|---------|--------------------|-------|-------|------------------|---------------------------|
| | | | Prof1 | Prof2 | Prof3 | | |
| 1 | 592143 | 9908441 | 80 | 75 | 35 | Estación 1 | Puente El Morro |
| 2 | 592096 | 9908493 | 92 | 13 | 49 | | |
| 3 | 592017 | 9908458 | 15 | 129 | 66 | | |
| 4 | 591953 | 9908302 | 62 | 60 | 58 | | |
| 5 | 591802 | 9908249 | 69 | 70 | 65 | | |
| 6 | 591679 | 9908448 | 85 | 76 | 88 | | |
| 7 | 591566 | 9908531 | 98 | 98 | 84 | Estación 2 | Puente El Limón |
| 8 | 501381 | 9908578 | 65 | 66 | 65 | | |
| 9 | 591242 | 9908334 | 75 | 99 | 68 | | |
| 10 | 591241 | 9908521 | 73 | 68 | 87 | Estación 3 | Lindero del Coliseo ESPAM |
| 11 | 591157 | 9908461 | 97 | 72 | 46 | | |
| 12 | 591052 | 9908398 | 65 | 68 | 78 | | |

| | | | | | |
|----|--------|---------|----|----|----|
| 13 | 590968 | 9908354 | 67 | 72 | 62 |
| 14 | 590854 | 9907245 | 49 | 66 | 36 |

De esta forma en el cuadro 4.3, se realizó la medición de las profundidades del río en sus orillas y parte central del cauce para definir sitios de recolección de bivalvos siguiendo lo establecido por Daza y Mora (2016) y por Higgins, Restrepo, Otero, Ortiz y Conde (2017), identificándose tres sitios de muestreo debido a la posibilidad de encontrar orillas con playa, islotes sedimentados y piedras, los cuales son sitios ideales en los que suele encontrarse esta especie. Posteriormente, se registraron los datos de longitud y ancho de los individuos recolectados por especie (Anexo 2), los cuales se presentan a continuación:

Cuadro 4.4. Registro promedio de longitud y ancho de los individuos recolectados por especie

| Familia | Nombre científico | Individuos | Promedio de longitud (cm) | Promedio del ancho (cm) |
|--------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------------------------|
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 322 | 1,71 | 1,68 |
| Arcidae | <i>Larkinia grandis</i> | 4 | 4,98 | 4,45 |
| Veneridae | <i>Illichione subrugosa</i> | 6 | 3,60 | 4,53 |
| Ostreidae | <i>Crassostrea gigas</i> | 12 | 3,38 | 4,89 |

En el cuadro 4.4, se registró el condensado del promedio de la longitud de los bivalvos por especie, así como de su ancho teniendo que la especie con el mayor valor respecto a la longitud es *Larkinia grandis* con 4,98 cm y la de menor longitud es *Corbicula fluminea* con 1,71 cm; de igual manera, *Crassostrea gigas* presentó el valor con el mayor ancho (4,89 cm) y *Corbicula fluminea* presentó igualmente el menor valor registrado (1,68 cm), se tiene además que *Corbicula fluminea* es la especie más abundante cuantificándose 322 individuos en las áreas de muestreo previamente ya definidas en el cuadro 4.3, estos datos sirvieron para establecer el índice de Shannon.

Los bivalvos de la familia Corbiculidae y en especial la especie *Corbicula fluminea* se han usado ampliamente para medir el deterioro de la salud ecológica de los ríos en Australia, Europa y América del Norte por ser una especie abundante en todos los medios acuáticos (Niu *et al.*, 2018). Los administradores de los recursos hídricos suelen utilizar evaluaciones biológicas en base a *Corbicula fluminea* por el alto grado de representatividad que tienen en las

comunidades ecológicas acuáticas para evaluar la calidad del agua (Vile y Henning, 2018).

Cuadro 4.5. Índice de Shannon para la estación El Morro

| Especie | Nº ind. | Pi | Ln(pi) | Pi*Ln(pi) |
|-----------------------------|---------|-------|------------------|-----------|
| <i>Corbicula fluminea</i> | 48 | 0,686 | -0,377 | -0,259 |
| <i>Larkinia grandis</i> | 4 | 0,057 | -2,862 | -0,164 |
| <i>Illichione subrugosa</i> | 6 | 0,086 | -2,457 | -0,211 |
| <i>Crassostrea gigas</i> | 12 | 0,171 | -1,764 | -0,302 |
| Sumatoria | 70 | | $\sum pi*ln(pi)$ | -0,935 |

$$H = - \sum pi * \ln pi$$

$$H = -(-0,935)$$

$$H = 0,935$$

Cuadro 4.6. IBI para la estación El Morro

| Categorías | Ponderación | Valor |
|---|-------------|-----------|
| Composición y riqueza de especies | | |
| a) Número de especies | 4 | 1 |
| b) Índice de diversidad (Shannon Wiener) | 0,935 | 1 |
| Composición trófica | | |
| c) Proporción de omnívoros | 0 | 1 |
| d) Proporción de detritívoros | 1-2% | 3 |
| e) Proporción de herbívoros | 1-2% | 3 |
| f) Proporción de carnívoros tope | 0 | 1 |
| Abundancia y condición de los bivalvos | | |
| g) Número de individuos | 70 | 1 |
| h) Proporción de bivalvos con anomalías | 0 | 5 |
| Total | | 16 |

En este contexto se ve que el valor del Índice de Shannon para la estación El Morro fue de 0,935, el cual se encuentra en el rango de bajo según lo expuesto por Mora-Donjuán, Burbano-Vargas, Méndez-Osorio, y Castro-Rojas (2017) y el valor obtenido del IBI arroja una cifra de 16, el cual se encuentra en el rango de <21 dentro de las clases de integridad, lo que expresa que la calidad del agua es MUY POBRE, bajo esta perspectiva Masson, Gonzalez, Dubny, Othax, y Peluso, (2017) expresan que una calidad de agua pobre o muy pobre es señal

de una mala condición de los cursos de agua y de una fuerte perturbación ambiental al recurso hídrico.

Cuadro 4.7. Índice de Shannon para la estación El Limón

| Especie | Nº ind. | Pi | Ln(pi) | Pi*Ln(pi) |
|---------------------------|---------|----|---------------------|-----------|
| <i>Corbicula fluminea</i> | 234 | 1 | 0 | 0 |
| Sumatoria | 234 | | $\sum pi * \ln(pi)$ | 0 |

$$H = - \sum pi * \ln pi$$

$$H = -(-0)$$

$$H = 0$$

Cuadro 4.8. IBI para la estación El Limón

| Categorías | Ponderación | Valor |
|---|-------------|-----------|
| Composición y riqueza de especies | | |
| a) Número de especies | 1 | 1 |
| b) Índice de diversidad (Shannon Wiener) | 0 | 1 |
| Composición trófica | | |
| c) Proporción de omnívoros | 0 | 1 |
| d) Proporción de detritívoros | 1-2% | 3 |
| e) Proporción de herbívoros | 1-2% | 3 |
| f) Proporción de carnívoros tope | 0 | 1 |
| Abundancia y condición de los bivalvos | | |
| g) Número de individuos | 274 | 3 |
| h) Proporción de bivalvos con anomalías | 0 | 5 |
| Total | | 18 |

Para la estación El Limón el valor del Índice de Shannon fue de 0 el cual se encuentra en el rango de bajo según lo expuesto por Sonco (2013), quien expresa que cuando en una comunidad solo hay una especie representativa su valor de H' es generalmente cero; y el valor obtenido del IBI arroja una cifra de 18, el cual se encuentra en el rango de <21 dentro de las clases de integridad, lo que expresa que la calidad del agua es MUY POBRE, situación similar encontrada en el lago Maracaibo, en donde se registró un valor bajo en el índice (20) debido a los sistemas de producción agropecuaria asentados en toda la cuenca, el aporte de materia orgánica, la acumulación de sedimentos y la deforestación de los bosques ribereños y en las planicies, los cuales han ejercido

una considerable degradación de las características naturales del hábitat fluvial, y por ende, de la estructura y composición de las comunidades biológicas (Barrios, Rodríguez-Olarte y García, 2015).

Cuadro 4.9. Índice de Shannon para estación del Coliseo ESPAM MFL

| Especie | Nº ind. | Pi | Ln(pi) | Pi*Ln(pi) |
|---------------------------|---------|----|------------------|-----------|
| <i>Corbicula fluminea</i> | 40 | 1 | 0 | 0 |
| Sumatoria | 40 | | $\sum pi*ln(pi)$ | 0 |

$$H = - \sum pi * \ln pi$$

$$H = -(-0)$$

$$H = 0$$

Cuadro 4.10. IBI para la estación Coliseo ESPAM MFL

| Categorías | Ponderación | Valor |
|---|-------------|-----------|
| Composición y riqueza de especies | | |
| a) Número de especies | 1 | 1 |
| b) Índice de diversidad (Shannon Wiener) | 0 | 1 |
| Composición trófica | | |
| c) Proporción de omnívoros | 0 | 1 |
| d) Proporción de detritívoros | 1-2% | 3 |
| e) Proporción de herbívoros | 1-2% | 3 |
| f) Proporción de carnívoros tope | 0 | 1 |
| Abundancia y condición de los bivalvos | | |
| g) Número de individuos | 40 | 1 |
| h) Proporción de bivalvos con anomalías | 0 | 5 |
| Total | | 16 |

Para la estación del Coliseo de la ESPAM MFL el valor del Índice de Shannon para la estación El Morro fue de 0 el cual se encuentra en el rango bajo según lo expuesto por Pauta (2016), el valor obtenido del IBI arroja una cifra de 16, el cual se encuentra en el rango de <21 dentro de las clases de integridad, lo que expresa que la calidad del agua es MUY POBRE. Estudios sobre la diversidad en comunidades acuáticas realizados en El Oro, han presentado resultados similares respecto al IBI en ecosistemas lacustres, en donde sus valores se encontraron entre pobre y muy pobre (Riofrío, 2016)

Posteriormente, se realizó un índice de Shannon global entre las tres estaciones, lo cual sirvió para determinar el valor del IBI, junto con los datos recolectados durante el muestreo y recolección de los bivalvos.

Cuadro 4.11. Índice de Shannon para toda el área de estudio considerada

| Especie | Nº ind. | Pi | Ln(pi) | Pi*Ln(pi) |
|-----------------------------|---------|-------|------------------|-----------|
| <i>Corbicula fluminea</i> | 322 | 0,936 | -0,066 | -0,062 |
| <i>Larkinia grandis</i> | 4 | 0,012 | -4,454 | -0,052 |
| <i>Illichione subrugosa</i> | 6 | 0,017 | -4,049 | -0,071 |
| <i>Crassostrea gigas</i> | 12 | 0,035 | -3,356 | -0,117 |
| Sumatoria | 344 | | $\sum pi*ln(pi)$ | -0,301 |

$$H = - \sum pi * \ln pi$$

$$H = -(-0,301)$$

$$H = 0,301$$

Cuadro 4.12. Índice Biótico de Integridad para toda el área de estudio considerada

| Categorías | Ponderación | Valor |
|---|-------------|-----------|
| Composición y riqueza de especies | | |
| a) Número de especies | 4 | 1 |
| b) Índice de diversidad (Shannon Wiener) | 0,301 | 1 |
| Composición trófica | | |
| c) Proporción de omnívoros | 0 | 1 |
| d) Proporción de detritívoros | 1-2% | 3 |
| e) Proporción de herbívoros | 1-2% | 3 |
| f) Proporción de carnívoros tope | 0 | 1 |
| Abundancia y condición de los bivalvos | | |
| g) Número de individuos | 344 | 5 |
| h) Proporción de bivalvos con anomalías | 0 | 5 |
| Total | | 20 |

En general el valor del índice de Shannon para toda la zona de estudio fue de 0,301 una cifra baja según las consideraciones de Mora-Donjuán, Burbano-Vargas, Méndez-Osorio, y Castro-Rojas (2017) similares a los datos obtenidos en los trabajos realizados en bosques de la Sierra Madre del Sur de México; mientras que el valor obtenido del IBI arroja una cifra de 20, el cual se encuentra en el rango de <20 dentro de las clases de integridad, lo que expresa que la calidad del agua es MUY POBRE, una situación similar se presentó en la evaluación del estado trófico de los ecosistemas acuáticos realizado por el

Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC] (2013), que empleó el IBI asociado a comunidades de conchas (bivalvos) por su susceptibilidad a las perturbaciones ambientales (Lázaro y Leandro, 2017) y que evidenció una calidad muy pobre (20) lo que refleja que las actividades antrópicas desarrolladas en el entorno de estudio, inciden en la distribución de *Corbicula fluminea*, puesto que al encontrarse en aguas con una calidad muy pobre, sus nichos ecológicos se ven comprometidos según lo expuesto por Zamora-Marín, Zamora-López, Sánchez-Pérez, Torralva, y Oliva-Paterna (2018).

4.3. PROPUESTA DE MEDIDAS DE CONTROL Y MITIGACIÓN PARA EL INCREMENTO DE LA CALIDAD DEL RÍO EN EL SECTOR ESTUDIADO

En base a los resultados de las encuestas y a la determinación de la calidad del agua gracias a la aplicación del IBI cuya categorización es de una calidad MUY POBRE y conjuntamente con la identificación de las actividades antrópicas asentadas en las riberas del río y que son agentes causales de contaminación, se proponen las siguientes medidas de control y mitigación tomando como referencia lo expuesto por el Ministerio de Energía y Minas de Perú (2013).

Cuadro 4.7. Medidas de control y mitigación para mejora de la calidad del río Carrizal

| Medida | Objetivo | Contribución |
|---|--|--------------|
| Limpieza del lecho del tramo del río afectado | Controlar el impacto sobre la calidad del agua en todas sus consideraciones, referente al aporte de sedimentos, residuos orgánicos y otros residuos. | Alta |
| Reforestación de riberas del tramo del río afectado | Proteger las márgenes de los lechos de agua naturales, por efecto de la obtención de agregados durante la etapa de construcción | Alta |
| Separación de residuos sólidos en los hogares | Se realizarán talleres informativos y capacitaciones para la población, en relación a la adecuada disposición de residuos sólidos | Alta |

| | | |
|---|--|------|
| Total prohibición de verter materiales en cuerpos de agua | Evitar alteración en la calidad físico-química y microbiológica del agua en los cursos de agua evitando generar molestias a las poblaciones usuarias del recurso | Alta |
|---|--|------|

El cuadro 4.7. presentó las bases para el establecimiento de las estrategias de control y mitigación para mejora de la calidad del río, las cuales se desarrollaron aplicando los criterios de las fichas técnicas de seguimiento, control y mitigación de impactos ambientales a corto mediano y largo plazo, que se sustentan en el cuadro 4.8.

Cuadro 4.8. Aplicabilidad de las estrategias de control y mitigación para mejora de la calidad del río

| Limpieza del lecho del tramo del río afectado | | | |
|---|--|-----------------------|--|
| 1. Objeto | | | |
| Controlar el impacto sobre la calidad del agua en todas sus consideraciones, referente al aporte de sedimentos, residuos orgánicos y otros residuos. | | | |
| 2. Impactos potenciales corregidos y/o minimizados | | | |
| Contaminación de cuerpos de agua | | | |
| Contaminación de suelos | | | |
| Contaminación visual | | | |
| Incomodidad de los pobladores vecinos | | | |
| 3. Componentes de aplicación | | | |
| Captación | | Aducción y conducción | |
| Tanque de almacenamiento | | Potabilización | |
| | | Red de distribución | |
| 4. Medidas de mitigación | | | |
| Remoción de residuos, escombros y demás | | | |
| Cumplir con los lineamientos de la legislación ambiental vigente | | | |
| 5. Actividades a desarrollar | | | |
| 5.1 Manejo Adecuado de aguas | | | |
| Se deberá separar las aguas según su fuente y composición | | | |
| 5.2. Aguas de escorrentía | | | |
| Las aguas de escorrentía pluvial, deberán ser conducidas hasta los canales y cunetas, con las pendientes necesarias para facilitar el drenaje, previo el retiro de material sólido generado por el arrastre de los materiales | | | |
| 6. Momento de implementación | | | |
| Aplica durante toda la fase de operación de las actividades antropogénicas | | | |
| 7. Responsable | | | |

| | | | |
|---|--|-----------------------|--|
| GAD Bolívar | | | |
| 8 Monitoreo y control | | | |
| Análisis trimestrales sobre el estado de la calidad del agua | | | |
| Ficha de observación para registrar el cambio de las actividades antropogénicas | | | |
| Reforestación de riberas del tramo del río afectado | | | |
| 1. Objeto | | | |
| Proteger las márgenes de los lechos de agua naturales, por efecto de la obtención de agregados durante la etapa de construcción | | | |
| 2. Impactos potenciales corregidos y/o minimizados | | | |
| Contaminación de suelos | | | |
| Pérdida de biodiversidad | | | |
| Contaminación visual | | | |
| Incomodidad de los pobladores vecinos | | | |
| 3. Componentes de aplicación | | | |
| Captación | | Aducción y conducción | |
| Tanque de almacenamiento | | Potabilización | |
| | | Red de distribución | |
| 4. Medidas de mitigación | | | |
| Siembra de plantas nativas en márgenes del río | | | |
| Mantener la cubierta vegetal riparia en los lechos del río | | | |
| 5. Actividades a desarrollar | | | |
| 5.1. Reforestación con especies nativas para retención del suelo | | | |
| Las plantas mantienen el suelo fijo, ayudan al reciclaje de nutrientes manteniendo su estructura | | | |
| 5.2. Limpieza y mantenimiento de cubierta riparia | | | |
| Las orillas de los ríos deben de mantenerse siempre cubiertas para evitar el lavado y arrastre de arenas al agua | | | |
| 6. Momento de implementación | | | |
| Aplica durante toda la fase de operación de las actividades antropogénicas | | | |
| 7. Responsable | | | |
| GAD Bolívar | | | |
| 8. Monitoreo y control | | | |
| Análisis trimestrales sobre el estado de la calidad del agua | | | |
| Ficha de observación para registrar el cambio de las actividades antropogénicas | | | |
| Separación de residuos sólidos en los hogares | | | |
| 1. Objeto | | | |
| Se realizarán talleres informativos y capacitaciones para la población, en relación a la adecuada disposición de residuos sólidos | | | |
| 2. Impactos potenciales corregidos y/o minimizados | | | |

| | | | |
|---|--|-----------------------|--|
| Contaminación del suelo | | | |
| Contaminación del aire | | | |
| Contaminación visual | | | |
| Incomodidad de los pobladores vecinos | | | |
| 3. Componentes de aplicación | | | |
| Captación | | Aducción y conducción | |
| Tanque de almacenamiento | | Potabilización | |
| | | Red de distribución | |
| 4. Medidas de mitigación | | | |
| Reciclaje | | | |
| Disposición de RS peligrosos bajo normativa | | | |
| 5. Actividades a desarrollar | | | |
| 5.1. Promover acciones de reciclaje | | | |
| El reciclaje ayuda a aprovechar la materia orgánica y darle valor agregado a la inorgánica | | | |
| 5.2. Disposición de RS peligrosos bajo normativa | | | |
| Disponer los residuos sólidos peligrosos provenientes de las actividades agrícolas en recipientes específicos para entregarlos a un gestor y cumplir con la normativa ambiental vigente | | | |
| 6. Momento de implementación | | | |
| Aplica durante toda la fase de operación de las actividades antropogénicas | | | |
| 7. Responsable | | | |
| GAD Bolívar | | | |
| 8 Monitoreo y control | | | |
| Análisis trimestrales sobre el estado de la calidad del agua | | | |
| Ficha de observación para registrar el cambio de las actividades antropogénicas | | | |
| Total prohibición de verter materiales en cuerpos de agua | | | |
| 1. Objeto | | | |
| Evitar alteración en la calidad físico-química y microbiológica del agua en los cursos de agua evitando generar molestias a las poblaciones usuarias del recurso | | | |
| 2. Impactos potenciales corregidos y/o minimizados | | | |
| Contaminación del agua | | | |
| Contaminación del suelo | | | |
| Contaminación visual | | | |
| Incomodidad de los pobladores vecinos | | | |
| 3. Componentes de aplicación | | | |
| Captación | | Aducción y conducción | |
| Tanque de almacenamiento | | Potabilización | |
| | | Red de distribución | |
| 4. Medidas de mitigación | | | |

| |
|--|
| Control de emisión de efluentes líquidos provenientes de actividades agropecuarias |
| Monitoreo periódico de la calidad del agua (físico-química y microbiológica) |
| 5. Actividades a desarrollar |
| 5.1. Realizar un control y registro de emisión de efluentes líquidos provenientes de actividades agropecuarias |
| Se deberá realizar un control y registro de la emisión de efluentes líquidos provenientes de las actividades agropecuarias y productivas establecidas en el río Carrizal |
| 5.2. Monitoreo periódico de la calidad del agua (físico-química y microbiológica) |
| Se deberá realizar un monitoreo de la calidad del agua a nivel físico-químico y microbiológica en el río Carrizal |
| 6. Momento de implementación |
| Aplica durante toda la fase de operación de las actividades antropogénicas |
| 7. Responsable |
| GAD Bolívar |
| 8 Monitoreo y control |
| Análisis trimestrales sobre el estado de la calidad del agua |
| Ficha de observación para registrar el cambio de las actividades antropogénicas |

4.3.1. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La hipótesis fue verificada a través del software InfoStat 2019 versión estudiantil, lo que arrojó lo siguiente:

Cuadro 4.13. Prueba t para una media (Valor de la media bajo la hipótesis nula: 0)

| Variable | n | Media | DE | LI(95) | LS(95) | T | p(Bilateral) |
|----------|---|-------|------|--------|--------|-------|--------------|
| IBI | 3 | 16,67 | 1,15 | 13,80 | 19,54 | 25,00 | 0,0016 |

El valor de p en la prueba t dio un valor de 0,0016 lo cual es menor al de referencia probabilística ($p < 0,05$), por ende, se acepta la hipótesis planteada en la investigación, demostrando que las actividades antropogénicas influyen negativamente en la calidad del agua del río Carrizal, sitio El Limón.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, se concluye que:

- Las actividades antropogénicas que más prevalecen en la zona de estudio son la agricultura de subsistencia en un 50%, la ganadería con 13% y las actividades turísticas en un 19% debido al incremento de asentamientos humanos sin acceso a servicios básicos a causa de la escasa planificación urbana existente en el sector.
- El IBI arrojó que la calidad del agua del río Carrizal en el tramo estudiado es muy pobre, puesto que su valor en la escala de ponderación fue de 20, y en los valores parciales por estaciones de muestreo la calidad fue muy pobre (entre 18 a 20).
- Se acepta la hipótesis planteada en la investigación puesto que el valor de la prueba t fue de 0,0016 demostrando que las actividades antropogénicas sí influyen negativamente en la calidad del agua del río Carrizal en el sector El Limón según el Índice de Integridad Biótico (IBI) aplicado.

5.2. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones obtenidas, se recomienda que:

- Ampliar un levantamiento de información sobre todas las actividades antrópicas que se realizan en el sector de El Morro y El Limón, que sirvan de base para futuras investigaciones.
- Incluir más tramos del río Carrizal, así como más profundidades y comunidades lóxicas para ampliar el rango de aplicabilidad del método IBI.
- Desarrollar las medidas de control y mitigación propuestas a través de proyectos de año o de vinculación con los estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- Acepesa, (2011). Cuencas Hidrográficas. Recuperado de <http://www.acepesa.org>
An Consultado 04 de Dic. 2018.
- Aguilar, A. 2013. Los peces como indicadores de la calidad ecológica del agua. *Revista Digital Universitaria*. Vol. 6. Núm. 8. p. 5 - 6.
- Andrade, F. (2007). Contaminación del agua por metales. (En línea). Consultado 04 de Dic. 2018. Formato HTML. Disponible en: <https://agua.org.mx/biblioteca/contaminacion-del-agua-por-metales/>
- Andrade, F., Alejo, O., y Armendariz, C. (2018). Método inductivo y su refutación deductista. *Revista Conrado*, 117-122.
- Asamblea Nacional. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre de 2008 (En línea). EC. Formato PDF. Disponible en <http://www.asambleanacional.gob.ec/>
- Aveiga, A., Noles, P., Loureiro, J., Peñarrieta, F., Banchón, C., & Alcántara, F. (2019). Variaciones de los niveles de mercurio y zinc en agua y sedimentos de la subcuenca del río Carrizal, Manabí. *RIEMAT*, 25-31.
- Barahona, M., & Tapia, R. (2010). Calidad y Tratabilidad de aguas provenientes de ríos de llanura y embalses eutrofizados, caso de estudio: Carrizal – Chone La Esperanza. (Tesis Ing. Civil). Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí, Ecuador
- Barinas, M. (2008). Caracterización de las comunidades de macro invertebrados acuáticos de la micro cuenca El Carrizal, Parque Nacional La Tigra, Honduras. Zamorano. Formato PDF. Disponible en
- Barrios, M; Rodríguez-Olarte, D; García, E. 2015. Índice de integridad de los ecosistemas fluviales con base a las comunidades de insectos acuáticos en el río Misoa de la cuenca del lago de Maracaibo, Venezuela. *Revista científica ENTOMOTRÓPICA*. Vol. 20. (8). p 69-83
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación*. Bogotá: Pearson .

- Bonnail, E., Sarmiento, A., DelValls, T., Nieto, J., y Riba, I. (2016). Assessment of metal contamination, bioavailability, toxicity and bioaccumulation in extreme metallic environments (Iberian Pyrite Belt) using *Corbicula fluminea*. *Science of the Total Environment*, 1031-1044.
- Burgos, J., y Carpio, M. (2016). *Caracterización fisiográfica y morfométrica de la cuenca hidrográfica de río Chone como aporte a la Gestión Integral de los Recursos Hídricos*. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López".
- Carrales, M. (2015). Acumulación de metales pesados en bivalvos y sus efectos tóxicos en la salud humana: Perspectivas para el estudio en Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual*, 173-181.
- Casilla, S. (2014). Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la Cuenca del Rio Suchez. Tesis de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano Puno. Puno-Perú, p.7.
- Castro, K. (2015). *Determinación de la concentración de metales pesados (Hg, Pb y Cd) en la ostra (Crassostrea columbiensis) utilizada como biosensor en cuatro localidades de la zona costera de la provincia de El Oro, 2014*. Machala: Universidad Técnica de Machala).
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2004). *Guía para la colecta, manejo y las observaciones de campo para bioindicadores de calidad de agua*. México: CONAGUA.
- Conti, M. E. y G. Cecchetti. 2003. A biomonitoring study: trace metals in algae and molluscs from Tyrrhenian coastal areas. *Environmental Research* 93:99–112
- Daza, F., y Mora, C. (2016). *Evaluación de la calidad del agua de la quebrada El Salitre, utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Bogotá: Universidad Santo Tomás.
- Escobar, A., y Montoya, Y. (2019). Los macroinvertebrados acuáticos y la calidad biológica del agua en una quebrada andina, Antioquía - Colombia. *Revista Politécnica*, 65-81.

- Escudero, A., Troncoso, A., Pascual, D., López, P., Vera, F., Hernández, D., ... y Villela, F. (2018). Pichasquita: Un alero de cazadores recolectores en el curso superior de la Cuenca Hidrográfica del río Limarí (30 lat. S).
- Espinoza, M. I. R., y Monserrat, R. S. (2016). Efecto vertido aguas mieles en calidad físico-química del agua microcuenca Rio Cuspire Yalí, Nicaragua. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, (7), 43-53.
- Ferreras, L. A., Toresani, S., Faggioli, V., y Galarza, C. (2015). Sensibilidad de indicadores biológicos edáficos en un Argiudol de la Región Pampeana Argentina. *SJSS*, 5(3), 220.
- FAO. (2018). *El estado de los bosques del mundo - Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Fulvio, C. (2017). First record of *Corbicula fluminea* (Muler, 1774) in the Limay river basin, Neuquén, Argentina. *Historia Natural*, 119-124.
- Gil, M; Soto, A; Usma, J; Gutiérrez, O. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos (En línea). Consultado 13 de nov. 2018. Formato PDF. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf>
- Gobierno de Canarias (2015). Actividades turísticas. Consejería de Turismo, Industria y Comercio. Disponible en: http://www.gobiernodecanarias.org/turismo/dir_gral_ordenacion_promocion/actividades_complementarias/index.html
- González, S. B., y Ceballos, M. T. (2017). *Evaluación de calidad del agua mediante el método Biological Monitoring Working Party en humedales del Bioparque Ukumarí, Pereira* (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias de la Salud. Medicina Veterinaria y Zootecnia).
- González, A. y Macías, C. (2017). Influencia de actividades agrícolas del cultivo de *Brachiaria arrecta* y *Brachiaria decumbens* en la calidad físico-química de suelos, comunidad Matapalo. Calceta. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

- Guzmán, E. P. H. (2017). Potabilización de agua con un sistema ecológico solar. *Indagare*, (5), 42-43.
- Hahn, vonHessberg, C; Toro, D; Grajales, A; Duque, G; y Serna, L. (2010). Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la Estación Piscícola, Universidad de Caldas, Municipio de Palestina, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos*. Vol. 13; Núm. 2; p. 89-105.
- Hernández, M., Alvarez-Lajonchere, L., Martínez, D., Maceira, D., Fernández, A., y Espinoza, J. (2018). Moluscos terrestres y dulceacuícolas. En C. Mancina, y C. Daryl, *Diversidad biológica en Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (págs. 168-195). La Habana: Editorial AMA.
- Hernández Lomelí, S., Alavez Rebollo, S., García Hernández, J., y Flores Luna, M. G. (2016). Monitoreo con indicadores biológicos de rápida lectura de las autoclaves de CEYE de la Facultad de Odontología de la Universidad Tecnológica de México. *Revista odontológica mexicana*, 20(2), 93-97
- Hernández, M., Vianey, S., Rangel Ruíz, L. J., Gamboa Aguilar, J., Arévalo de la Cruz, J. A., Montiel Moreno, J., ... y Jazvel, C. (2015). Riqueza de moluscos acuáticos en las Cuencas Hidrológicas Río Grijalva-Villahermosa y Río Tonalá, Lagunas del Carmen-Machona en Tabasco, México. *Hidrobiológica*, 25(2), 239-247.
- Higgins, A., Restrepo, J., Otero, L., Ortiz, J. y Conde, M. (2017). Distribución vertical de sedimentos en suspensión en la zona de desembocadura del Río Magdalena, Colombia. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 45(4): 724-736.
- Huanaco, J., Montoya, H., Castellanos, P., y Quiroz, R. (2018). Evaluación de la diversidad del fitoplancton de la laguna La Viuda (Lima, Perú) en agosto-noviembre 2016. *ARNALDOA*, 1027-1040.
- Iriarte, M. (2014). Estudio sanitario de áreas de crecimiento y cosecha de moluscos bivalvos en Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 143-159.

- Karr, J., y Dudley, D. (1981). Ecological perspective on water quality goals. *Environmental Management*, 56-68.
- Larrea, C., Cuesta, F., López, A., Greene, N., Iturralde, P. M., y Suárez-Duque, D. (2015). *Propuesta de Indicadores Nacionales de Biodiversidad: una contribución para el sistema nacional de monitoreo del patrimonio natural y para la evaluación del impacto de la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción 15-20*. Quito: MAE, CONDESAN, GIZ, PNUD-FMAM, USAB.
- Lázaro, R., y Leandro, E. L. (2017). Implementación del método de detección de adenovirus en moluscos bivalvos mediante la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR).
- Llosa, Z. B. (2017). Problemática de los ciclos biogeoquímicos, hidrológico y de nutrientes en la meseta central de Costa Rica. Posgrado y Sociedad. *Revista Electrónica del Sistema de Estudios de Posgrado*, 10(1), 23-37.
- Loor, R., y Zambrano, P. (2016). *El cultivo de plátano (Mussa balbisiana) y la calidad ambiental del suelo, caso hacienda San Rafael*. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López .
- López, M; Sousa, S; y Gutiérrez, C. (2016). Evaluación de la calidad microbiológica de Mejillón (*Mytilus galloprovincialis*) depurado. Valencia, ES. *Revista Científica*. Vol. 26; Núm. 6; p. 351-358. Disponible en <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/43189/articulo1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lozano, M. (2019). *Determinación de la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores en la microcuenca del río Guanganza Chico de la provincia de Morona Santiago*. Macas: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - ESPOCH.
- Lucas, L., y Carreño, L. (2018). Calidad de agua de consumo humano en las comunidades Balsa en medio, Juián y Severino de la microcuenca Carrizal, Ecuador. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 39-46.

- Machado, V. (2018). *Biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos, como bioindicadores de calidad del agua en el río Sardinas, parroquia de Pacto, cantón Quito, provincia de Pichincha*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial - UTE.
- Madera, L., Angulo, L., Díaz, L., y Rojano, R. (2016). Evaluación de la calidad del agua en algunos puntos afluentes del río Cesar (Colombia) utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de contaminación. *Información Tecnológica*, 103-110.
- Martínez-Barbabosa, I., Gutiérrez-Cárdenas, E. M., Hamdan-Partida, A., Bustos-Martínez, J., y Shea, M. (2018). Presencia de *Blastocystis* spp. en el molusco *Crassostrea virginica*, en la Ciudad de México. *Revista de Salud Animal*, 40(2).
- Masson, I., Gonzalez, J., Dubny, S., Othax, N., y Peluso, F. (2017). *Aplicación del Índice de Integridad Biótica basado en peces como herramienta de biomonitoreo en la cuenca del Arroyo del Azul (Avances de proyecto en curso)*. Buenos Aires: Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Buenos Aires.
- Meza, A., Días, L., y Walteros, J. (2012). Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del río Chinchiná. *Caldasia*, 443-456.
- Ministerio del Ambiente de Colombia. (2002). Fichas Ambientales. En M. d. Colombia, *Guía Ambiental para sistemas de acueducto* (págs. 128-240). Bogotá: Fotolito América Ltda.
- Ministerio de Energía y Minas de Perú (2013). Plan de manejo ambiental (PMA) del proyecto instalación central térmica Quillabamba y sistema de transmisión asociado Santa Ana, La Convención, Cusco. CESEL Ingenieros.
- Mora-Donjuán, C., Burbano-Vargas, O., Méndez-Osorio, C., y Castro-Rojas, D. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 68-75.

- Mosquera-Guerra, F., Trujillo, F., Díaz-Pulido, A., y Mantilla-Meluk, H. (2018). Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos mediano y grandes, asociados a los bosques riparios del río Bitá, Vichada, Colombia. *Biota Colombiana*, 202-218.
- Muñoz, D; Graû, C; Villalobos, L; Marval, H; Martínez, C; y Zerpa, A. (2010). Uso de *Clostridium perfringens* como indicador de contaminación fecal en zonas de cultivo de moluscos bivalvos en el estado Sucre, Venezuela. *Revista Científica*. Vol. 20; Núm. 6; p. 575-583. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/959/95916206002.pdf>
- NIPPON KOEI LAC. (2017). *Manual de Caracterización Y Proyección de los Residuos Sólidos Municipales*. República Dominicana: JICA .
- Niu, Y., Wang, P., Zhang, W., Wang, C., Li, J., y Wu, H. (2018). Development of a microbial community-based index of biotic integrity (MC-IBI) for the assessment of ecological status of rivers in the Taihu Basin, China. *Ecological Indicators*, 204-213.
- Nugra-Salazar, F., Segovia, E., Benítez, M., y Reinoso, D. (2016). *Guía metodológica para el biomonitoreo de macroinvertebrados e ictiofauna en la Cuenca del Río Napo, Ecuador*. Cuenca: SENAGUA - OTCA.
- Ojeda Guerrero, A. D. R., & Santacruz Mallama, A. R. (2017). Evaluación de actividades antrópicas que inciden en las propiedades físico químicas del agua de la quebrada la torcaza corregimiento el Encano, municipio de Pasto-Nariño.
- Ordoñez, J. (2012). *Cartilla Técnica: Ciclo Hidrológico*. Lima: Sociedad Geográfica de Lima.
- Osorio, C., y Bahamonde, N. (2015). Los moluscos bivalvos en las pesqueras chilenas.
- Pauta, L. (2016). *Cálculo del Índice de Biodiversidad de Especies Florística en el Bosque Protector Aguarongo*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Pérez-Quezadas, J., Cortés-Silva, A., Salas-Ortega, M. D. R., Araguás-Araguás, L., Morales-Puente, P., & Carrillo-Chávez, A. (2017). Evidencias

hidrogeoquímicas e isotópicas sobre el origen del agua subterránea en la cuenca hidrográfica Río Actopan, Estado de Veracruz. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 34(1), 25-37.

Piedra, A. A., Obando, A. A., & Esquivel, L. G. R. (2016). Selección teórica de adsorbentes potenciales naturales de bajo costo para la remoción de arsénico en el agua de consumo humano en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 30(3), 23-34.

Pino, W; Mena, D; Mosquera, M; Calcedo, K; Palacios, J; Castro, A; y Guerrero J. (2003). Diversidad de macro invertebrados y evaluación de la calidad del agua de la Quebrada La Bendición, Municipio de Quibdo (Chocó, Colombia). *Acta Biológica Colombiana* no. 8: 23-30.

Peñuela, J.; Bello, J.; Guevara, M. y Cortez, R. (2016). Nueva área de distribución de *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Cyrenidae) en el estado Monagas, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Especial en honor al I Congreso Venezolano de Malacología* (1).

Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.

Ramírez, S., & Alberto, C. (2016). *Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico*. Sello Editorial de la Universidad de Medellín.

Reinoso, L. (2016). Evaluación de la calidad de agua del micro cuenca del Río Blanco de la Provincia de Chimborazo mediante macro invertebrados acuático como bioindicadores. Tesis de Ingeniero en Biotecnología Ambiental, ESPOCH. Chimborazo-Riobamba, EC. p. 16.

Richard Connor; David Coates; Stefan Uhlenbrook; Engin Koncagül. (2018). Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua (En línea). Consultado 13 de nov. 2018. Formato PDF. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002615/261594s.pdf>

Riofrío, D. (2016). *Biomonitoreo de mercurio en bivalvo *Anadara grandis* en tres localidades de la región costera de la provincia de El Oro*. Machaa: Universidad Técnica de Machala.

- Rodríguez Bravo, R. A., y Zambrano Medrano, E. J. (2017). *Incidencia de los usos de suelo en la calidad de vida de los habitantes de la microcuenca del río carrizal* (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM).
- Rodríguez, Z., del Carmen, M., García Pereyra, R., & Rangel Guzmán, E. (2017). Administración del agua y los recursos de la nación: la Junta Federal de Mejoras Materiales, Ciudad Juárez, Chihuahua, 1931-1936. *Región y sociedad*, 29(70), 103-132.
- Roldán P. (2016). Los macroinvertebrados como Bioindicadores de la calidad de agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev. Aca. Colomb. Ciene. Ex. Fis. Nat.* 40(155) 254-274.
- Roque, S. (2017). *Impactos de actividades antrópicas en el recurso agua en la microcuenca del río Timarini - Satipo*. Satipo - Perú: Universidad Nacional del Centro de Perú.
- Santamaría, E., y Bernal, J. (2016). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo, provincia de Chiriquí, Panamá. *Tecnociencia*, 5-24.
- SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo). 2017. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida. Resolución N.º CNP-003-2017. (En línea). EC. Disponible en: www.planificacion.gob.ec
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación - SINAC. (2013). Propuesta de Indicadores para el Programa de Monitoreo Ecológico en el Ámbito de Ecosistemas de Aguas Continentales. San José-Costa Rica. 209 p.
- Sonco, R. (2013). *Estudio de la diversidad alfa y beta en tres localidades de un bosque montano en la región de Madidi, La Paz-Bolivia*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Terneus-Jácome, E., y Yáñez, P. (2018). Principios fundamentales en torno a la calidad del agua, el uso de bioindicadores acuáticos y la restauración ecológica fluvial en Ecuador . *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 36-50.

- Torres, A. M., Peña, E. J., Zúñiga, O., & Peña, J. A. (2012). Evaluación del impacto de actividades antrópicas en el almacenamiento de carbono en biomasa vegetal en ecosistemas de alta montaña de Colombia. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 16(1), 132-142.
- Tripp-Quezada, A., Tripp-Valdez, A., Tripp-Valdez, M. A., Piñar, N. C., y Villalejo-Fuerte, M. (2018). Composición y estructura de la comunidad de moluscos de fondos blandos de la isla Santa Cruz, golfo de California, México. *Hidrobiológica*, 28(1), 51-59.
- Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Museo de Historia Natural. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macrinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú/Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología - Lima*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Usher, A., y Savino, M. (2018). Estudio global de los rankings universitarios. *Calidad en la Educación*, (25).
- Vile, J., y Henring, B. (2018). Development of indices of biotic integrity for high-gradient wadeable rivers and headwater streams in New Jersey. *Ecological Indicators*, 469-484.
- Wellemeier, J., Perkin, J., Fore, J., y Boyd, C. (2018). Comparing assembly processes for multimetric indices of biotic integrity. *Ecological Indicators*, 590-609.
- Zamora-Marín, J., Zamora-López, A., Sánchez-Pérez, A., Torralva, M., y Oliva-Paterna, F. (2018). Establecimiento de la almeja asiática *Corbicula fluminea* (Muller, 1774) en la cuenca del río Segura (SE Península Ibérica). *Limnetica*, 1-7.

ANEXOS

ANEXO 1. FICHA DE OBSERVACIÓN PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

| | | | | |
|---|--|-----------|------------|---|
|  <p>ESPAMMFL ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ</p> | Ficha de Observación | | |  <p>Carrera de INGENIERÍA AMBIENTAL</p> |
| Nombre del proyecto: | Relación entre las actividades antropogénicas y la calidad de agua del río Carrizal, sitio El Limón, utilizando bivalvos como bioindicadores | | | |
| Objetivo: | Determinar las actividades antropogénicas. | | | |
| Criterio | SI | NO | N/A | Observaciones |
| 1. Se evidencian actividades antropogénicas | | | | |
| 2. Hay vertidos de efluentes provenientes de las actividades identificadas | | | | |
| 3. Hay diferenciación de actividades y paisaje entre los sitios observados | | | | |
| 3.1. Se evidencia un entorno urbano desarrollado o en procesos de desarrollo/expansión | | | | |
| 3.2. Se evidencia un entorno rural agroproductivo | | | | |
| 3.3. Hay presencia de actividades industriales o comerciales significativas (explotación pétreo, camaroneras, ganadería extensiva, etc.) | | | | |
| 4. Hay presencia de focos contaminantes | | | | |
| 4.1. Las focos contaminantes provienen de alguna actividad específica | | | | |
| 4.2. Se visualiza afectación del medio natural por la presencia de dichos focos contaminantes | | | | |
| 5. Se evidencia la presencia de hogares/viviendas en las orillas del río | | | | |
| 6. Las actividades identificadas representan un medio de subsistencia/ingresos para los asentamientos humanos cercanos | | | | |
| 7. Se evidencia presencia de bivalvos | | | | |

ANEXO 2. FOTOGALERÍA DEL RECORRIDO DE OBSERVACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO



Foto 1. Sector 1 – El Morro



Foto 2. Sector 1 – Puente El Morro



Foto 3. Sector 2 - Bananera



Foto 4. Sector 2 - Bananera



Foto 5. Sector 2 - Bananera



Foto 6. Sector 3 – Puente El Limón

ANEXO 3. FOTOGALERÍA DE LA RECOLECCIÓN DE BIVALVOS



Foto 1. Recolección de ejemplares de bivalvos



Foto 2. Individuos recolectados



Foto 3. Bivalvos recolectados



Foto 4. Medición de largo y ancho de los bivalvos

ANEXO 4. DATOS DE MEDICIONES POR ESTACIONES

ANEXO 4.A. DATOS DE LA ESTACIÓN 1 – EL MORRO

SITIO EL MORRO

| Familia | Nombre científico | Individuos | Longitud (cm) | Ancho (cm) |
|--------------|---------------------------|------------|---------------|------------|
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 1 | 2,50 | 2,70 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 2 | 1,10 | 1,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 3 | 1,10 | 1,20 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 4 | 1,10 | 1,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 5 | 0,90 | 1,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 6 | 0,90 | 1,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 7 | 0,80 | 1,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 8 | 1,00 | 1,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 9 | 0,80 | 1,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 10 | 0,60 | 0,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 11 | 0,80 | 1,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 12 | 0,70 | 0,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 13 | 0,80 | 0,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 14 | 0,80 | 1,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 15 | 0,80 | 1,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 16 | 0,80 | 1,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 17 | 0,60 | 0,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 18 | 0,50 | 0,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 19 | 0,90 | 1,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 20 | 1,00 | 1,20 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 21 | 0,70 | 0,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 22 | 0,50 | 0,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 23 | 0,60 | 0,70 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 24 | 2,60 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 25 | 2,50 | 2,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 26 | 2,10 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 27 | 1,70 | 2,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 28 | 1,90 | 2,20 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 29 | 1,30 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 30 | 1,10 | 1,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 31 | 2,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 32 | 0,70 | 0,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 33 | 1,90 | 2,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 34 | 1,30 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 35 | 0,90 | 1,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 36 | 1,40 | 1,70 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 37 | 1,40 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 38 | 1,30 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 39 | 1,20 | 1,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 40 | 0,70 | 0,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 41 | 0,90 | 1,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 42 | 0,70 | 0,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 43 | 1,20 | 1,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 44 | 1,20 | 1,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 45 | 1,00 | 1,20 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 46 | 1,50 | 1,70 |

| | | | | |
|--------------|-----------------------------|----|------|------|
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 47 | 1,40 | 1,20 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 48 | 0,30 | 0,50 |
| Promedio | | | 1,14 | 1,34 |
| Arcidae | <i>Larkinia grandis</i> | 49 | 4,80 | 4,30 |
| Arcidae | <i>Larkinia grandis</i> | 50 | 4,30 | 3,80 |
| Arcidae | <i>Larkinia grandis</i> | 51 | 6,10 | 5,50 |
| Arcidae | <i>Larkinia grandis</i> | 52 | 4,70 | 4,20 |
| Promedio | | | 4,98 | 4,45 |
| Veneridae | <i>Illichione subrugosa</i> | 53 | 4,30 | 7,00 |
| Veneridae | <i>Illichione subrugosa</i> | 54 | 4,00 | 5,70 |
| Veneridae | <i>Illichione subrugosa</i> | 55 | 3,40 | 4,30 |
| Veneridae | <i>Illichione subrugosa</i> | 56 | 2,80 | 3,00 |
| Veneridae | <i>Illichione subrugosa</i> | 57 | 3,10 | 4,20 |
| Veneridae | <i>Illichione subrugosa</i> | 58 | 4,00 | 3,00 |
| Promedio | | | 3,60 | 4,53 |
| Ostreidae | <i>Crassostrea gigas</i> | 59 | 4,40 | 5,50 |
| Ostreidae | <i>Crassostrea gigas</i> | 60 | 3,30 | 4,70 |
| Ostreidae | <i>Crassostrea gigas</i> | 61 | 3,40 | 5,70 |
| Ostreidae | <i>Crassostrea gigas</i> | 62 | 3,00 | 3,70 |
| Ostreidae | <i>Crassostrea gigas</i> | 63 | 2,70 | 4,00 |
| Ostreidae | <i>Crassostrea gigas</i> | 64 | 3,20 | 3,90 |
| Ostreidae | <i>Crassostrea gigas</i> | 65 | 3,40 | 4,90 |
| Ostreidae | <i>Crassostrea gigas</i> | 66 | 3,20 | 4,90 |
| Ostreidae | <i>Crassostrea gigas</i> | 67 | 3,50 | 6,20 |
| Ostreidae | <i>Crassostrea gigas</i> | 68 | 4,50 | 7,40 |
| Ostreidae | <i>Crassostrea gigas</i> | 69 | 3,20 | 4,40 |
| Ostreidae | <i>Crassostrea gigas</i> | 70 | 2,70 | 3,40 |
| Promedio | | | 3,38 | 4,89 |

ANEXO 4.B. DATOS DE LA ESTACIÓN 2 – EL LIMÓN

SITIO EL LIMÓN

| Familia | Nombre científico | Individuos | Longitud (cm) | Ancho (cm) |
|--------------|---------------------------|------------|---------------|------------|
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 1 | 3,50 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 2 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 3 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 4 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 5 | 3,20 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 6 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 7 | 2,20 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 8 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 9 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 10 | 2,90 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 11 | 2,20 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 12 | 2,40 | 2,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 13 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 14 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 15 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 16 | 2,20 | 1,70 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 17 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 18 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 19 | 3,00 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 20 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 21 | 2,40 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 22 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 23 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 24 | 2,10 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 25 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 26 | 3,30 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 27 | 3,00 | 2,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 28 | 2,70 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 29 | 2,30 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 30 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 31 | 2,40 | 2,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 32 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 33 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 34 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 35 | 2,20 | 1,70 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 36 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 37 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 38 | 3,00 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 39 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 40 | 3,00 | 2,40 |

| | | | | |
|--------------|---------------------------|----|------|------|
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 41 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 42 | 2,10 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 43 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 44 | 3,30 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 45 | 3,00 | 2,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 46 | 2,70 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 47 | 2,30 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 48 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 49 | 3,50 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 50 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 51 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 52 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 53 | 3,20 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 54 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 55 | 2,20 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 56 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 57 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 58 | 2,90 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 59 | 2,20 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 60 | 2,70 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 61 | 2,30 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 62 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 63 | 3,50 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 64 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 65 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 66 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 67 | 3,20 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 68 | 2,10 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 69 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 70 | 3,30 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 71 | 3,00 | 2,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 72 | 2,70 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 73 | 2,30 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 74 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 75 | 2,40 | 2,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 76 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 77 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 78 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 79 | 2,20 | 1,70 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 80 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 81 | 2,00 | 1,20 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 82 | 3,50 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 83 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 84 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 85 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 86 | 3,20 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 87 | 3,00 | 2,40 |

| | | | | |
|--------------|---------------------------|-----|------|------|
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 88 | 2,20 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 89 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 90 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 91 | 2,90 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 92 | 2,20 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 93 | 2,40 | 2,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 94 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 95 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 96 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 97 | 2,20 | 1,70 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 98 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 99 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 100 | 3,00 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 101 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 102 | 2,40 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 103 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 104 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 105 | 2,10 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 106 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 107 | 3,30 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 108 | 3,00 | 2,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 109 | 2,70 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 110 | 2,30 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 111 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 112 | 2,40 | 2,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 113 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 114 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 115 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 116 | 2,20 | 1,70 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 117 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 118 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 119 | 3,00 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 120 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 121 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 122 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 123 | 2,10 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 124 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 125 | 3,30 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 126 | 3,00 | 2,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 127 | 2,70 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 128 | 2,30 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 129 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 130 | 3,50 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 131 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 132 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 133 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 134 | 3,20 | 2,50 |

| | | | | |
|--------------|---------------------------|-----|------|------|
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 135 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 136 | 2,20 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 137 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 138 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 139 | 2,90 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 140 | 2,20 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 141 | 2,70 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 142 | 2,30 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 143 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 144 | 3,50 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 145 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 146 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 147 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 148 | 3,20 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 149 | 2,10 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 150 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 151 | 3,30 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 152 | 3,00 | 2,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 153 | 2,70 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 154 | 2,30 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 155 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 156 | 2,40 | 2,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 157 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 158 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 159 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 160 | 2,20 | 1,70 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 161 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 162 | 2,00 | 1,20 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 163 | 3,50 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 164 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 165 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 166 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 167 | 3,20 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 168 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 169 | 2,20 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 170 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 171 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 172 | 2,90 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 173 | 2,20 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 174 | 2,40 | 2,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 175 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 176 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 177 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 178 | 2,20 | 1,70 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 179 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 180 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 181 | 3,00 | 2,30 |

| | | | | |
|--------------|---------------------------|-----|------|------|
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 182 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 183 | 2,40 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 184 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 185 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 186 | 2,10 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 187 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 188 | 3,30 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 189 | 3,00 | 2,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 190 | 2,70 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 191 | 2,30 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 192 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 193 | 2,40 | 2,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 194 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 195 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 196 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 197 | 2,20 | 1,70 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 198 | 2,80 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 199 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 200 | 3,00 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 201 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 202 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 203 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 204 | 2,10 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 205 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 206 | 3,30 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 207 | 3,00 | 2,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 208 | 2,70 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 209 | 2,30 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 210 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 211 | 3,50 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 212 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 213 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 214 | 3,60 | 3,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 215 | 3,20 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 216 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 217 | 2,20 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 218 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 219 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 220 | 2,90 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 221 | 2,20 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 222 | 2,70 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 223 | 2,30 | 1,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 224 | 3,00 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 225 | 3,50 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 226 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 227 | 3,00 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 228 | 3,60 | 3,10 |

| | | | | |
|-----------------|---------------------------|-----|------|------|
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 229 | 3,20 | 2,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 230 | 2,10 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 231 | 2,00 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 232 | 3,30 | 2,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 233 | 3,00 | 2,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 234 | 2,70 | 2,30 |
| Promedio | | | 2,78 | 2,28 |

ANEXO 4.C. DATOS DE LA ESTACIÓN 3 – SECTOR COLISEO ESPAM MFL

SITIO EL COLISEO

| Familia | Nombre científico | Individuos | Longitud (cm) | Ancho (cm) |
|--------------|---------------------------|------------|---------------|------------|
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 1 | 2,10 | 2,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 2 | 2,10 | 2,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 3 | 1,40 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 4 | 1,40 | 1,70 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 5 | 1,60 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 6 | 1,20 | 1,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 7 | 1,20 | 1,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 8 | 1,20 | 1,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 9 | 1,50 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 10 | 1,50 | 1,70 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 11 | 1,20 | 1,40 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 12 | 1,20 | 1,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 13 | 1,30 | 1,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 14 | 1,00 | 1,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 15 | 1,20 | 1,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 16 | 0,60 | 0,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 17 | 0,70 | 0,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 18 | 1,10 | 1,20 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 19 | 1,10 | 1,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 20 | 0,80 | 1,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 21 | 1,00 | 1,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 22 | 1,50 | 1,70 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 23 | 1,50 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 24 | 1,60 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 25 | 1,30 | 1,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 26 | 1,00 | 1,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 27 | 1,20 | 1,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 28 | 0,60 | 0,90 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 29 | 0,70 | 0,90 |

| | | | | |
|-----------------|---------------------------|----|------|------|
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 30 | 1,10 | 1,20 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 31 | 1,10 | 1,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 32 | 0,80 | 1,00 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 33 | 1,00 | 1,10 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 34 | 1,50 | 1,70 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 35 | 1,50 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 36 | 1,60 | 1,80 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 37 | 1,40 | 1,50 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 38 | 1,40 | 1,60 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 39 | 1,00 | 1,30 |
| Corbiculidae | <i>Corbicula fluminea</i> | 40 | 0,60 | 0,80 |
| Promedio | | | 1,22 | 1,42 |

ANEXO 5. MODELO DE ENCUESTA REALIZADA

ENCUESTA PARA LA ZONA DE INFLUENCIA DEL RIO CARRIZAL, SITIO LIMÓN

| IDENTIFICACIÓN DEL ENCUESTADO | | | | |
|-------------------------------|--|--------------|-----------|------------|
| Edad: | | Sexo: | Femenino: | Masculino: |

1) ¿Cuáles son las principales actividades económicas productivas a las que se dedican los pobladores de esta comunidad?

| | |
|----------------------|--|
| Agricultura | |
| Explotación forestal | |
| Acuicultura | |
| Pesca | |
| Ganadería | |
| Turismo | |

2) **¿Cree Ud. que el aumento de las actividades productivas ha sido el motivo de la contaminación del río?**

| | |
|----|--|
| Sí | |
|----|--|

| | |
|----|--|
| No | |
|----|--|

3) **¿En esta comunidad existen problemas ambientales?**

| | |
|----|--|
| Sí | |
|----|--|

| | |
|----|--|
| No | |
|----|--|

4) **Indique los problemas ambientales existentes:**

| | |
|--|--|
| Degradación del suelo | |
| Tala de Arboles | |
| Presencia de residuos Sólidos en las riberas del río | |
| Vertidos de Agua residuales | |
| Otros(especifique) | |

5) **¿Cuál es la disposición final de sus residuos sólidos?**

Los deposita al recolector municipal

La quema

La desecha a las riberas del río

6) **¿Ha recibido educación ambiental por parte de alguna entidad de cuidado ambiental?**

| | |
|----|--|
| Sí | |
|----|--|

| | |
|----|--|
| No | |
|----|--|