



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:

**CALIDAD DE AGUA MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS
ACUÁTICOS EN EL HUMEDAL LA SEGUA**

AUTORES:

**CEDEÑO BAZURTO YICELY NATHALY
MOREIRA IZQUIERDO MARÍA GABRIELA**

TUTORA:

BLGA. MARÍA FERNANDA PINCAY CANTOS, M.Sc.

CALCETA, ABRIL 2019

DERECHOS DE AUTORÍA

YICELY NATHALY CEDEÑO BAZURTO y **MOREIRA IZQUIERDO MARÍA GABRIELA** declaramos 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.

.....

YICELY N. CEDEÑO BAZURTO

.....

MARÍA G. MOREIRA IZQUIERDO

CERTIFICACIÓN DE TUTORA

BLGA. MARÍA FERNANDA PINCAY, certifica haber tutelado el proyecto **CALIDAD DE AGUA MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN EL HUMEDAL LA SEGUA**, que ha sido desarrollada por **YICELY NATHALY CEDEÑO BAZURTO Y MARÍA GABRIELA MOREIRA IZQUIERDO**, 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, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **CALIDAD DE AGUA MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN EL HUMEDAL LA SEGUA**, que ha sido propuesto, desarrollado por **YICELY NATHALY CEDEÑO BAZURTO Y MARÍA GABRIELA MOREIRA IZQUIERDO**, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. LAURA G. MENDOZA CEDEÑO M.Sc.
MIEMBRO

.....
EC. ROBERTO T. ZAMBRANO FARÍAS M.Sc.
MIEMBRO

.....
ING. FRANCISCO J. VELÁSQUEZ INTRIAGO M.Sc.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestra gratitud a Dios, quien con su bendición llena nuestras vidas, a nuestra familia, por el apoyo durante todo este proceso.

De manera especial a nuestra tutora de tesis la Blga. María Fernanda Pincay, por habernos guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino también por habernos brindado el apoyo para desarrollarnos profesionalmente y seguir cultivando nuestros valores, quien estuvo presente en ayudarnos todo el tiempo con buena disposición.

A la ESPAM, por habernos brindado oportunidades y enriquecimiento en nuestros conocimientos, a nuestros profesores, quienes a lo largo de este camino nos enseñaron sus valiosos conocimientos para crecer día a día como profesional.

A nuestro amigo Cesar Eduardo Velásquez quien siempre tuvo la amabilidad y nos brindó parte de su tiempo para ayudarnos en diferentes ámbitos.

LAS AUTORAS

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la vida, salud y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Yicely Bazurto por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor.

A mi padre Pedro Cedeño por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis hermanos Cristhian, José Luis, Juan Carlos y Josenka por su apoyo incondicional, durante toda mi vida.

A mis Abuelos Luis Basurto, Luz Loor, Flérida Delgado, Pedro Cedeño por apoyarme siempre, por enseñarme a seguir adelante, por su amor incondicional, en especial a Lulucita quien siempre tenía palabras de aliento para mí.

A mis sobrinos Elkin, Yeskibeth, Yenedith, Yeudiel, Emir por ser mi pilar del día a día, a quienes quiero enseñar que siempre se puede con todo y contra todo.

A mi Tía Fátima Bazurto a quien quiero como una madre, quien estuvo conmigo incondicionalmente, por siempre escucharme y ayudarme en cualquier momento quien me apoyo siempre.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas, a mi tío Luchi mi eterno ángel, mi fiel acompañante.

YICELY N. CEDEÑO BAZURTO

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme en el camino del aprendizaje, quien me acompaña y siempre me levanta en los momentos de dificultad.

A mi familia y amigos, principalmente a mi madre Dayse Izquierdo quien ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo. A mi hermana Valeria Moreira por la ayudada brindada en todo momento. A mis tías queridas Melly Moreira y María Moreira quienes han formado parte de este proceso.

A las personas que a lo largo de mi carrera estudiantil me ayudaron a seguir adelante para no decaer brindándome su paciencia y comprensión, en especial a mis amigas Mariana Moncayo, Adriana Saltos, Leonela Talledo y Julissa Andrade.

A mis abuelos Marcos Moreira, Herma Moreira, Marco Moreira que físicamente no están presentes, pero con su sabiduría me enseñaron grandes valores

MARÍA G. MOREIRA IZQUIERDO

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 IMÁGENES, CUADROS Y GRÁFICOS	xi
IMAGEN	xi
CUADROS.....	xi
GRÁFICOS	xi
ABSTRACT.....	xiii
KEYWORDS.....	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.4. IDEA A DEFENDER	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	6
2.2. HUMEDALES	6
2.3. IMPORTANCIA DE LOS HUMEDALES	6
2.4. CALIDAD DE AGUA	7
2.5. INDICADOR BIOLÓGICO.....	7
2.6. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA	7
2.7. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS	8
2.8. BIOLOGÍA DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.....	8
2.9. HÁBITATS DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS	9
2.9.1. MACROINVERTEBRADOS NEUSTON.....	9
2.9.2. MACROINVERTEBRADOS NÉCTON	9
2.9.3. MACROINVERTEBRADOS BENTOS.....	9

2.10.	IMPORTANCIA DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS ...	10
2.11.	AMENAZAS A LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.....	10
2.12.	ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS	10
2.12.1.	EPHEMEROPTERA	10
2.12.2.	PLECOPTERA.....	11
2.12.3.	TRICOPTERA.....	11
2.12.4.	COLEOPTERA	12
2.12.5.	ODONATA.....	12
2.13.	PROTOCOLO PARA MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DE LAGOS Y HUMEDALES.....	12
2.14.	TÉCNICAS DE MONITOREO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.....	13
2.15.	ÍNDICE BIOLÓGICO PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE AGUA	14
2.15.1.	ÍNDICE EPT.....	15
2.15.1.1.	CÁLCULO DEL ÍNDICE EPT.....	15
2.15.2.	ÍNDICE DE SHANNON-WEAVER	15
2.15.3.	ÍNDICE DE SIMPSON	16
2.16.	SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO	17
2.17.	DIRECTRICES PARA LA TOMA DE MUESTRAS	17
2.17.1.	MUESTREO CON SALABRE (“DIPPING”).....	17
	CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	18
3.1.	UBICACIÓN.....	18
3.2.	DURACIÓN DEL TRABAJO	18
3.3.	VARIABLES EN ESTUDIO	19
3.3.1.	VARIABLE DEPENDIENTE	19
3.3.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	19
3.4.	MÉTODOS Y TÉCNICAS	19
3.5.	PROCEDIMIENTO.....	21
3.5.1.	FASE 1: DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES SOCIAMBIENTALES REALIZADAS POR LOS HABITANTES DEL HUMEDAL LA SEGUA.....	21
3.5.2.	FASE 2: ESTABLECIMIENTO DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN EL SITIO DE ESTUDIO.....	22
3.5.3.	FASE 3: DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL LA SEGUA MEDIANTE ÍNDICES BIOLÓGICOS	23
	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26

4.1. DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES SOCIOAMBIENTALES REALIZADAS A LAS COMUNIDADES DEL HUMEDAL LA SEGUA	26
4.2. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN EL HUMEDAL LA SEGUA	43
4.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS ENCONTRADOS EN EL HUMEDAL LA SEGUA	44
4.4. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL LA SEGUA A TRAVÉS DE ÍNDICES BIOLÓGICOS	47
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
5.1. CONCLUSIONES	52
5.2. RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS	61

CONTENIDO DE IMÁGENES, CUADROS Y GRÁFICOS

IMAGEN

Imagen 3. 1.Ubicación del humedal “La Segua”	18
--	----

CUADROS

Cuadro 3. 1.Clasificación de la calidad del agua según el esquema de Wilhm y Dorris.....	24
Cuadro 3. 2.Porcentaje de la calidad del agua de acuerdo al índice EPT	25
Cuadro 4. 1. Afectaciones externas hacia el humedal La Segua.	43
Cuadro 4. 2.Descripción de las zonas de muestreo: Características y coordenadas.	44
Cuadro 4. 3.Diversidad y abundancia total de los insectos acuáticos encontrados en el humedal La Segua.....	46
Cuadro 4. 4.Índice de diversidad Shannon- Weaver	47

GRÁFICOS

Gráfico 4. 1.Conocimiento del término humedal.....	27
Gráfico 4. 2. Aprovechamiento del humedal	28
Gráfico 4. 3.Beneficios del humedal.....	30
Gráfico 4. 4.Efectos negativos del humedal hacia la comunidad.....	32
Gráfico 4. 5.Problemas con el agua para beber en la comunidad	33
Gráfico 4. 6. Efecto de camaroneras alrededor del humedal.....	35
Gráfico 4. 7.Uso del agua para actividades diarias	36
Gráfico 4. 8.Estado de la calidad del agua del humedal.....	37
Gráfico 4. 9.Beneficio más importante que brinda el humedal	38
Gráfico 4. 10.Acciones para la recuperación, protección y conservación del ecosistema del humedal	39
Gráfico 4. 11.Actividades que se desarrollan en el humedal	41
Gráfico 4. 12.Principales cambios del humedal.....	42
Gráfico 4. 13.Índice Shannon-Weaver (Programa Past)	48
Gráfico 4. 14.Índice de Simpson	49
Gráfico 4. 15.Dominancia de Simpson (Programa Past)	50
Gráfico 4. 16.Índice de EPT	51

RESUMEN

Se determinó la calidad de agua mediante macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos en el humedal La Segua, describiendo y analizando las actividades socioambientales que se realizan en el humedal y sus alrededores, identificando la pesca y el ecoturismo las más representativas según las encuestas realizadas. En el monitoreo se establecieron cinco estaciones de muestreo distribuidos uniformemente según al protocolo de la Confederación Hidrográfica del Ebro alrededor del humedal. Para la recolección de los macroinvertebrados se utilizó la técnica red de patada y la red surber, capturando un total de 1.061 individuos distribuidos en 5 órdenes, 23 familias. Utilizando el índice de diversidad Shannon-Weaver, las 5 estaciones reflejaron una diversidad media comparada con el esquema de Wilhm y Dorris la ubica en el rango 1-3, lo que muestra que el humedal presenta una contaminación moderada, con una dominancia baja conforme al índice de Simpson. De acuerdo a la clasificación aplicada por Carrera y Fierro (2001) el índice EPT de las 5 estaciones de muestreo establecidas en el humedal La Segua presentan una calidad de agua regular (30,25%), esto probablemente se debe a las características de las estaciones tales como: diversidad de hábitat, el tipo de sustrato mineral, profundidad, vegetación sumergida ya que no se encontraron individuos del orden *Trichoptera* y *Plecoptera*, además que los individuos encontrados del orden *Ephemeroptera* no supera al total de individuos que pertenecen a ambientes alterados, tales como los *Díptera*, y *Hemíptera*.

PALABRAS CLAVES

Macroinvertebrados acuáticos, Índice Shannon-Weaver, esquema de Wilhm y Doris, índice Simpson, Índice EPT, calidad del agua.

ABSTRACT

The water quality was determined by aquatic macroinvertebrates as biological indicators in the La Segua wetland, describing and analyzing the socio-environmental activities carried out in the wetland and its surroundings, identifying fishing and ecotourism as the most representative according to the surveys carried out. In the monitoring, five sampling stations were established, distributed uniformly according to the protocol of the Ebro Hydrographic Confederation around the wetland. For the collection of macroinvertebrates, the kicking net and surber network technique was used, capturing a total of 1,061 individuals distributed in 5 orders, 23 families. Using the Shannon-Weaver diversity index, the five seasons showed an average diversity compared to the Wilhm and Dorris scheme, it ranks in the 1-3 range, which shows that the wetland presents a moderate pollution, with a low dominance according to the Simpson's index. According to the classification applied by Carrera y Fierro (2001), the EPT index of the 5 sampling stations established in the La Segua wetland have a regular water quality (30.25%), probably due to the characteristics of the seasons such as: diversity of habitat, type of mineral substrate, depth, submerged vegetation since no individuals of the order *Trichoptera* and *Plecoptera* were found, in addition to the individuals found in the order *Ephemeroptera* it does not exceed the total of individuals that belong to altered environments, such as the *Diptera*, and *Hemiptera*.

KEYWORDS

Aquatic macroinvertebrates, Shannon-Weaver Index, Wilhm and Dorris scheme, Simpson index, EPT index, water quality.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende del número de factores naturales como flora y fauna, relieve, clima, hidrografía y de la acción humana que se presentan, ya que a nivel mundial, el principal problema de la calidad del agua lo forma la eutrofización, que es el resultado del aumento de los niveles de nutrientes afectando principalmente al agua (Organización de las Naciones Unidas, 2014).

La contaminación de los recursos hídricos es causada por los desperdicios generados por industrias, residuos de la agricultura, crianza de animales, minería, petróleo y otros desperdicios sólidos urbanos confieren un escenario perjudicial para la salud de la población teniendo una influencia negativa en los recursos hidrológicos superficiales y subterráneos (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2012).

Un análisis del estado actual de los humedales, ha mostrado que han sido ecosistemas bastante afectados por factores climáticos como, cambios de temperaturas, sequías, el calentamiento global y las afectaciones causadas por las diferentes actividades antrópicas las cuales causan daños adversos a este tipo de ecosistemas (Hernández, 2001).

En el Ecuador se ha dado poca importancia a la contaminación de ríos, lagos y lagunas; no existe un diagnóstico de la calidad del agua que tome en cuenta a los seres vivos que habitan estos ecosistemas. La mayoría de los análisis se hacen a través de pruebas químicas que consideran únicamente la calidad del agua (Reyes, 2001).

La Segua es el quinto humedal en el país, que actualmente presenta bajas precipitaciones, que no compensan el nivel de agua presentado en años anteriores, y por tal razón la población de especies como el chame (*Dormitator latifrons*), tilapia (*Oreochromis niloticus*), langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*), entre otras, ha decrecido, por la implementación de chameras, camaroneras, construcción de muros en sus alrededores, la

limitación y el cerramiento del lugar con alambradas, está afectando de manera directa el ecosistema (Ministerio del Ambiente de Ecuador [MAE], 2016).

Por los problemas antes mencionados, se crea la necesidad de determinar la calidad del agua en el humedal La Segua con el uso de macroinvertebrados acuáticos.

Para esto los autores se plantean la siguiente interrogante: ¿Cuál es la calidad de agua que determina la presencia de macroinvertebrados acuáticos en el humedal La Segua?

1.2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el estudio de los humedales son de importancia, ya que a nivel mundial existe el interés de proteger el entorno natural y de generar acciones que permitan la coexistencia del hombre con su entorno, lamentablemente son muchos los problemas que enfrentan los humedales que han sido afectado la flora y la fauna existente en estos entornos (Apolo, 2008). Componen además refugio y zonas de reproducción de una gran cantidad de especies de aves que presentan problemas de conservación (López, 2008).

El empleo de los macroinvertebrados acuáticos en especial los insectos, como bioindicadores de calidad del agua en los ecosistemas ya sea en ríos, lagos o humedales, representa una herramienta de gran importancia para la caracterización biológica integral de la calidad del agua de los ecosistemas (Prat, 2009).

La utilización de los macroinvertebrados acuáticos son técnicas apropiadas para conocer el estado de los recursos hídricos, se debe a las ventajas que estos presentan, entre las que se pueden citar, costos menores, técnicas de muestreos estandarizadas, no se requiere del uso equipos costosos, siendo así una manera efectiva para un seguimiento continuo de la calidad del agua (Muñoz, 2003).

La degradación de los ecosistemas acuáticos ha sido motivo de preocupación a nivel global, lo que está provocado un creciente interés en protegerlos y estudiar sus cambios en el tiempo. Para este fin se han desarrollado criterios físicos, químicos y biológicos que han permitido estimar el efecto y la magnitud de la contaminación por factores antropogénicos. Como alternativa varios países han generado conocimientos y desarrollo de técnicas de biomonitoreo de los cuerpos de agua basados en indicadores biológicos, los mismos que informan de la situación tanto momentánea como de lo acontecido algún tiempo antes de la toma de la muestra (Betancourth, 2003).

En el aspecto legal del proyecto permitirá cumplir los lineamientos enmarcados en el art. 14 de la Constitución de la República del Ecuador, menciona: El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los

recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. Al mismo tiempo el objetivo 7 del PNVB (Plan Nacional del Buen Vivir) implica garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del agua mediante macroinvertebrados acuáticos presentes en el humedal La Segua.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar las actividades socioambientales realizadas en el humedal La Segua.
- Establecer las estaciones de muestreo del sitio de estudio.
- Determinar la calidad de agua del humedal La Segua mediante índices biológicos.

1.4. IDEA A DEFENDER

La calidad del agua del humedal La Segua según el índice Biológico EPT es regular.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Los ecosistemas acuáticos tropicales contienen una amplia gama de hábitats, por ejemplo, (lagunas costeras, estuarios, lagos grandes y caudalosos ríos, llanuras aluviales, pequeños arroyos, manantiales, acuíferos y humedales) que se identifican por tener una elevada productividad biológica. Estos hábitats albergan una gran variedad de organismos, entre los cuales se encuentran los peces óseos, tiburones y rayas; diversas especies de crustáceos como camarones, langostinos y jaibas; algunos reptiles como tortugas, caimanes y cocodrilos; así como aves y mamíferos terrestres que utilizan estos ambientes para aprovechar los recursos de alimentación y las áreas de crianza o reproducción que estos les proporcionan (Hernández, 2013).

2.2. HUMEDALES

Son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Adicionalmente los humedales podrán incluir sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal (La Convención sobre los Humedales [Rasmar], 2018).

2.3. IMPORTANCIA DE LOS HUMEDALES

Según La Convención sobre los Humedales [Rasmar], (2018) los humedales figuran entre los medios más productivos del mundo, son cunas de diversidad biológica y fuentes de agua y productividad primaria de las que innumerables especies vegetales y animales dependen para subsistir. Dan sustento a altas concentraciones de especies de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces e invertebrados, también son importantes depósitos de material genético vegetal.

El consumo mundial de agua dulce aumentó seis veces entre 1900 y 1995 más del doble del índice de aumento de la población, para 2025 dos de cada tres habitantes de la Tierra bien podrían vivir en condiciones de estrés por defecto hídrico. La capacidad de los humedales de adaptarse a condiciones dinámicas e índices de cambio cada vez más rápidos será crucial para las comunidades humanas y las especies silvestres en todas partes conforme se vaya percibiendo de lleno el impacto del cambio climático en las bases de sustentación de los ecosistemas, además, los humedales son importantes, y a veces esenciales, para la salud, el bienestar y la seguridad de quienes viven en ellos o en su entorno. Figuran entre los medios más productivos del mundo y reportan un amplio abanico de beneficio (Rasmar, 2018).

2.4. CALIDAD DE AGUA

Son las características del agua que pueden verse afectada tanto física, química y biológicamente, la misma que debe cumplir con las normas de calidad y para esto es importante conocer, el tipo de fuente, la calidad, las características organolépticas, físico-químicas y microbiológicas, muestreo para el control de calidad, las características de producción y otros aspectos (Ullauri, 2011).

2.5. INDICADOR BIOLÓGICO

Según Gutiérrez y Marie (2009) los insectos acuáticos son un grupo de insectos que se desarrollan en el medio acuático. Para el estudio de bioindicadores y aplicar los índices bióticos es necesario recolectar los macroinvertebrados de los bentos fluviales. Para ello se suelen emplear redes de mano, muestreadores (tipo Hess o Surber) o substratos artificiales, etc., (Alonso y Camargo, 2005).

2.6. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA

La contaminación del agua sobre todo es un problema biológico, ha dependido principalmente de los parámetros físico-químicos para la evaluación de la calidad del agua, por lo cual se han desarrollado diferentes métodos e índices que interpretan la situación real, o el grado de contaminación de los sistemas

acuáticos. Unos se van relativamente en el análisis de las condiciones químicas, que son de gran precisión, es decir tienen unos resultados exactos en la dimensión cronológica y no revelan mucho de la evolución de la carga de contaminante (Toro, 2003).

2.7. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Los macroinvertebrados acuáticos con aquellos que pertenecen a la clase Insecta, mollusca, oligochaeta, hirudinae y crustácea especialmente, algunas desarrollan toda su vida en el medio acuático (oligochaeta y mollusca), por el contrario otros tienen una fase de su ciclo aéreo, son invertebrados con un tamaño superior a 500 μm (Reinoso, 2009). Son habitantes en los sedimentos de los ecosistemas acuáticos, o en cualquier tipo de sustrato ya sea este en hojas, troncos, macrofitas y demás (Roldan, 2000).

En la actualidad los macroinvertebrados acuáticos son considerados como los mejores bioindicadores de la calidad del agua (Lozano, s/f).

2.8. BIOLOGÍA DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Los macroinvertebrados acuáticos que habitan en el agua dulce, muestran una gran variedad de adaptaciones, incluyendo importantes diferencias en sus ciclos de vida, otros grupos de macroinvertebrados acuáticos pasan todo, o casi todo, su ciclo de vida en el agua (Luttbeg, 2010).

En cambio, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos marinos permanecen las especies más tolerantes y los nichos biológicos vacíos pasan a ser ocupados por especies oportunistas que se caracterizan por su mayor tolerancia, su ciclo de vida es corto. Según el medio se estabiliza, la comunidad biológica de macroinvertebrados se va modificando apareciendo especies de etapas más estables de la comunidad caracterizadas por su ciclo de vida más largo con mayor biomasa (Directiva Marco del Agua [DMA], 2013).

2.9. HÁBITATS DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

La calidad ecológica representa a la estructura y la función de la comunidad biológica, los factores naturales ya sea de tipo físico, geográfico y climático, agregando las condiciones físicas y químicas del agua incluida también las actividades humanas y la estética de los ecosistemas (Prat, 1996).

Los ecosistemas dulceacuícolas son uno de los recursos naturales renovables de más importancia para la vida, en lo que concierne a valor biológico, estos ecosistemas también se acentúan por contener una biótica rica y variada, envolviendo la diversidad de peces y de otros vertebrados y una gran diversidad de invertebrados, plantas y algas (Hoffsten, 2001).

Según Directiva Marco del Agua [DMA], (2013) los macroinvertebrados bentónicos marinos se encuentran tanto en fondos blandos de arena, arcilla o limo como también en fondos duros de rocas o cantos, variando las especies que aparecen en ellos, dentro de ella existen diferentes tipos.

2.9.1. MACROINVERTEBRADOS NEUSTON

Se describe a los organismos que viven sobre la superficie del agua ya sea caminando, patinando o brincando, así como también sus uñas, sus patas y su exoesqueleto esta recubiertos por una especie de cera que los hace impermeables, así que, en vez de hundirse, doblan la superficie del agua venciendo la tensión superficial (Pérez, 2003).

2.9.2. MACROINVERTEBRADOS NÉCTON

Son conformados por aquellos organismos que nadan de manera libre en el agua, de la misma manera en que lo hacen los peces. Entre ellos se encuentran, las familias Corixidae, Notonectidae pertenecientes al orden Hemiptera y Dytiscidae, Hydrophilidae (Pérez, 2003).

2.9.3. MACROINVERTEBRADOS BENTOS

Se refieren aquellos organismos que viven en el fondo de los ríos, lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos y restos de vegetación. Los principales

órdenes representantes son: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera y Diptera (Pérez, 2003).

2.10. IMPORTANCIA DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Según Ladrera (2001) los macroinvertebrados acuáticos obtienen un papel de mucha importancia en los ecosistemas acuáticos al formar 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.

Los macroinvertebrados son considerados un eslabón importante en la cadena trófica, especialmente para peces, un alto número de invertebrados se alimentan de algas y bacterias, las cuales se encuentran en la parte baja de la cadena alimentaria (Forero, 2017).

2.11. AMENAZAS A LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

La familia de macroinvertebrados acuáticos está amenazada por la alteración del medio ambiente, por las cargas de aguas residuales, por la tala de árboles las cuales llegan a producir cambios fuertes en el flujo natural de la materia y la energía, asimismo de modificaciones en el ciclo de los nutrientes, en especial del nitrógeno y del fósforo (Nogueira, 2008).

2.12. ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

2.12.1. EPHEMEROPTERA

El orden efemeróptero engloba un grupo de insectos acuáticos frágiles que presentan una característica única, la de poseer un estadio terrestre volador (el “subimago”) antes de alcanzar la madurez sexual (Flowers y De la Rosa, 2010).

Los efemerópteros poseen metamorfosis incompleta (hemimetábolos). El estadio inmaduro (ninfa) puede durar desde unas pocas semanas hasta un año o más en su desarrollo (Vásquez *et al.*, 2009). Las ninfas son generalmente

raspadoras o recolectoras, alimentándose de una variedad de algas y detritus. La mayoría viven en la superficie de piedras, arena o barro (Flowers y De la Rosa, 2010). Los Efemerópteros, los adultos son delicados con alas anteriores triangulares y las alas posteriores reducidas o ausentes (Martínez, 2010). El abdomen consta de diez segmentos y posee dos o tres largos cercos ("colas") en su extremo; los machos poseen un par de penes para la cópula (Barber, 2007).

2.12.2. PLECOPTERA

El orden Plecoptera, también conocido como moscas de la piedra, son un grupo relativamente pequeño de insectos (Gutiérrez, 2010). De acuerdo a Holst (2000) los plecópteros son insectos poco comunes y se encuentran cerca de lagos o vertientes.

Según Albariño y Balseiro (1998), Las ninfas de los Plecópteros se caracterizan por tener dos cercos, largas antenas, agallas torácicas en posición ventral y a veces agallas anales. Turizo, Turizo y Zuñiga (2007) encontraron que estas se alimentaban principalmente de ninfas de Ephemeroptera y larvas de Diptera de las familias Chironomidae y Simuliidae.

Las ninfas de los Plecópteros viven en aguas rápidas, bien oxigenadas, debajo de las piedras, troncos, ramas y hojas. Se ha observado que son especialmente abundantes en riachuelos con fondo pedregoso, de corrientes rápidas y muy limpias situadas alrededor de los 2.000 metros de altura. Son, por lo tanto, indicadores de aguas muy limpias y oligotróficas (Albariño y Balseiro, 1998).

2.12.3. TRICOPTERA

El orden Trichoptera comprende un grupo de insectos que dependen totalmente del medio acuático para su desarrollo. Sus alas están cubiertas de pelos en lugar de escamas. Como insectos holométabolos, los tricópteros pasan por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto, de los cuales solamente el último es terrestre. El desarrollo larval pasa por cinco estadios en la mayoría

de las especies, y puede durar de varios meses a años, dependiendo de la especie y de los factores ambientales (Springer, 2010).

2.12.4. COLEOPTERA

Grupo de insectos que viven en aguas loticas y lenticas. Sus hábitats más representativos son troncos y hojas en descomposición, grava, piedras, arena y la vegetación sumergida y emergente (Bar, 2010).

Los coleópteros son insectos holometábolos, con un desarrollo en cuatro fases: huevo - larva - pupa - adulto. La incubación de los huevos puede tardar desde unos 5 hasta 15 días; o hasta 60 días en condiciones de laboratorio (p. ej. Elmidae) (White y Roughley, 2008).

2.12.5. ODONATA

El orden Odonata contiene las libélulas y los caballitos del diablo y es uno de los grupos de insectos más populares. El nombre Odonata se deriva del griego “odon” que significa diente, refiriéndose a sus fuertes mandíbulas (Ramírez, 2011).

Los adultos generalmente vuelan cerca de quebradas, ríos, lagunas y otros cuerpos de agua dulce o salobre. Indirectamente, la presencia de odonatos puede modificar la distribución espacial de las presas, limitando el uso de hábitats y la cantidad de tiempo que invierten en alimentarse (Hammond *et al.*, 2007).

2.13. PROTOCOLO PARA MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DE LAGOS Y HUMEDALES

Los macroinvertebrados bentónicos del litoral de los lagos son considerados como elemento biológico a analizar para la obtención de métricas que permitan la determinación del estado ecológico.

El procedimiento de muestreo es de tipo cualitativo-semicuantitativo (unidad de esfuerzo), y se ha elaborado a partir de la consulta bibliográfica especializada (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005).

El mismo autor menciona que las muestras recolectadas se deben fijar inmediatamente después de la recolección para evitar la acción de los carnívoros, especialmente los *plecópteros*, *odonatos*, *heterópteros*, *coleópteros*, *tricoptros*, *megalópteros*, entre otros. La muestra se debe de procesar antes de las 24 horas ya que la separación en vivo ayuda mucho.

2.14. TÉCNICAS DE MONITOREO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Existen varias técnicas para coleccionar macroinvertebrados acuáticos, hay que tener en cuenta las condiciones del río, las facilidades del medio, las posibilidades y habilidades que tenga para elaborar ciertos materiales (Fierro, 2001).

2.14.1. PIEDRAS Y HOJARASCA

Esta técnica se basa en la búsqueda de macroinvertebrados acuáticos en las piedras y hojas que se encuentran en el fondo, en la superficie y en la orilla de los cuerpos de agua. Aunque se puede realizar en cualquier fondo pedregoso y con vegetación flotante, es recomendable hacerlo en ríos corrientosos y con piedras grandes, no es aconsejable hacerlo en ríos que tienen fondo arenoso o arcilloso y que no tienen hojarasca en las orillas (Carrera, 2001).

El mismo autor mencionado anteriormente señala que se reúnen los macroinvertebrados acuáticos con la ayuda de pinzas y se colocan en un frasco pequeño con alcohol, se escribe la etiqueta el sitio, el nombre del estero o río, la fecha y la persona o personas que participaron en la recolección.

2.14.2. RED DE PATADA

Esta técnica consiste en atrapar macroinvertebrados acuáticos, removiendo el fondo, se llama 'de patada' porque mientras uno de los miembros de la pareja da 'patadas', removiendo el fondo, la otra coloca la red río abajo para atraparlos.

Se construye con una malla plástica o metálica de aproximadamente un metro cuadrado, el ojo de red o malla debe ser de 0,5 a 1 milímetro. Clave, amarre o

atornille, a los dos lados de la red, palos viejos de escoba de un metro y medio de largo, más o menos (Fierro y Carrera, 2001).

2.14.3. RED SURBER

El Manual de monitoreo escrito por Carrera (2001) menciona que es un equipo utilizado en la toma de muestras de macroinvertebrados bentónicos en ambientes continentales, especialmente en el fondo de ríos y sistemas de aguas corrientes. Su uso es muy conveniente por ser un equipo portátil, de fácil instalación y manejo; además de ser práctico para su traslado, está diseñado de acero inoxidable y lona, lo cual es una ventaja frente a otros equipos hechos de aluminio y nylon.

El mismo autor describe que la red surber tiene forma de L, un par de marcos, con platinas o varillas de metal, de 30 centímetros de alto por 30 centímetros de ancho, consta de una red en forma de cono de 40 a 45 centímetros de profundidad, esta red o malla puede ser de nylon, plástico o tela muy fina, pero resistente, y con un ojo de red o malla de 0,5 a 1 milímetro.

2.15. ÍNDICE BIOLÓGICO PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE AGUA

Es un método que es utilizado en la ecología para comprobar la calidad biológica del agua, el método usa la determinación de macroinvertebrados acuáticos de agua dulce. El estudio de bioindicadores y aplicar los índices bióticos se necesita recolectar los macroinvertebrados, para ello es necesario el uso redes de mano, muestreadores (tipo Hess o Surber) o substratos artificiales, etc., (Alonso, 2005).

Entre los índices de diversidad más utilizados cabe citar el de Shannon-Weaver (1963), el de Margalef (1951), el de Menhinick (1964) y el de Simpson (1949). Todos estos índices biológicos citados han sido objeto de numerosos estudios descriptivos y críticos, al aplicarse simultáneamente algunos de ellos a una misma zona de su utilidad para estimar la calidad de las aguas ha sido puesta de manifiesto en numerosas ocasiones comprobando, a su vez, el interés de considerar en los mismos tanto el aspecto autoecológico de la comunidad que

se pretende valorar a través del índice, como su aspecto sinecológico, relacionado con la abundancia de cada especie en la misma (Jalon, 2010).

2.15.1. ÍNDICE EPT

Según la Revista Iberoamericana de Ciencias (2014) para este análisis se toma en cuenta tres grupos de macroinvertebrados acuáticos que son indicadores de la calidad del agua ya que son más sensibles a los contaminantes. Estos grupos son: Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecoptera o moscas de piedra y Trichoptera.

2.15.1.1. CÁLCULO DEL ÍNDICE EPT

Una vez identificado los grupos de macroinvertebrados presentes en cada área, se debe escribir en la columna de Abundancia de Individuos de la Hoja de Campo (Anexo 1.C.), la cantidad de individuos frente al grupo que corresponda.

Después se realiza una suma de los números de la columna de Abundancia, de Individuos y registre el resultado en el cuadro de Total Revista Iberoamericana de Ciencias (2014).

A continuación, se debe aplicar la fórmula:

$$EPT\ TOTAL = \frac{\sum EPT\ PRESENTES}{\# DE INDIVIDUOS} * 100 \quad [ECU\ 2.1]$$

2.15.2. ÍNDICE DE SHANNON-WEAVER

El índice de Shannon-Weaver es usado para examinar la organización de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, es uno de los índices biológicos que principalmente es aceptado a nivel mundial ya que este refleja la igualdad de la distribución de los taxa, su dimensionalidad, y su relativa independencia del tamaño de la muestra (Bass, 1994).

A continuación, se muestra la fórmula que se debe aplicar:

$$H = - \sum p_i \ln p_i \quad [ECU 2.2]$$

En donde:

H = índice de equidad.

Pi = Abundancia relativa.

El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que puede superar este valor, aunque su valor normal está entre 2 y 3; los valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad (Quishpe, 2015).

González (2012) menciona que se puede hacer una aproximación del estado de las aguas con el valor del esquema de Wilhm y Dorris, la cual clasifica la calidad del agua según los resultados encontrados: valores superiores a tres implicarían aguas limpias; valores entre uno y tres, contaminación moderada y valores inferiores a uno, contaminación severa.

2.15.3. ÍNDICE DE SIMPSON

El índice de Simpson mide la probabilidad de que los individuos de la población extraídos al azar sean de la misma especie; valores altos indican dominancia de alguna especie. Ofrece información intermedia entre el índice de Shannon y el de uniformidad, ya que aumenta con el número de especies y refleja a su vez el reparto de las especies en proporciones (Custodio-Villanueva y Chanamé-Zapata, 2016).

$$C' = 1 - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2 \quad [ECU 2.2]$$

En donde:

C' = Índice de Simpson

n_i = Número de individuos por familia

N = Número total de individuos

2.16. SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

La Confederación Hidrográfica del Ebro (2005) señala que para la selección y caracterización se debe identificar el área de estudio para las estaciones de muestreo de lagos, que sean representativos a la diversidad del hábitat existente y de los posibles a las actividades antropogénicas y/o usos existentes en el lago y en zonas circundantes.

La caracterización de los hábitats litorales debe incluir: tipo de sustrato mineral y vegetal, profundidad, etc. Los lagos más grandes (>50 ha) puede ser conveniente fijar más de una estación de muestreo, teniendo en cuenta la diversidad de hábitats existentes (Escobar, 2016).

Una vez identificadas las estaciones de muestreo se fijará su posición tomando las coordenadas geográficas con GPS, y referencias topográficas que faciliten su localización posterior (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005).

2.17. DIRECTRICES PARA LA TOMA DE MUESTRAS

Se presentan dos métodos de muestreo, el primero tiene como objeto capturar los organismos que se encuentran junto al sustrato pétrico o entre la vegetación, mientras que con la segunda se recolectan principalmente organismos epifíticos (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005).

2.17.1. MUESTREO CON SALABRE (“DIPPING”)

Se realiza un número de pasadas en el cuerpo de agua, la red en varios puntos representativos de la variedad de hábitats del lago (piedras, gravas y arenas, vegetación acuática, etc.) y el contenido se guardará en un recipiente y se fijará.

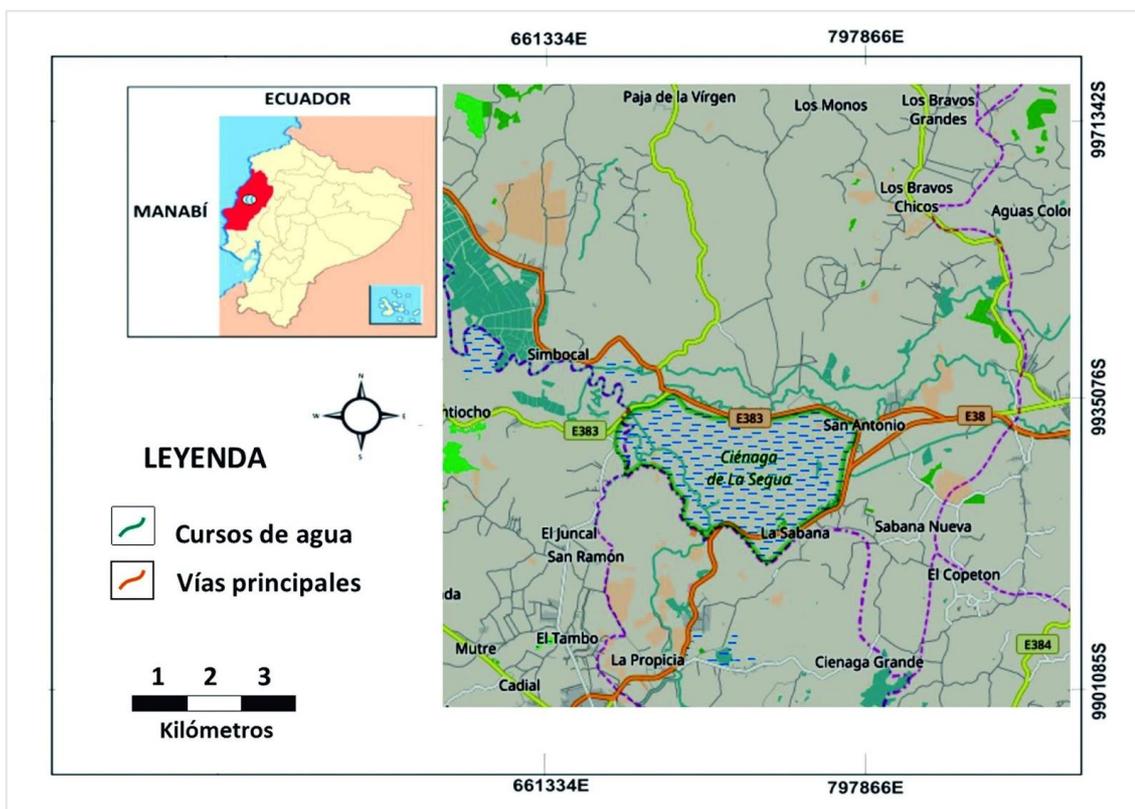
La toma de muestras se completará con la limpieza 2-3 piedras sumergidas para recoger aquellos organismos que estén adheridos a ellas y que, por lo tanto, no suelen encontrarse en las pasadas de red (Ibarra, 2018).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La Segua está ubicada en la provincia de Manabí, Parroquia San Antonio del Cantón Chone, aproximadamente a 11,5 km al suroeste de la ciudad de Chone, se ubica en la parte alta del estuario del río Chone, favorecida por la afluencia de los ríos Carrizal y Chone con una altitud: (media y/o máx. y mín.) 5m.s.n.m. , 9m.s.n.m su área es de 1836.88 ha, entre las coordenadas 0° 42,5' de latitud sur, 80° 09' de longitud oeste, 0° 41' de latitud sur y 80° de longitud oeste y 0° 44,3' de latitud sur, 80° 12,2' de longitud oeste (MAE, 2016).

Imagen 3. 1.Ubicación del humedal "La Segua"



3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La presente investigación tuvo una duración de 7 meses calendario, a partir de la aprobación del trabajo de investigación.

3.3. VARIABLES EN ESTUDIO

3.3.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Calidad de agua

3.3.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Macroinvertebrados acuáticos.

3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS

La metodología de un estudio con macroinvertebrados acuáticos debe ir de acuerdo con los objetivos establecidos. De acuerdo con Aveiga (2019) para proceder a la selección de los métodos, en este proyecto se emplearon los métodos de campo, descriptivo.

Esta investigación estuvo enmarcada con el método cualitativo y cuantitativo, ya que se realizó una identificación a los macroinvertebrados acuáticos, que se encontraron en el humedal La Segua, con los niveles taxonómicos de orden y familia, obteniendo la ayuda de claves dicotómicas de acuerdo con McCafferty (1981), Róldan (2000), Merritt y Springer (1996). Para hacer la identificación se procedió a realizar un conteo de los macroinvertebrados acuáticos encontrados, teniendo en cuenta el área total de la colecta.

Se procedió a la determinación de la calidad del agua mediante el uso de los índices biológicos que se relacionan a los taxa presentes en el área de estudio (orden y familia), con un valor numérico según el nivel de tolerancia mencionado por Springer (2006).

MÉTODOS

3.4.1.1. ÍNDICE EPT

Existe una amplia diversidad de métodos utilizados para la evaluación de la calidad del agua de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. Según Medina (2016) un método realizado el índice EPT mediante el uso de los tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad de agua,

cuyos organismos son sensibles a la contaminación del agua. Estos grupos son Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera.

3.4.1.2. ÍNDICE SHANNON-WEAVER

Sirvió para analizar la organización de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. Toro (2003) señala que este índice refleja la uniformidad de la distribución de los taxa, su dimensionalidad, y su relativa independencia del tamaño de la muestra.

3.4.1.3. ÍNDICE SIMPSON

Sirvió para medir la riqueza de organismos, Bouza (2005) afirma que, entre más se acerca el valor de este índice a la unidad existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie o de una población, en cambio cuanto más se acerque el valor de este índice a cero, mayor es la equidad de un hábitat.

3.4.2. TÉCNICAS

3.4.2.1. OBSERVACIÓN

Se realizaron visitas previas, permitiendo el reconocimiento del área, haciendo visible la realidad del problema existente.

Esta técnica permitió identificar el área de estudio para el establecimiento de las estaciones de muestreo y el hábitat de los macroinvertebrados.

3.4.2.2. ENCUESTAS

La encuesta se realizó a los moradores de las comunidades cercanas de la zona de estudio con la aplicación de la fórmula de poblaciones finitas, para poder identificar las principales actividades productivas que contaminan el humedal.

3.4.2.3. RED SURBER

Se utilizó la red surber para la recolección de los macroinvertebrados acuáticos en aguas poco profundas.

3.4.2.4. HOJARASCA Y SEDIMENTO

Se examinó la hojarasca y sedimento presente en el tramo a muestrear con el fin de recolectar los organismos que se encuentren o estén adheridos a ellas.

3.5. PROCEDIMIENTO

A continuación, se describirá el procedimiento utilizado para la determinación de la calidad de agua mediante la comunidad de macroinvertebrados en el humedal La Segua basado en varias metodologías seleccionadas y adaptadas a la investigación.

3.5.1. FASE 1: DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES SOCIAMBIENTALES REALIZADAS POR LOS HABITANTES DEL HUMEDAL LA SEGUA

Actividad 1. Identificación de las actividades productivas en el humedal La Segua

Se procedió a la identificación de las principales actividades productivas (acuícolas, agrícolas, ganaderas, etc.) realizadas en el humedal.

Según Reyes (2001) en su metodología “Manual de Monitoreo Biológico” con el uso de los macroinvertebrados acuáticos, describe el proceso para realización del monitoreo por medio de la observación en la zona (Anexo 1.A.).

Actividad 2. Elaboración y tabulación de las encuestas para los habitantes del humedal La Segua

Una vez identificadas las actividades acuícolas, agrícolas y ganaderas, se elaboró y realizó las encuestas dirigidas a los habitantes de las comunidades (Anexo 1.B.). Para determinar la muestra representativa, se utilizó la fórmula de la [Ecu. 3.1] para el cálculo de las poblaciones finitas propuesta por Mora (2013).

$$n = \frac{N * Z^2 * a * P * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * a * p * q} \quad ECU[3.1]$$

Dónde:

n= Muestra representativa

N = Total de la población

Z α = 1,96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5% = 0,05)

q = 1 – p (en este caso 1-0,05 = 0,95)

d = precisión (en su investigación use un 5%)

Mediante las encuestas realizadas se obtuvieron los datos de cada una de las variables a través de cuadros estadísticos, con lo que se obtuvo una visión holística de la problemática se procedió a usar el programa Excel versión 2010, para procesar la información obtenida.

3.5.2. FASE 2: ESTABLECIMIENTO DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN EL SITIO DE ESTUDIO

Actividad 3: Identificación de los sitios de muestreo en la zona de estudio

Para esta actividad se realizó el reconocimiento total del área a estudiar con el fin de la familiarización de la zona, asemejando la extensión geográfica, las rutas de acceso, los aportes de agua provenientes de otras regiones geográficas.

Actividad 4: Georreferenciación del área de estudio

Escogida el área de estudio se procedió a la toma de las coordenadas geográficas con ayuda de un GPS para descripción de las principales características del sitio. Con las coordenadas establecidas se utilizó un software de georreferenciación ARCGIS para la visualización del área de estudio.

Actividad 5: Selección de los puntos de muestreo

Según la Confederación Hidrográfica del Ebro (2005) para la selección de las estaciones de muestreo se analizó (diversidad de hábitat, el tipo de sustrato mineral y vegetal y profundidades existentes en el humedal).

Se seleccionaron cinco estaciones teniendo en cuenta la variabilidad espacial en las condiciones ambientales. Primero, por medio de fotografías aéreas y observaciones visuales del lugar se dividió el humedal en cinco áreas distribuyéndose uniformemente alrededor del humedal. De acuerdo con Ann (2008) en cada estación se seleccionó una ubicación específica para el muestreo de macroinvertebrados hasta llegar a un hábitat de plantas emergentes capturando los organismos que se encontraban en la vegetación o junto al sustrato petricola.

3.5.3. FASE 3: DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL LA SEGUA MEDIANTE ÍNDICES BIOLÓGICOS

Actividad 6. Recolección de los macroinvertebrados acuáticos

Para la recolección de los macroinvertebrados acuáticos se utilizó la red de patada y la red surber, por medio de pinzas entomológicas se extrajo los macroinvertebrados acuáticos atrapados en la red y otros organismos que estén presentes en rocas y vegetación sumergida de acuerdo con la metodología de Carrera (2001).

Una vez capturados los macroinvertebrados acuáticos fueron almacenados en frascos plásticos esterilizados de 50 ml debidamente rotulados, con alcohol al 70%, con dos gotas de glicerina para evitar el endurecimiento de las estructuras según la metodología descrita por Pino y Bernal (2009).

Actividad 7. Identificación taxonómica de los macroinvertebrados acuáticos del humedal La Segua

Una vez recolectados los macroinvertebrados acuáticos se utilizó el estereoscopio marca Boeco y las láminas de claves dicotómicas de McCafferty (1981), Róldan (2000), Merritt y Springer (1996).

Actividad 8. Determinación de la calidad del agua en el humedal La Segua

Con la aplicación del índice de Shannon- Weaver se utilizó la fórmula expresada en el marco teórico expuesta en la [Ecu. 2.2] con función de la abundancia relativa propuesta por Bass (1994) reflejando así la igualdad de la distribución de los taxa por orden y familia. En el índice de Simpson se utilizó la [Ecu. 2.3.], el cual permitió medir la dominancia de un hábitat, los valores de este índice están comprendidos entre 0 y 1; valores cercanos a cero corresponden a la existencia de familias muy dominantes, mientras que valores cercanos a uno indican una distribución más equitativa según Bouza (2005). Para corroborar los resultados obtenidos de los índices se utilizó un software de análisis ecológico PAST establecido por Hammer *et al.*, (2006).

Una vez identificados los grupos presentes en cada punto, son anotados en un libro Excel. Con los resultados del índice de Shannon-Weaver, se procedió a utilizar el esquema de Wilhm y Dorris (1968) para determinar en qué estado se encontraba la calidad de agua del humedal La Segua (Cuadro 3.1.).

De acuerdo con Carrera (2001) para el análisis EPT se tomó en cuenta tres grupos de macroinvertebrados acuáticos que son indicadores de la calidad del agua, estos grupos son: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (Anexo 1.C.).

Para la aplicación del índice EPT se aplicó la fórmula expresada en el marco teórico [Ecu 2.1] y se compararon con el (Cuadro 3.2.).

Cuadro 3. 1. Clasificación de la calidad del agua según el esquema de Wilhm y Dorris

Esquema de Wilhm y Dorris 1968	
H'	Calidad del agua
>3	Agua limpia
1-3	Contaminación moderada
<1	Contaminación severa

Fuente: Segnini, 2003

Cuadro 3. 2. Porcentaje de la calidad del agua de acuerdo al índice EPT

CLASE	INDICE ETP %	CALIDAD DEL AGUA
1	75-100	Muy buena
2	50-74	Buena
3	25-49	Regular
4	0-24	Mala

Fuente: Carrera y Fierro, 2001

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES SOCIOAMBIENTALES REALIZADAS A LAS COMUNIDADES DEL HUMEDAL LA SEGUA

Para constatar las actividades socioambientales se realizaron encuestas en las comunidades cercanas al humedal; San Antonio, Larrea, La Sabana y La Segua. Teniendo en cuenta el número aproximado de pobladores de 1.658 habitantes en todas las comunidades, se procedió aplicar la ecuación por comunidad.

- Según Junta Parroquial San Antonio (2016) la comunidad de La Sabana se estimó una población de 400 habitantes.

$$n = \frac{400 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2 * (400 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95} = 61$$

- Según el Presidente de la comunidad Larrea, cuenta con una población estimada de 293 habitantes.

$$n = \frac{293 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2 * (293 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95} = 58$$

- Según el presidente de la comunidad La Segua, cuenta con una población estimada de 964 habitantes.

$$n = \frac{964 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2 * (964 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95} = 67$$

Según el Presidente de la comunidad San Antonio, cuenta con una población aproximada de 1.409 habitantes.

$$n = \frac{1,409 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2 * (1,409 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95} = 69$$

Con los datos adquiridos se realizaron 255 encuestas, distribuyéndose en las comunidades. A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la encuesta aplicada:

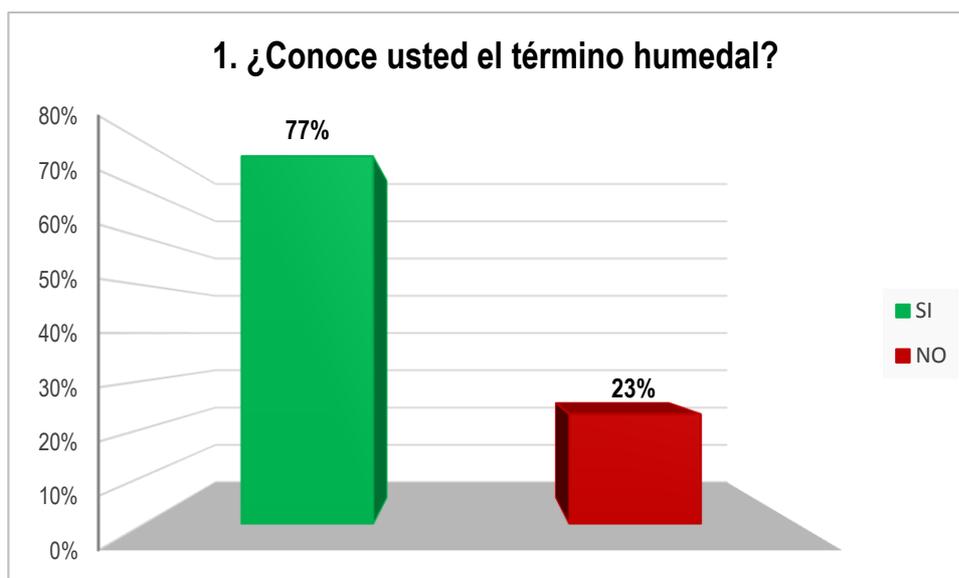


Gráfico 4. 1.Conocimiento del término humedal

En el gráfico 4.1, se puede observar que el 77% de los pobladores afirmaron conocer lo que significa el término humedal, mientras que el 23% desconocen el término humedal.

El porcentaje obtenido indica que la mayor parte de los habitantes aledaños al humedal están familiarizados con esta unidad ecológica, considerando que en varias ocasiones se han ejecutado proyectos o investigaciones por Instituciones Educativas sobre el turismo y medidas de conservación del humedal, lo que es corroborado por la investigación realizada por Alcívar y Alvarado (2018) donde se desarrolló una encuesta sobre la participación turística y cuidado ambiental del humedal La Segua por las comunidades locales.

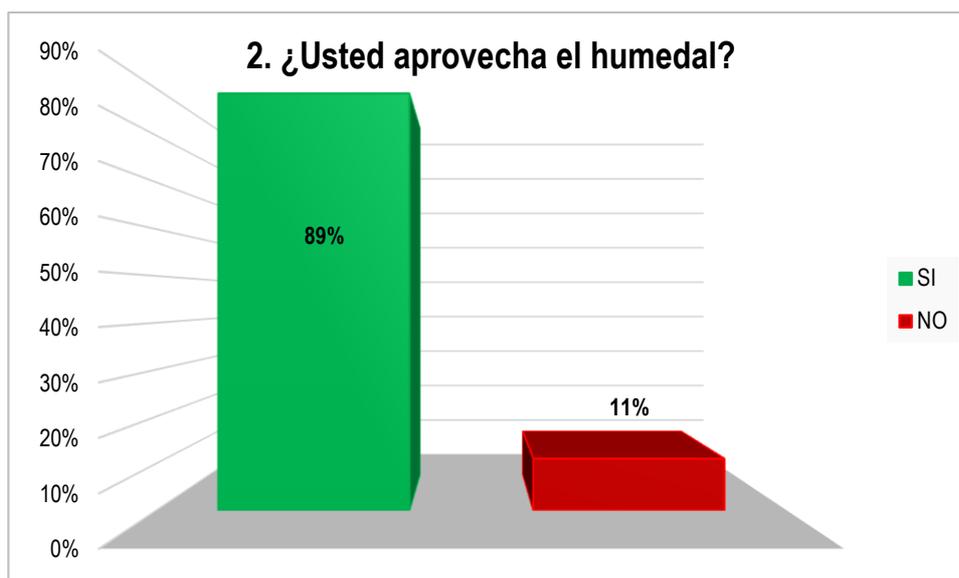


Gráfico 4. 2. Aprovechamiento del humedal

Según el gráfico 4.2., el 89% de las personas encuestadas indicaron que aprovechan el humedal La Segua para las actividades agropecuarias, mientras que un 11% mencionaron que no utilizan el humedal para sus actividades cotidianas, debido a que conocen que es un patrimonio natural y debe cuidarse. De acuerdo con Valarezo y Quevedo (2009) el humedal La Segua constituye un importante ecosistema considerado patrimonio natural de la provincia de Manabí.

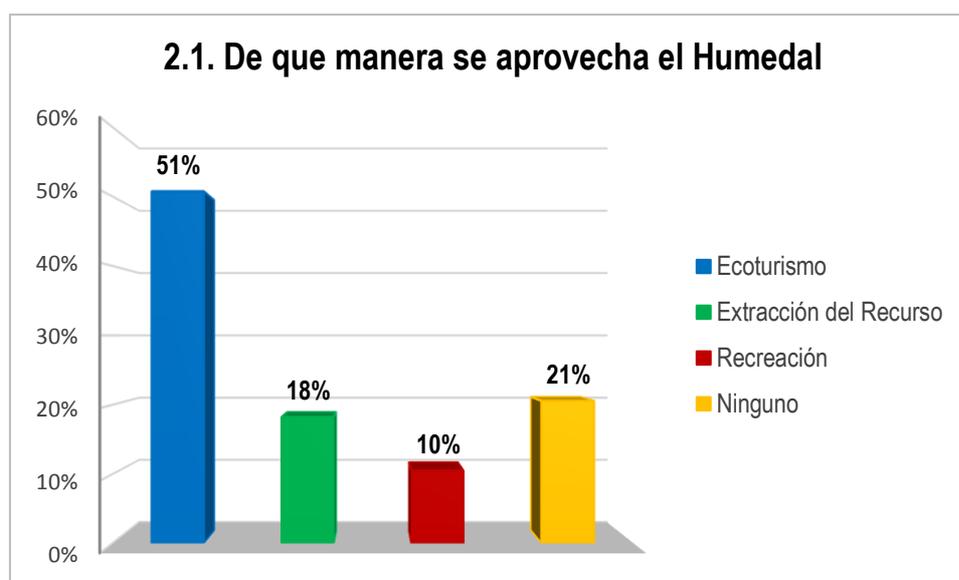


Gráfico 4.2.1. Maneras de aprovechamiento del humedal

El gráfico 4.2.1., muestra las diversas maneras de aprovechamiento del humedal. El 55% de los encuestados utilizan el humedal como un bien y

servicio destinado al ecoturismo, por su parte el 22% se dedica a la extracción de recursos del humedal, el 12% lo usa con fines recreativos, finalmente el 11% de la población no aprovecha los bienes y servicios ambientales inmersos en esta unidad natural.

Según Cordero (2016) el humedal es relativamente frecuentado por visitantes nacionales y extranjeros para actividades turísticas recreativas y para realizar observaciones de avistamientos de aves y actividades ecoturísticas. Una de las actividades más sencillas y prácticas es la observación desde una torre de 10m, de madera, construida a las orillas del lago.

Para De la Maza *et al.*, (2014) cualquier actividad humana desarrollada en ambientes naturales, implica un impacto y/o deterioro de los recursos involucrados, la mayor parte de las veces, los visitantes no manejan las magnitudes de los efectos que provocan y no perciben si el daño producido es irreparable. Por lo tanto, resulta factible la aplicación de indicadores de sostenibilidad los cuales permitan clarificar y definir, de forma más precisa, los tipos de impactos ya sean antrópicos o naturales que se puedan revertir o cambiar, dando prioridad a sus componentes esenciales y asegurando la participación de la sociedad para la conservación del recurso.

En el humedal se pueden observar más de 100 especies de aves y una veintena de peces, además de plantas terrestres y acuáticas. Aquí se realizan recorridos en botes, se observan garzas de plumas blancas y negras, grandes bandadas de patos negros (Corral, 2017).

Valarezo y Quevedo (2009) mencionan que uno de los tipos de turistas que visitan el humedal suelen ser estudiantes de la Escuela de Turismo de la Universidad Eloy Alfaro de Chone, donde realizan sus prácticas de conducción de turistas.

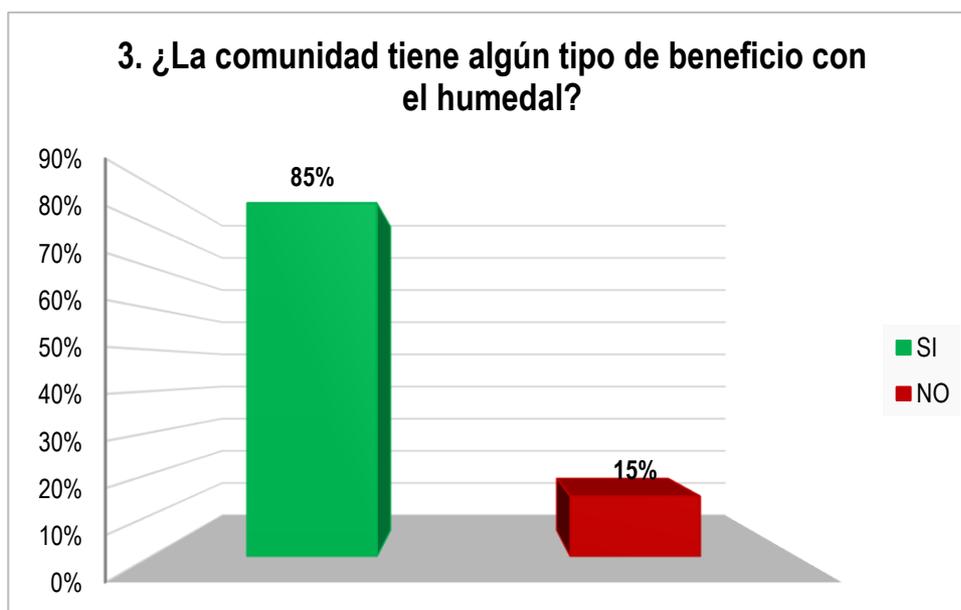


Gráfico 4. 3.Beneficios del humedal

En el gráfico 4.3., muestra que el 85% de las personas encuestadas aseguran que el humedal La Segua aporta ciertos beneficios para la comunidad, mientras que el 15% de encuestados indican que esta unidad no aporta ningún beneficio a la comunidad.

El empleo que genera la producción de chame, se encuentra más concentrado en la Provincia de Manabí en el Cantón Chone sitio La Segua al ser esta fuente productora y generadora de empleo debido a sus sitios con óptimos recursos naturales donde se desarrolla de una mejor manera la especie. En el año 2013 el incremento anual fue de 17,70% del empleo generado en la producción de chame, sumado a la participación en el total nacional del 86%, evidenciando una clara tendencia al aumento de su producción, debido al incentivo que se ha tenido con el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), y Pro Ecuador que han realizado campañas para incrementar dicha producción, ayudando al buen funcionamiento de dicha actividad según Zambrano (2014).

Por otro lado, Valarezo y Quevedo (2009) afirman que el humedal La Segua se caracteriza por la presencia de una importante fauna terrestre y acuática, la misma que se ha constituido en un motor económico para quienes aprovechan estos recursos. Por ejemplo, un total de 164 especies de aves son residentes

temporales o permanentes del humedal y representan un potencial para el desarrollo de la industria del turismo, específicamente el aviturismo.

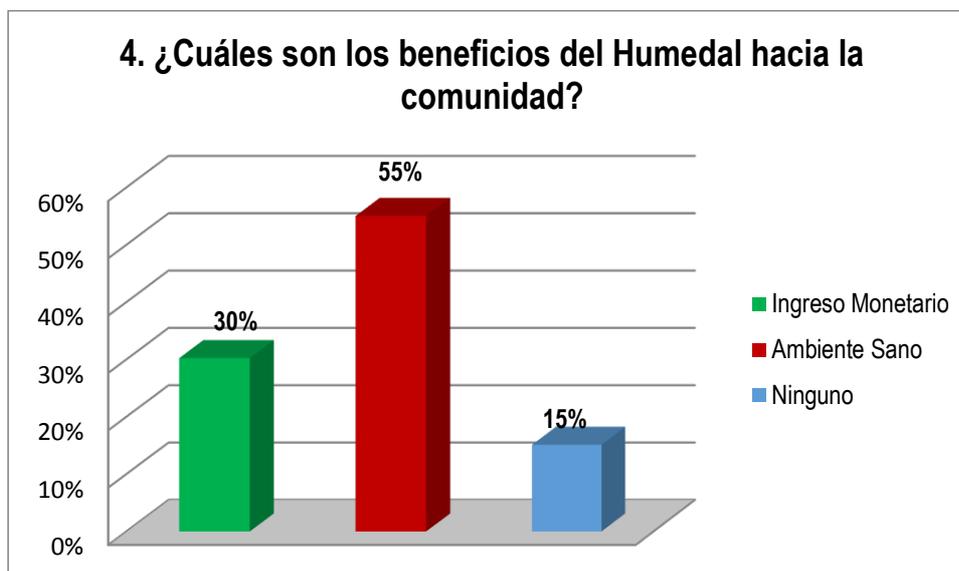


Gráfico 4.3.1. Tipos de beneficios del humedal

El gráfico 4.3.1., muestra cuales son los beneficios obtenidos por el humedal. De acuerdo a la encuesta el 55% afirmó que uno de los beneficios del humedal La Segua es brindar un ambiente sano, el 30% indicó que el beneficio es el ingreso monetario, finalmente el 15% asegura que no se obtienen beneficios del humedal.

García *et al.*, (2011) mencionan que los humedales se encuentran entre los ecosistemas más productivos y beneficiosos del planeta por la diversidad biológica con la que cuentan, además de estar entre los más amenazados por las actividades humanas, pueden ser considerados como: valores y servicios ambientales, los cuales son aprovechados por las comunidades humanas, la industria y las actividades agrícolas.

De acuerdo con Zambrano y Loor (2016) los humedales son indispensables por los innumerables beneficios o servicios ecosistémicos que brindan a la humanidad, desde suministro de agua dulce, alimentos y materiales de construcción, y biodiversidad, hasta control de crecidas, recarga de aguas subterráneas y mitigación del cambio climático.

Según el Gobierno Provincial de Manabí (2018) después de haber declarado como área protegida al humedal La Segua, ha invertido durante los dos últimos años, aproximadamente 250 mil dólares, en la contratación de técnicos especializados, y la construcción de varias áreas físicas que sirven para logística del personal que labora en el área como guías y guarda parques, una obra de infraestructura turística ambiental que brinda comodidad a quienes la visitan.

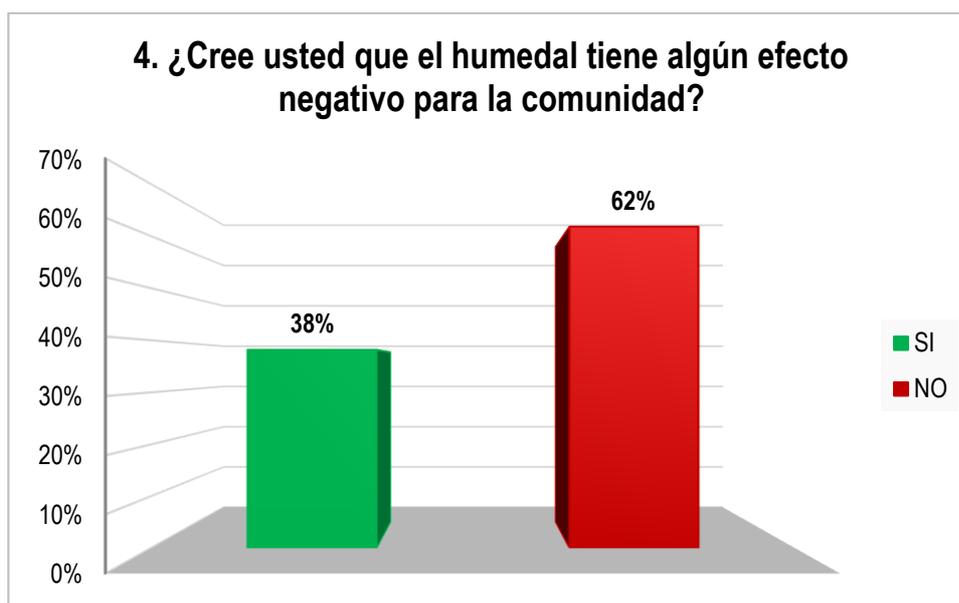


Gráfico 4.4. Efectos negativos del humedal hacia la comunidad

En el gráfico 4.4., se muestra que un 62% de personas afirman que el humedal no genera ningún tipo de efecto negativo, por su parte, el 38% de personas encuestadas indicaron que, si existen efectos negativos del humedal La Segua, debido a que algunos de los encuestados mencionaron que el incremento excesivo de camaroneras alrededor del humedal genera cambios en el ecosistema.

Montilla *et al.*, (2017) afirma que el humedal La Segua se encuentra actualmente en una situación compleja desde el punto de vista ecológico y ambiental, fundamentalmente por la presencia de disturbios y perturbaciones de distinta naturaleza que afectan la flora y la fauna. Por ejemplo, Bravo y Suárez (2007) encontraron que en La Segua se usan 36 agroquímicos distribuidos en siete tipos de cultivo, de ellos algunos son abonos completos y

fertilizantes, mientras que otros son fungicidas nematocidas, acaricidas e insecticidas.

Desde el punto de vista nutricional y comercial, la pesca es una actividad fundamental en La Segua, a pesar de que no se manejan suficientes datos respecto al número de personas que la practican, es del conocimiento público que muchos de los residentes del sector se dedican a ella como actividad complementaria a otros trabajos (Montilla *et al.*, 2017).

Según Bravo y Vera (2007) la actividad pesquera en el humedal está basada por excelencia en el aprovechamiento del chame, por su parte Bravo y Zambrano (2007) aseguran que la actividad pesquera en La Segua se basa preferiblemente en dos especies, chame y tilapia que, por su disponibilidad y sabor de su carne, tienen gran aceptación en las comunidades locales como La Segua, San Antonio, La Sábana y Larrea.

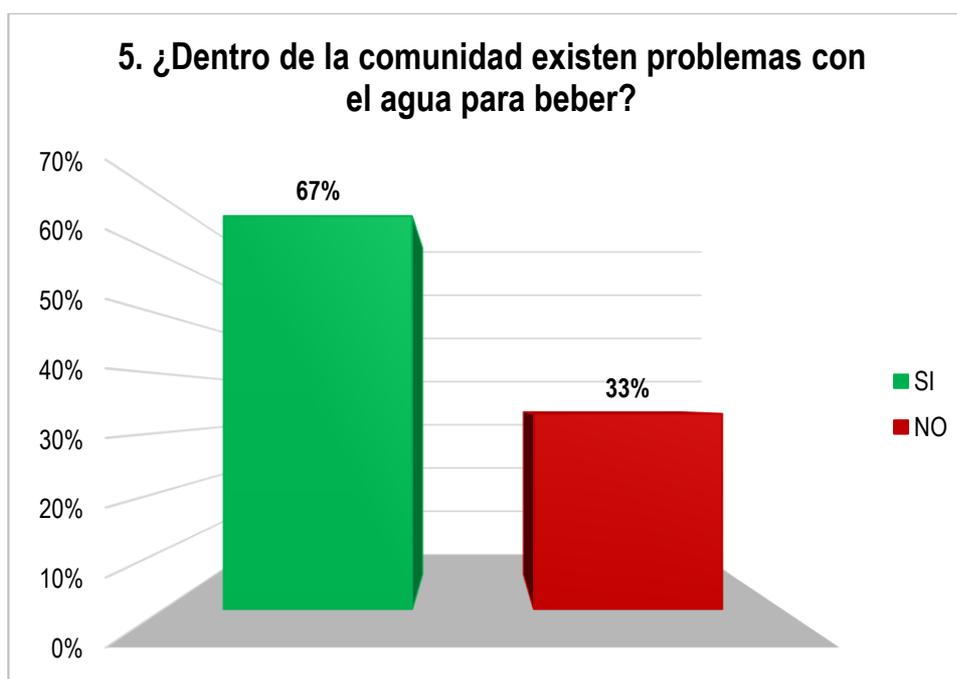


Gráfico 4. 5.Problemas con el agua para beber en la comunidad

Según gráfico 4.5., el 67% de personas contestaron que, si existen problemas con el agua destinada al consumo y uso doméstico, lo que afecta la calidad de vida de la población. Por otro lado, el 33% indicó que el agua no genera problemas y la utilizan regularmente el agua potable sin inconvenientes y han optado por la compra de agua embotellada por calidad e higiene.

El humedal La Segua pertenece al cantón Chone y Tosagua los cuales cuentan con todos los servicios básicos no obstante en algunas zonas el servicio se torna deficiente (Guamán, 2018).

La parroquia de San Antonio posee el servicio de agua potable los 365 días del año sin embargo comunidades como La Sabana posee agua potable solo en la parte baja cercana a la tubería, familias que se encuentran más alejadas no poseen el servicio por falta de presión. Las comunidades más alejadas de la cabecera parroquial de San Antonio tienen acceso al agua potable tan solo 3 días a la semana, se la consume por medio de: servicio de red pública, pozos, vertientes o canales, carros repartidores, agua lluvia; además según datos del INEC del total de pobladores el 29% acceden al agua por medio de red pública, 23% de pozos, 26% de carros repartidores, 20% de agua lluvia y 2% de los ríos, vertientes, o canales (Navarrete, 2010).

En los últimos años universidades cercanas realizan proyectos para abastecer con el servicio a todas las familias de las comunidades La Segua, La Sabana y Larrea que están en la zona de influencia del humedal La Segua (Asociación de Municipalidades Ecuatorianas [AME], (2017).

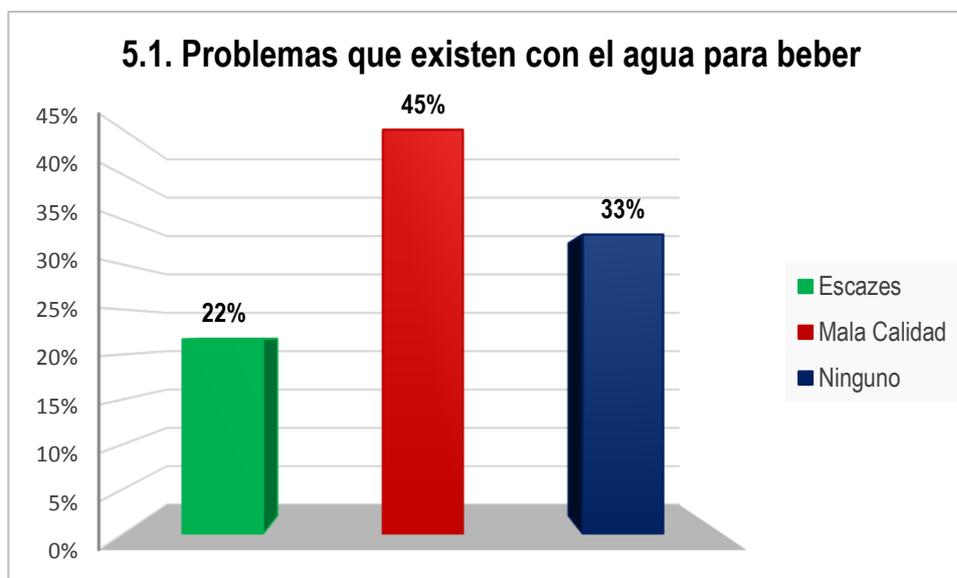


Gráfico 4.5.1. Problemas existentes con el agua para beber en la comunidad

En el gráfico 4.5.1. se puede observar que el 67% de la población afirma que los problemas del agua para beber son; la escases (22%) y la mala calidad

(45%). Por otra parte, el 33% indicó que no existen problemas con el agua para consumo y uso doméstico.

Análisis de muestras de agua realizados por el GPM (2015) indican que el pH en el agua del humedal es de 8,64, mientras que la turbidez fue de 22,7 NTU (Unidad de turbidez Nefelométrica), y el de oxígeno disuelto de 6,1 mg/l. Estos parámetros a excepción del oxígeno disuelto, están al margen de los valores establecidos para aguas de consumo humano, que deben ser para el pH de entre 6,5 a 8, 5 según el Ministerio de Salud del Perú (2011), para la turbidez entre 5 y 1 NTU y para el oxígeno de 5 mg/l sus características físicas y químicas para consumo humano son las de los ríos de las cuencas Carrizal y Chone mencionado por la OMS (2004).

De acuerdo con el análisis realizado por el GPM (2015) a pesar de no presentar los resultados cuantitativos de todas las muestras, concluye en términos cualitativos que el agua de La Segua tiene problemas de contaminación, expresados en la concentración de ciertos elementos como metales pesados, alto contenido de coliformes fecales y baja cantidad de oxígeno, al margen de los criterios internacionalmente establecidos.

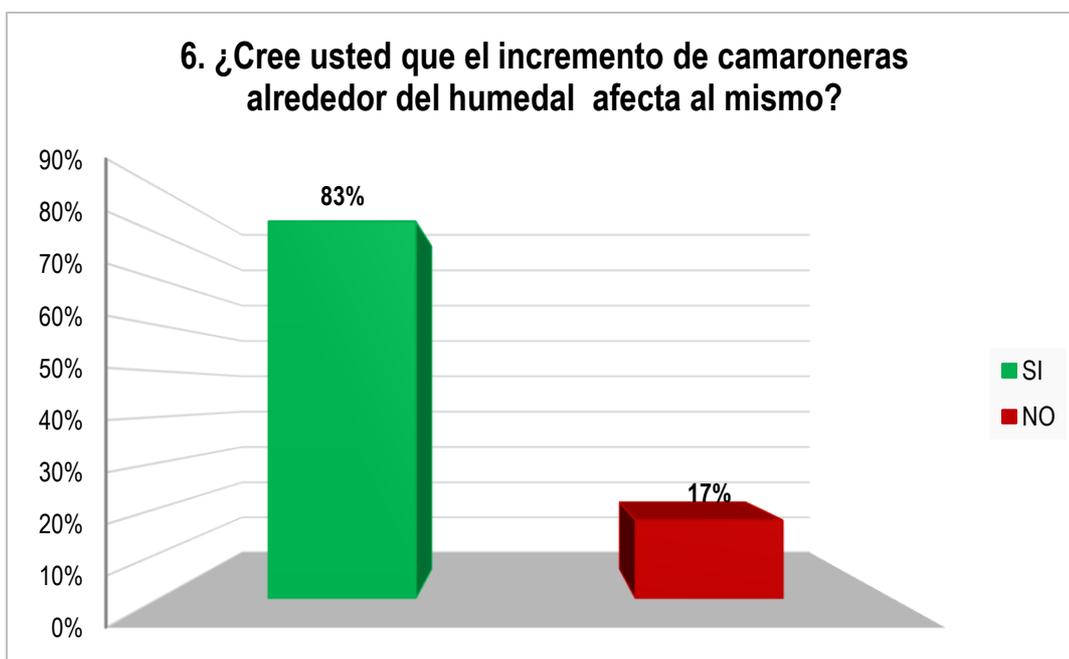


Gráfico 4.6. Efecto de camaronerías alrededor del humedal

En el gráfico 4.6. se pudo observar que de las personas encuestadas el 83% cree que las camaroneras asentadas alrededor del humedal lo afectan, debido a que se han tapado los cauces naturales que permiten la entrada y salida de agua en el invierno, mientras que el 17% de los encuestados indican que no consideran que las camaroneras afecten el humedal.

Según Alcívar y Alvarado (2018) uno de los principales factores de incidencia negativa en el humedal es la pérdida del recurso hídrico ya que personas dedicadas a la actividad camaronera cerca de su zona de influencia utilizan el agua del humedal para llenar las piscinas de reproducción de camarón y esto hace que poco a poco se vaya secando. Los problemas que se encuentran en el humedal van no solo enmarcados en la parte ambiental con la aparición de camaroneras, se relacionan con otras actividades como la inmersión de especies introducidas para reproducción como la tilapia que ha creado daños severos en especies endémicas como el chame este se encuentra casi extinto en el humedal.

Por otro lado, Guamán (2018) afirma que las camaroneras construidas alrededor del humedal no cuentan con permisos de funcionamientos.

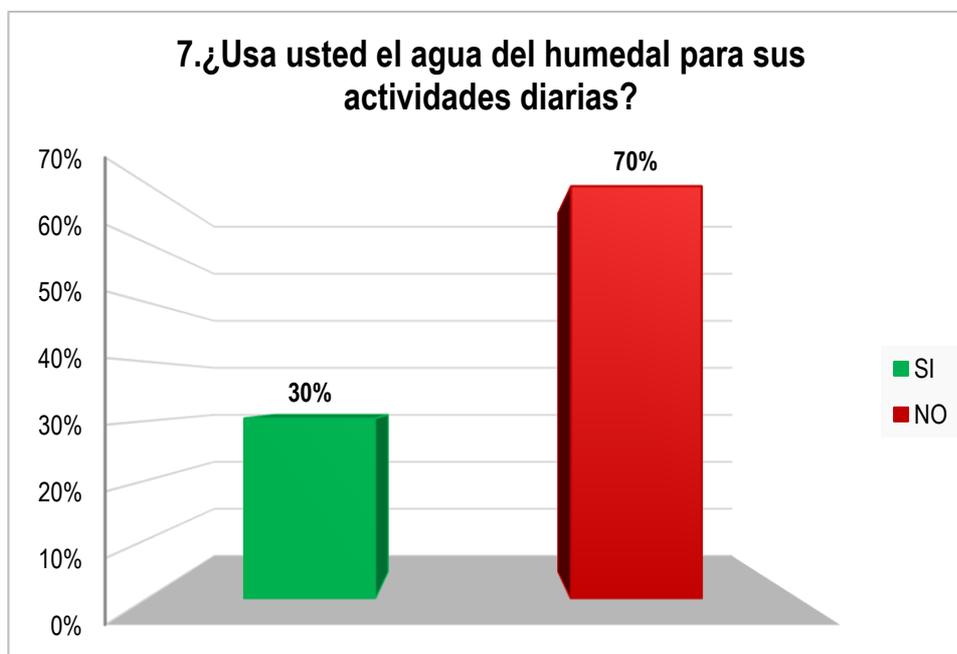


Gráfico 4. 7. Uso del agua para actividades diarias

El gráfico 4.7., muestra que el 30% de personas encuestadas alegaron utilizar el agua del humedal para sus actividades diarias, mientras que el 70% de las personas indicaron que no utilizan el agua procedente del humedal.

Estos resultados coinciden con los obtenidos en la investigación de Burgos y Pazmiño (2017) donde el 73% de los habitantes indicaron que no utilizan el agua proveniente del humedal en sus actividades diarias, pues las comunidades poseen el servicio de agua potable proporcionado por los Municipios de Chone (San Antonio y La Segua) y Tosagua (La Sabana y Larrea); el 27% restante indicaron que, si utilizan el agua del humedal, principalmente para el riego de cultivos y la hidratación del ganado bovino.

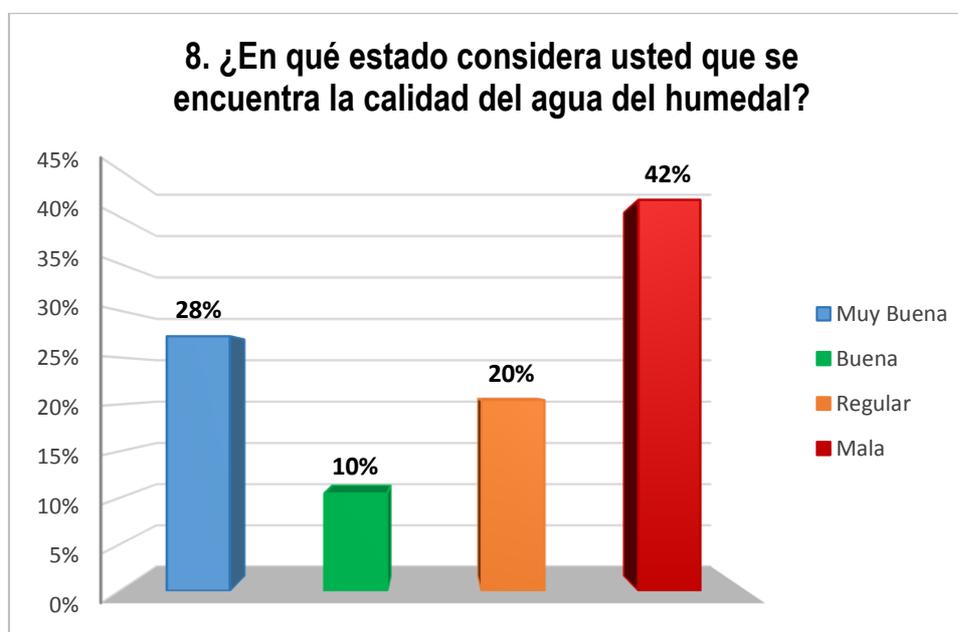


Gráfico 4. 8.Estado de la calidad del agua del humedal

El gráfico 4.8., muestra que el 62% de los habitantes encuestados afirma que el humedal presenta una calidad de agua que va desde mala (42%) hasta regular (20%) debido a aspectos como su coloración verdosa y olores desagradables, por otro lado, el 38% menciona que la calidad del agua va desde buena (10%) a muy buena (28%).

Se encontró que el humedal presenta complejos problemas relacionados con mala calidad del agua por eutrofización y uso de agroquímicos (Montilla *et al.*,

2017). El agua es de calidad media, con presencia de coliformes fecales y sólidos totales, con un bajo porcentaje de oxígeno disuelto (MAE, 2009).

El agua del humedal La Segua tiene como propósito principal el riego, por lo cual, Baccaro (2006) señala que, aunque el pH del agua de riego no es un criterio usado para evaluar su calidad por la disparidad existente en la capacidad tampón entre el agua y suelo, sí es una variable muy importante, por cuanto determina las concentraciones relativas de las especies disueltas de carbonato. En todo caso, cuando los valores exceden esos niveles son perjudiciales para las plantas ya que disminuyen notablemente su crecimiento.

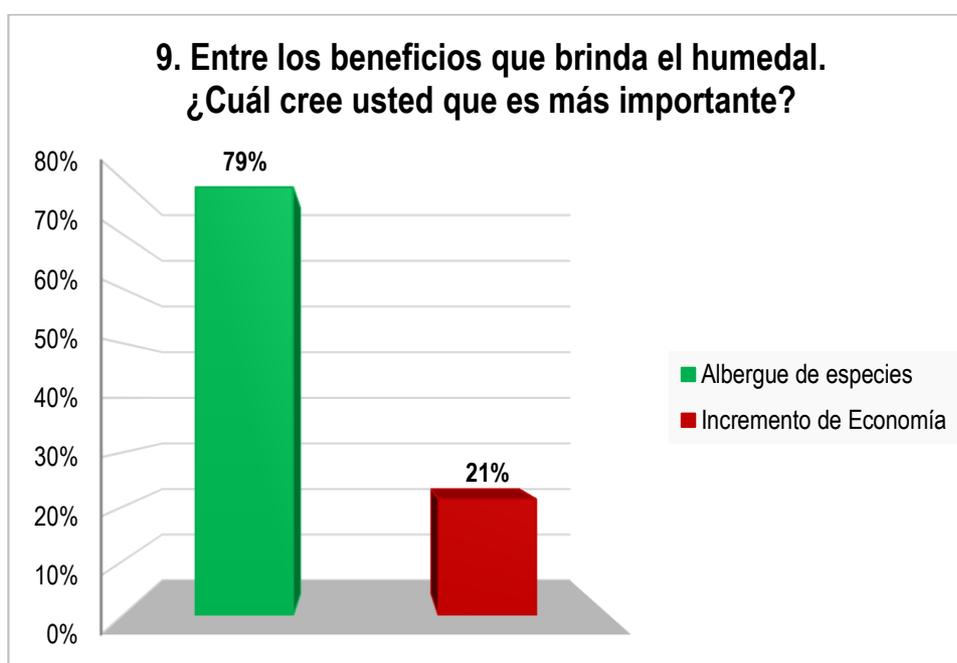


Gráfico 4.9.Beneficio más importante que brinda el humedal

El gráfico 4.9., muestra que un 79% personas afirmaron que el beneficio más importante que brinda el humedal es el albergue de diversas especies, considerando que esta ciénaga se ha convertido en el hogar de miles de aves residentes y migratorias; 21% de los encuestados alegan que es el incremento de la economía uno de los principales beneficios del humedal, debido a que los habitantes de los alrededores del humedal se dedican a la pesca y agricultura.

En el humedal La Segua existen varios atractivos turísticos y las actividades que se pueden realizar son: gastronomía, baño en balnearios, caminatas o la observación de aves. El humedal La Segua es considerado el lugar indicado

para el aviturismo, debido a la gran biodiversidad de aves que posee (Guamán, 2018).

En la Ciénaga de La Segua se han registrado más de 150 especies de aves, la mayoría de ellas acuáticas y muchas migratorias boreales. Es uno de los sitios más importantes en Ecuador para aves acuáticas congregatorias, entre las que se incluyen algunas especies altamente amenazadas en el país, como el pato negro (*Netta erythrophthalma*) y el pato criollo (*Cairina moschata*). El sitio alberga regularmente un elevado número de especies congregatorias (más de 50.000 individuos). Hay además un registro de *Carduelis siemiradzki*, especie globalmente vulnerable (López y Gastezzi, 1998).

Esta ciénaga es visitada anualmente por aves migratorias; estas llegan desde los meses de agosto hasta enero; utilizan el humedal, dadas las condiciones propicias de este ecosistema, como un lugar de tránsito (descanso y alimentación), apareamiento y/o anidación (Guamán, 2018).

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Chone busca posicionar al humedal como su principal atractivo turístico. La propuesta de realizar la evaluación del potencial turístico del humedal La Segua es importante para obtener bases fundamentales con el fin de fortalecer el turismo en el sitio y desarrollar nuevos proyectos turísticos.

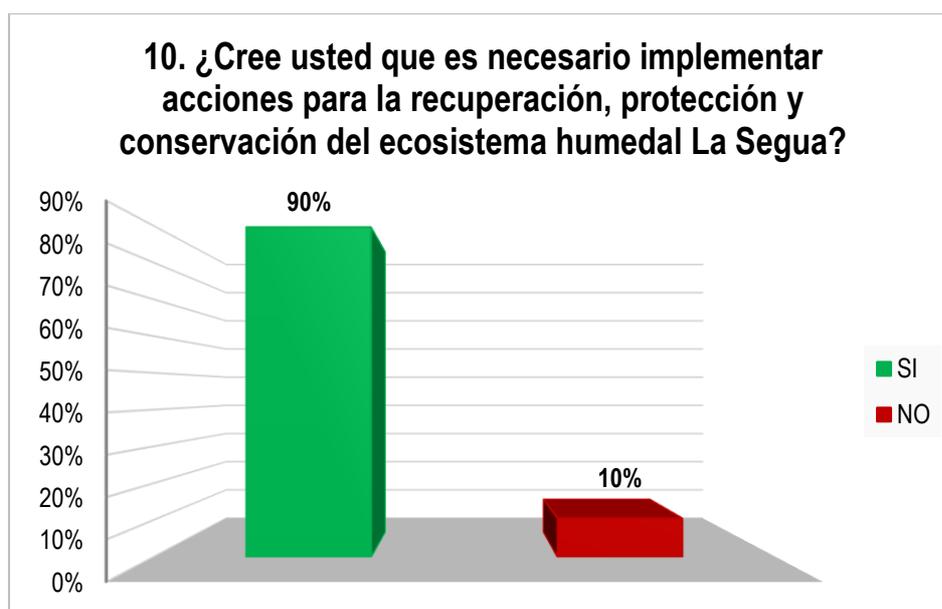


Gráfico 4. 10. Acciones para la recuperación, protección y conservación del ecosistema del humedal

De acuerdo al gráfico 4.10., el 90% de los encuestados manifestaron que, si es necesario implementar acciones para la recuperación, protección y conservación del ecosistema del humedal, además mencionaron que actualmente cuentan con poco apoyo de las autoridades por lo cual, la conservación de esta unidad natural es nula. El otro 10% de personas indicaron que no es necesario la implementación de acciones correctivas, debido a que, desconocen la situación actual del humedal. Resultados obtenidos que concuerdan con lo mencionado por Zambrano y Loor (2016) quienes afirman que en la actualidad, las familias que habitan alrededor del humedal se encuentran preocupadas frente a la difícil situación social y económica en la que viven: disminución de la calidad de vida, abandono gubernamental, falta de servicios básicos; la comunidad se encuentra aislada por la no circulación vehicular en el área de La Segua-Bahía.

Años atrás se plantearon alternativas y propuestas para frenar procesos de degradación de los humedales. En 1971 fue creada la Convención Internacional de Humedales (RAMSAR) que tiene entre sus objetivos la conservación y el uso racional de los mismos, mediante acciones locales y nacionales, gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo. Así, en Ecuador se han elevado a la categoría de sitios RAMSAR un total de 18 humedales, siendo el de La Segua el quinto de importancia nacional según Blaker *et al.*, (2006). En el 2010, Gastezzi y López realizaron en el humedal un inventario con un listado comentado y cuantificado de la población de aves, contribuyendo en buena medida al conocimiento de la biodiversidad del humedal.

Según Zambrano y Loor (2016) el Plan de Manejo Ambiental del humedal La Segua estableció realizar una serie de estudios que sirvieran de soporte técnico-científico al Estado de Ecuador para considerar la declaratoria de La Segua como Sitio Ramsar. El 7 de julio de 2000 fue aceptada la propuesta, de Ramsar considerándose el humedal La Segua como el 1.028 de importancia a nivel mundial y el quinto de importancia en Ecuador. Este paso significativo fue posible gracias a la cooperación internacional materializada en asistencia técnica y fondos que facilitaron el estudio por parte de organismos como la

Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), el Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC), junto al apoyo y cooperación los habitantes de las diferentes comunidades involucradas el desarrollo sustentable y conservación del área de acuerdo con Altamirano y Gastezzi (2000).

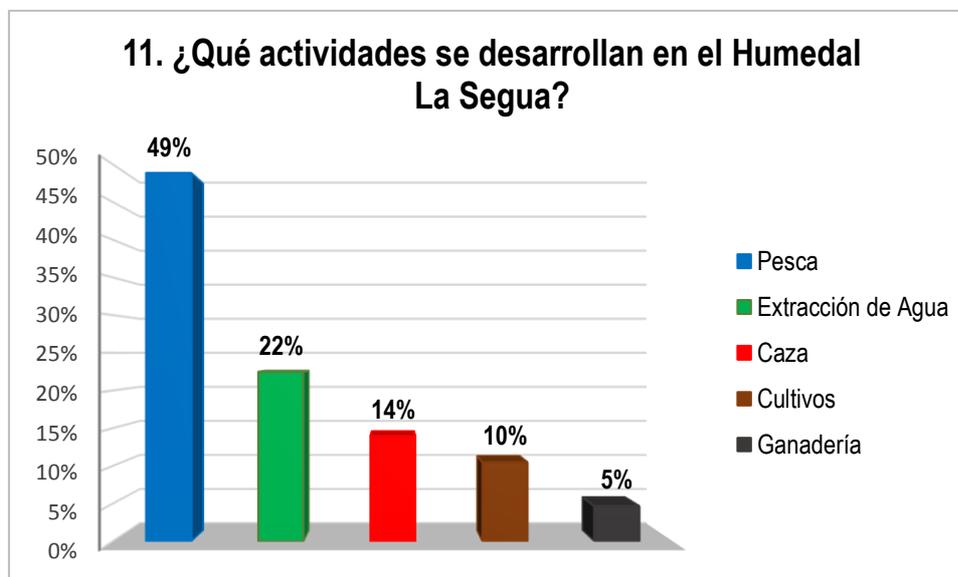


Gráfico 4. 11.Actividades que se desarrollan en el humedal

En el gráfico 4.11., se puede observar que la principal actividad desarrollada en el humedal es la pesca de acuerdo al 48% de la población encuestada. Por otro lado, el resto de población encuestada indicó que en el humedal se desarrollan actividades como la extracción del agua (26%), caza (14%), siembra de cultivos (7%) y ganadería (5%).

Arteaga (2012) afirma que La Segua es un humedal de gran importancia ambiental pero también económica, generando ingresos por pesca, ganadería vacuna, cultivos de hortalizas y entre otros como maíz y arroz. Entre los recursos más importantes que ofrece el humedal La Segua se identifica la pesca artesanal, carbón de leña, madera para construcción, zootecnia de varias especies, recreación y turismo.

Por su parte, Guamán (2018) afirma que los usuarios, en época seca (junio-diciembre), cultivan maíz, tomate, arroz, sandía, pimiento, melocotón y pastoreo de ganado. Las especies acuáticas cultivadas son el chame (especie nativa) y tilapia (introducida).

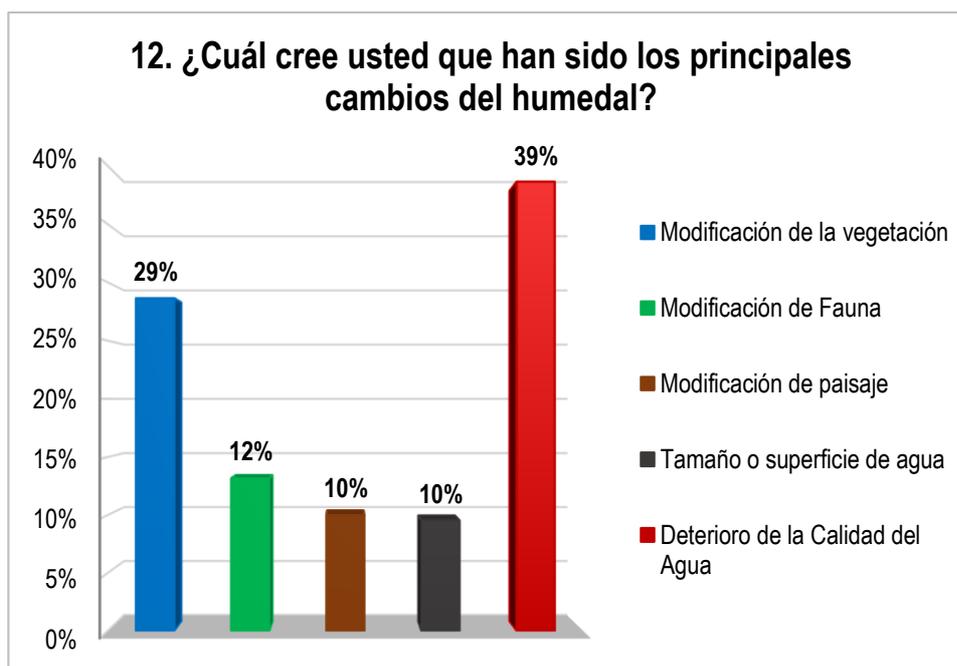


Gráfico 4. 12. Principales cambios del humedal

En el gráfico 4.12., el 39% de los encuestados afirmaron que el deterioro de la calidad de agua es uno de los principales cambios del humedal, por otro lado, el 29% de la población mencionó que la modificación de la cobertura vegetal por la construcción de camaroneras y por actividades agropecuarias ha sido uno de los cambios más notorios del humedal. El 12% mencionó que la alteración de la fauna como el cambio más relevante, mientras que el resto de los encuestados indicó que la modificación del paisaje (10%) y la superficie del agua (10%) son los principales cambios del humedal.

Considerando lo expuesto, Zambrano (2009) menciona que la tala masiva de los bosques ha provocado que con las fuertes lluvias de la estación húmeda se desplace gran cantidad de sedimentos hacia el manglar, originando la colmatación paulatina del mismo. Actualmente La Segua está representado por espacios de aguas abiertas de agua dulce, extensos parches de lechuguines y llanuras de inundación prácticamente deforestadas; paisaje radicalmente diferente al de bosques de mangles los cuales fueron talados en su totalidad.

Por otro lado, Arteaga (2012) indica que la introducción de gallinas, conejos, vacas han afectado significativamente la conservación del humedal La Segua.

Existen varios tipos de plantas introducidas que han invadido el bosque natural provocando alteraciones graves en el ecosistema.

La captura de un número excesivo de animales o plantas del humedal La Segua induce a cambios ecológicos sustanciales. El agotamiento de la mayor parte de las poblaciones de peces producto de la sobreexplotación del chame, sin duda, es causa de cambios importantes, aunque sus repercusiones a largo plazo son difíciles de evaluar de acuerdo con López y Gastezzi (1998). Con lo expuesto Arteaga (2012) menciona sobre la pérdida de la flora y fauna como acción directa de la contaminación ambiental es uno de los principales problemas que afectan el equilibrio de este ecosistema de gran fragilidad.

Entre las afectaciones externas presentadas por el humedal La Segua se encuentran: el funcionamiento inadecuado de camaroneras y planta de hormigón ubicadas en el área de influencia, el cultivo de ciclo corto y hortalizas con uso de agroquímicos (Cuadro 4.1.) siendo estas actividades las que afectan la integridad biológica del ecosistema terrestre y acuático del humedal (Anexo 2.A.).

Cuadro 4. 1. Afectaciones externas hacia el humedal La Segua.

PUNTO	X	Y	DESCRIPCIÓN
FC01	589079	9922069	Descarga de aguas residuales por parte del funcionamiento de una camaronera sin tratamiento alguno.
FC02	589047	9922170	Quema de paico alrededor del humedal
FC03	585017	9919980	Obstrucción del paso de agua del río al humedal por el funcionamiento de una camaronera
FC04	585952	9922089	Descarga de las aguas residuales del funcionamiento de una planta de hormigón
FC05	586075	9922447	Cultivos de ciclo corto y hortalizas
FC06	587025	9922917	

Elaboración: Autoras

4.2. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN EL HUMEDAL LA SEGUA

Los ambientes monitoreados se establecieron de acuerdo al protocolo de Confederación Hidrográfica del Ebro (2005) para el muestreo con macroinvertebrados acuáticos en humedales, donde se establece el número de

estaciones, en el que se analizó la diversidad del hábitat, el tipo de sustrato mineral y vegetal, profundidad, tipo de vegetación existente en el humedal.

Se establecieron cinco estaciones de muestreo alrededor del humedal (Anexo 2.B.), para tener en cuenta la variabilidad espacial en las condiciones ambientales descritas en el (Cuadro 4.2).

Cuadro 4. 2. Descripción de las zonas de muestreo: Características y coordenadas.

ESTACIONES DE MUESTREO	CARACTERÍSTICAS	COORDENADAS	
		X	Y
E1	Mirador principal del humedal La Segua, existe una corriente lenta, mucho sustrato lodoso, una profundidad no mayor a 1,2m de vegetación con gran cantidad de acumulación de lechugines.	589190	9921685
E2	Aguas despejadas con corriente lenta, con vegetación sumergida como micrófitos, presencia de lechugines y plantas tótoras.	590209	9921523
E3	Rivera del pantano central, una profundidad no mayor a 1,2m de vegetación sumergida como micrófitos y lechugines, sustrato lodoso.	591395	9920820
E4	Aguas abiertas con corriente lenta, una profundidad no mayor a 1,4 m vegetación sumergida como lechugines, sustrato lodoso.	590685	9919348
E5	Corriente lenta, se encuentra a la ribera del pantano central con presencia de vegetación moderada formada por lechugines, además existe la presencia de vegetación sumergida como macrófitas, sustrato lodoso.	589298	9920325

4.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS ENCONTRADOS EN EL HUMEDAL LA SEGUA

La entomofauna acuática recolectada en las 5 estaciones de muestreo establecidas en el humedal La Segua, fue de 1.061 individuos. Se identificaron 23 familias, agrupadas en 5 órdenes de la clase *Insecta*, distribuidos de la siguiente manera: *Ephemeroptera* y *Hemiptera* con 6 familias cada una respectivamente, seguido de *Odonata* con 5 familias, *Coleoptera* con 4 familias y *Diptera* con la menor variedad de 2 familias (Cuadro 4.3).

El orden con mayor abundancia de individuos durante la investigación fue el orden *Ephemeroptera* con 321 individuos, distribuidas en las siguientes familias: *Ephemerellidae* (87), *Isoychiidae* (35), *Caenidae* (53), *Baetidae* (61), *Leptophelediidae* (42), *Leptohiphidae* (43). Flowers (2010) señala que estos individuos forman una parte importante de las cadenas alimenticias en ríos y arroyos (como alimento para otros organismos acuáticos, procesadores de

materia orgánica y como herbívoros). Alva (2015) menciona que son elementos importantes en la transferencia de energía dentro del sistema acuático, las ninfas se encuentran en casi todo tipo de cuerpos de agua, aunque en mayor abundancia y diversidad en ríos y arroyos de fondos rocosos.

El segundo orden con mayor abundancia de individuos durante la investigación fue el *Odonata* con 258 individuos, estuvo representado por las familias: *Libellulidae* (54), *Ceinaagrionidae* (51), *Lestidae* (44), *Aeshnidae* (42), *Coenagrionidae* (67). Samways y Simaika (2009) afirma que los individuos de este orden son afectados por los cambios ambientales ocasionados al medio acuático, sugiriéndolas como indicadores de la calidad del agua en ríos. De acuerdo con Pino y Bernal (2009) estos individuos prefieren los fondos rocosos con aguas rápidas y limpias, debido a su forma alargada y a la presencia de traqueobránqueas caudales largas, cuya función es la de una fuente de oxigenación.

En el orden *Hemiptera* se encontraron 245 individuos, con las familias: *Belostomatidae* (24), *Notonectidae* (47), *Geridae* (19), *Mesovellidae* (87), *Nepidae* (21), *Crambidae* (47). Costa y Estevao (2014) señala que los *Hemiptera* constituyen el mayor orden de insectos con metamorfosis incompleta, se caracterizan por presentar piezas bucales alargadas, que forman un pico o trompa denominado rostro, se encuentran en casi todos los hábitats, incluyendo diversas especies que viven en la superficie de aguas oceánicas a gran distancia de la costa.

En el orden *Coleóptera* fueron encontrados 177 individuos, con las familias: *Hydrophilidae* (37), *Elmidae* (33), *Dysticidae* (69), *Hygrobiidae* (38). Bar (2010) menciona que los *Coleóptera* son el grupo de animales con mayor éxito evolutivo, han colonizado ampliamente todos los medios, excepto el mar abierto, se conocen como cascarudos, catangas, escarabajos, bichos de luz, tacas, luciérnagas, vaquitas, mariquitas, etc.

El orden con menor abundancia de individuos durante el desarrollo de toda la investigación fue *Diptera* con 60 individuos, con las familias: *Chironomidae* (32), *Culicidae* (28). De acuerdo con Andersen (2015) estos individuos son

capaces de sobrevivir en diferentes tipos hábitats y tolerar ambientes enriquecidos de carga orgánica residual.

Cuadro 4. 3. Diversidad y abundancia total de los insectos acuáticos encontrados en el humedal La Segua

Orden	Familia	E1	E2	E3	E4	E5	TOTAL
Odonata	<i>Libellulidae</i>	12	15	7	10	10	54
	<i>Ceinagrionidae</i>	5	11	8	19	8	51
	<i>Lestidae</i>	9	8	11	7	9	44
	<i>Aeshnidae</i>	10	6	13	8	5	42
	<i>Coenagrionidae</i>	11	9	26	15	6	67
Hemiptera	<i>Belostomatidae</i>	15	0	0	3	6	24
	<i>Notonectidae</i>	7	5	6	5	24	47
	<i>Geridae</i>	4	9	0	0	6	19
	<i>Mesovellidae</i>	36	0	29	22	0	87
	<i>Nepidae</i>	3	6	4	5	3	21
	<i>Crambidae</i>	9	1	7	24	6	47
Coleoptera	<i>Hydrophilidae</i>	15	6	11	4	1	37
	<i>Elmidae</i>	4	6	7	11	5	33
	<i>Dysticidae</i>	18	9	5	14	23	69
	<i>Hygrobiidae</i>	0	0	22	16	0	38
Diptera	<i>Chironomidae</i>	11	0	15	6	0	32
	<i>Culicidae</i>	5	18	0	0	5	28
Ephemeroptera	<i>Ephemerellidae</i>	25	16	22	14	10	87
	<i>Isoychiidae</i>	0	0	15	0	20	35
	<i>Caenidae</i>	6	28	0	0	19	53
	<i>Baetidae</i>	0	0	26	22	13	61
	<i>Leptophelebiidae</i>	27	0	15	0	0	42
	<i>Leptohiphidae</i>	12	9	10	12	0	43
TOTAL	23 familias	244	162	259	217	179	1061

De acuerdo a los resultados obtenidos, las estaciones 1 y 4 cuentan con acumulación de lechugines (*Eichhornia crassipes*) estos se encuentran en la superficie y en el lecho del humedal. En la estación 1 se encontraron 244 individuos con mayor presencia del orden *Hemiptera*, específicamente la familia *Mesovellidae* con 36 individuos. En la estación 2 se recolectó un total de 162 individuos, donde predominó el orden *Ephemeroptera*, con la familia *Caenidae* (28 individuos), en la estación 3 se recolectaron 259 individuos en mayor cantidad del orden *Hemiptera*, con mayor abundancia de la familia *Mesovellidae* con 29 individuos, en la estación 4 se encontró 217 individuos del orden *Hemiptera* específicamente de la familia *Crambidae* y en la estación 5 se

colectó un total de 179 individuos teniendo mayor número de especímenes el orden *Hemiptera*, familia *Notonectidae* con 24 individuos.

4.4. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL LA SEGUA A TRAVÉS DE ÍNDICES BIOLÓGICOS

4.4.1. Índices de diversidad

Índice de diversidad Shannon-Weaver

En el (Cuadro 4.4.) se observará la fórmula aplicada de Shannon-Weaver para conocer la diversidad de macroinvertebrados del humedal La Segua, los datos adquiridos de los índices concordaron con los resultados obtenidos del software de análisis ecológico PAST.

Cuadro 4. 4. Índice de diversidad Shannon- Weaver

Orden	Familia	E1	E2	E3	E4	E5
Odonata	<i>Libellulidae</i>	-0,1481	-0,2203	-0,0975	-0,1418	-0,1611
	<i>Ceinagrionidae</i>	-0,0796	-0,1826	-0,1074	-0,2132	-0,1389
	<i>Lestidae</i>	-0,1217	-0,1485	-0,1341	-0,1107	-0,1503
	<i>Aeshnidae</i>	-0,1309	-0,1220	-0,1501	-0,1216	-0,0999
	<i>Coenagrionidae</i>	-0,1397	-0,1605	-0,2307	-0,1846	-0,1138
Hemiptera	<i>Belostomatidae</i>	-0,1714	0	0	-0,0591	-0,1138
	<i>Notonectidae</i>	-0,1018	-0,1073	-0,0872	-0,0868	-0,2694
	<i>Geridae</i>	-0,0673	-0,1605	0	0	-0,1138
	<i>Mesovellidae</i>	-0,2823	0	-0,2451	-0,2320	0
	<i>Nepidae</i>	-0,0540	-0,1220	-0,0644	-0,0868	-0,0685
	<i>Crambidae</i>	-0,1217	-0,0314	-0,0975	-0,2435	-0,1138
Coleoptera	<i>Hydrophilidae</i>	-0,1714	-0,1220	-0,1341	-0,0736	-0,0289
	<i>Elmidae</i>	-0,0673	-0,1220	-0,0975	-0,1511	-0,0999
	<i>Dysticidae</i>	-0,1923	-0,1605	-0,0762	-0,1768	-0,2636
	<i>Hygrobiidae</i>	0	0	-0,2094	-0,1922	0
Diptera	<i>Chironomidae</i>	-0,1397	0	-0,1649	-0,0992	0
	<i>Culicidae</i>	-0,0796	-0,2441	0	0	-0,0999
Ephemeroptera	<i>Ephemerellidae</i>	-0,2334	-0,2286	-0,2094	-0,1768	-0,1611
	<i>Isoychiidae</i>	0	0	-0,1649	0	-0,2448
	<i>Caenidae</i>	-0,0911	-0,3034	0	0	-0,2380
	<i>Baetidae</i>	0	0	-0,2307	-0,2320	-0,1904
	<i>Leptophelebiidae</i>	-0,2435	0	-0,1649	0	0
	<i>Leptohyphidae</i>	-0,1481	-0,1605	-0,1256	-0,1600	0
TOTAL	23 familias	2,7858	2,5970	2,7927	2,7427	2,6706

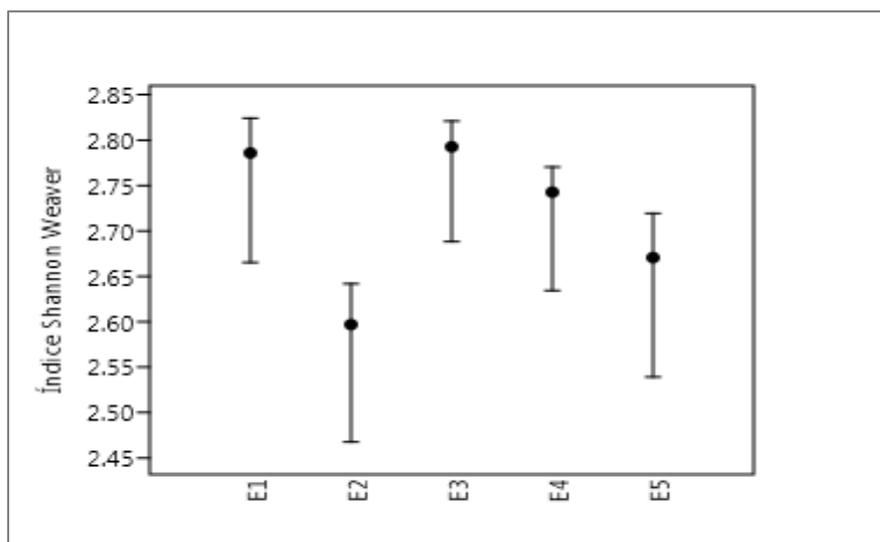


Gráfico 4. 13. Índice Shannon-Weaver (Programa Past)

En el gráfico 4.13 muestra la variación de diversidad de macroinvertebrados acuáticos en las diferentes estaciones, presentando una diversidad media en todo el humedal. Al observar el mapa (Anexo 2.B.) con los puntos establecidos para la toma de muestras, se puede apreciar que los rangos con mayor abundancia de individuos son los que se encuentran a una profundidad no mayor de 1,2m a 1,4m con presencia de vegetación sumergida y sustrato lodoso. Además de acuerdo al esquema de Wilhm y Dorris propuesto en 1968 los índices de Shannon comprendidos en el rango de 1 a 3 comprenden aguas que presentan contaminación moderada, lo que concuerda con las diversas alteraciones que ha sufrido el humedal La Segua y se justifica con lo mencionado por Arcos (2005) quién señala en su trabajo de investigación que, entre las principales consecuencias provocadas por la deforestación, se encuentra la pérdida de biodiversidad. Alonso (2006) también explica que la ausencia de la vegetación ribereña empobrece la composición de macroinvertebrados bentónicos.

El humedal La Segua está constituido por un sustrato lodoso, lo cual representa uno de los factores por el cual, se registró una diversidad media, estos resultados son apoyados por los encontrados por Meza *et al.*, (2012) donde los macroinvertebrados acuáticos presentan mayor riqueza y abundancia en hojarasca, seguido por el sustrato roca y, por último, sedimento

fino. Vannote *et al.*, (1980) afirman que el valor del Índice de Shannon disminuye con el aumento del deterioro y contaminación.

Índice Simpson

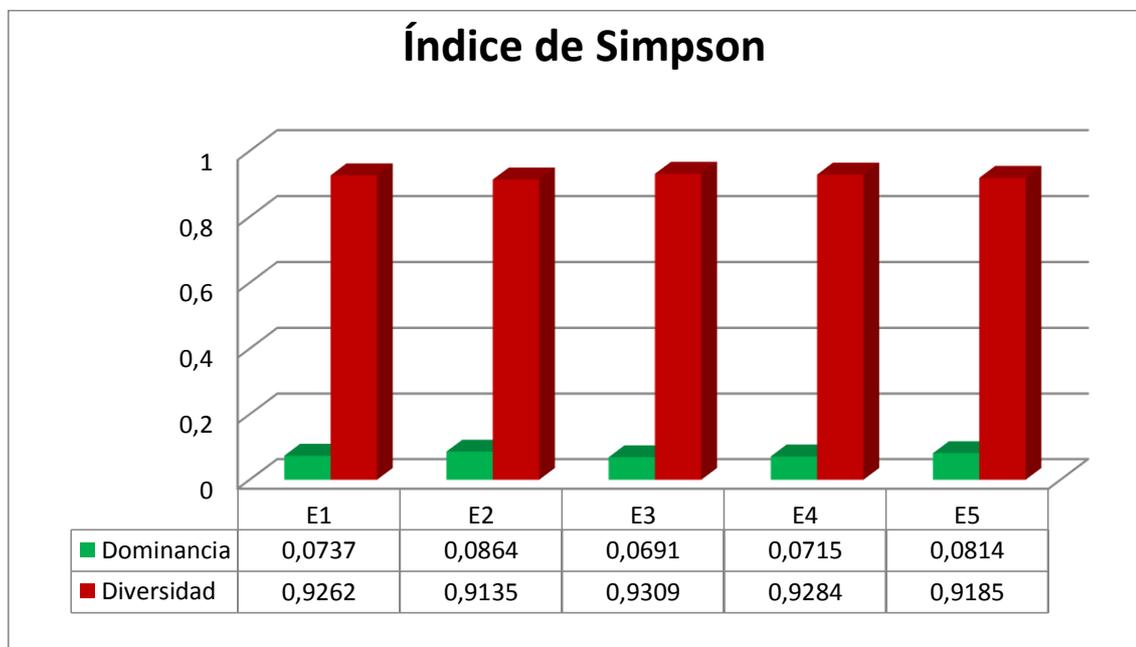


Gráfico 4. 14. Índice de Simpson

En el gráfico 4.14., se muestra el Índice de Simpson de las 5 estaciones de muestreo establecidas en el humedal La Segua. Con respecto al comportamiento de los índices biológicos que son atributos de los sistemas biológicos que se emplean para descifrar factores de su ambiente, la dominancia de macroinvertebrados acuáticos mostró valores bajos con rangos de 0,06 a 0,08 en todas las estaciones (Gráfico 4.15.). Acosta (2009) menciona que esto posiblemente se deba a la equidad de familias que se encuentran en todas las estaciones con abundancia de individuos.

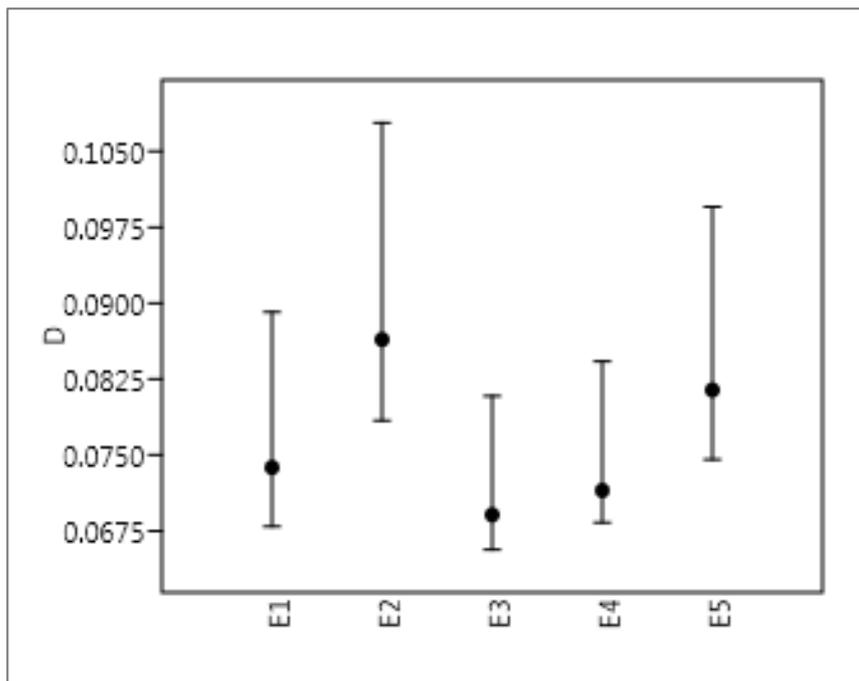


Gráfico 4. 15. Dominancia de Simpson (Programa Past)

4.4.2. Calificación de la calidad del agua de acuerdo al índice biológico EPT

Índice EPT

En el análisis EPT (*Ephemeroptera*, *Trichoptera*, *Plecoptera*) en las cinco estaciones de muestreo del humedal La Segua, se encontró del orden *Ephemeroptera* con 321 individuos, con las familias: *Ephemerellidae*, *Isoychiidae*, *Caenidae*, *Baetidae*, *Leptophelebiidae* y *Leptohyphidae*

Datos:

EPT Presentes: 321

Total, de Individuos: 1.061

$$EPT = \frac{321}{1061} * 100 = 30,25\% \quad \text{ECU [4.2]}$$

De acuerdo con el cuadro de clasificación aplicado Carrera y Fierro (2001) las 5 estaciones de muestreo establecidas en el humedal La Segua presentan una calidad de agua regular (30,25%), esto posiblemente a que no se encontraron individuos del orden *Trichoptera* y *Plecoptera*, además que los individuos

encontrados del orden *Ephemeroptera* no supera al total de individuos que pertenecen a ambientes alterados, tales como los *Díptera*, y *Hemíptera*.

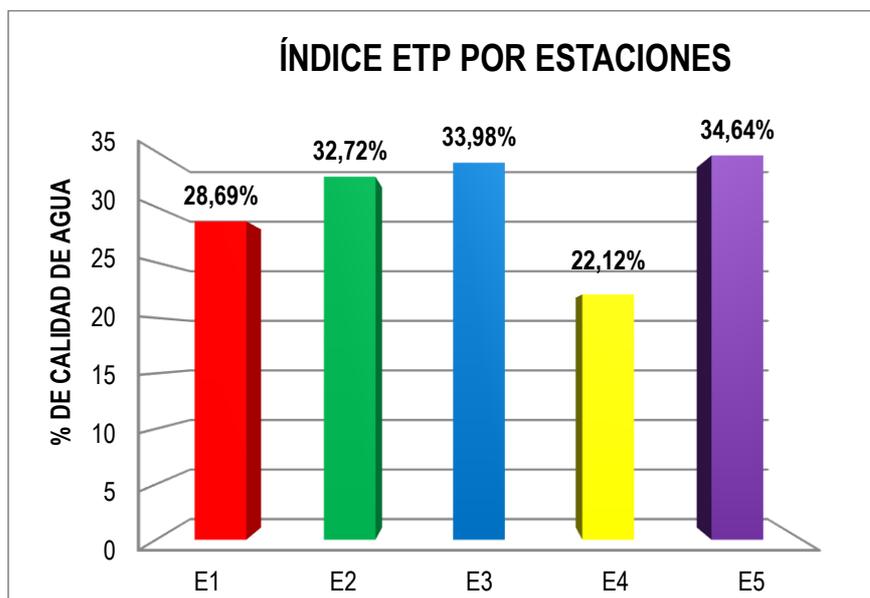


Gráfico 4. 16. Índice de EPT

Diversos estudios de calidad de agua realizados en el Ecuador han reportado la presencia de individuos pertenecientes a la familia *Perlidae* del orden *Plecoptera* según Giacometti y Bersosa (2006) en la investigación desarrollada por Quinteros y Cedeño (2016) dentro de este proyecto de titulación no se encontró individuos de ese orden, lo que concuerda con los resultados de Bravo y Loor (2015) en la microcuenca del río Carrizal. Según Gutiérrez (2010) esto puede ser porque los *Plecoptera* se encuentran en ríos con corrientes fuertes (presentan un par de uñas bien desarrolladas que utilizan para aferrarse al sustrato y evitar ser arrastrados por la corriente), además de ser el orden más exigente de todos los grupos de macroinvertebrados por vivir en aguas limpias y bien oxigenadas conforme lo expuesto por Terneus *et al.*, (2003).

La presencia de la familia *Chironomidae* fue encontrada dentro de la mayoría de las estaciones. Según Colla *et al.*, (2013) estos individuos son capaces de sobrevivir en diferentes tipos hábitats y tolerar ambientes enriquecidos de carga orgánica residual, es decir ambientes contaminados.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Las principales actividades socioambientales desarrolladas en el humedal La Segua fueron el ecoturismo y la pesca, teniendo un beneficio a la comunidad generando ingresos económicos, así también se logró observar las actividades productivas realizadas alrededor de este recurso mencionando el inadecuado funcionamiento de las camaroneras y el uso de agroquímicos como afectaciones externas.
- De acuerdo al protocolo de la Confederación Hidrográfica de Ebro (2005) se analizó el tipo de hábitat, el sustrato mineral y vegetal, profundidad, mediante el cual se establecieron 5 estaciones de muestreo en el humedal La Segua para la recolección de macroinvertebrados.
- Se colectó un total de 1.061 individuos, pertenecientes a 23 familias distribuidas en 5 órdenes, donde el mayor número de familias pertenece al orden *Ephemeroptera* con un total de 6 familias y 321 individuos, con los resultados obtenidos del índice Shannon-Weaver reflejaron una diversidad media, con una dominancia baja de acuerdo al índice Simpson, conforme al esquema de Wilhm y Dorris el agua del humedal presenta contaminación moderada. De acuerdo a la clasificación aplicada por Carrera y Fierro (2001) el índice EPT de las 5 estaciones de muestreo establecidas en el humedal La Segua presentan una calidad de agua regular (30,25%) esto probablemente se debe a las características de las estaciones tales como: diversidad de hábitat, el tipo de sustrato mineral, profundidad, vegetación sumergida ya que no se encontraron individuos del orden *Trichoptera* y *Plecoptera*, además que los individuos encontrados del orden *Ephemeroptera* no supera al total de individuos que pertenecen a ambientes alterados, tales como los *Díptera*, y *Hemíptera*.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones con el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores para evaluar la calidad de agua, debido a su simplicidad por el nivel taxonómico requerido (orden-familia), ahorro de tiempo y mejor utilización de los recursos económicos disponibles para la gestión del recurso hídrico para así poder mitigar los diferentes efectos contaminantes y lograr una restauración ecológica.
- Generar una clave dicotómica de macroinvertebrados acuáticos encontrados en el humedal, la cual permita la caracterización y/o identificación de los mismo, para dar una continuidad al estudio con la implementación de biomonitoreos regulares en el humedal La Segua, para así poder conocer una variación de la calidad del agua y la influencia de estos factores sobre la presencia y la distribución de los macroinvertebrados acuáticos.
- De acuerdo con los resultados obtenidos se propone plantear políticas ambientales en la zona de estudio para la conservación de humedales para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos causados.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Vasca del Agua. (2014). Protocolo de muestreo, análisis y evaluación de una fauna bentónica macroinvertebradas en ríos vadeables.
- Alba. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. En J. Alba-Tercedor, IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA) (págs. 203-213).
- Alonso, A. (2005). Índice Biológicos. En A. Alonso, Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicador del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles (pág. 14).
- Alva. (2015). Ephemeroptera. Revista IDEA-SEA [Sociedad Entomológica Aragonesa], 1-3.
- Álvarez y Pérez. (2007). Importancia Ecológica de los Macroinvertebrados. Ecología , págs. 12-19.
- Andersen. (30 de Junio de 2015). Diptera. (M. C.-T. Hjorth-Andersen, Ed.) Revista IDEA-SEA [Sociedad Entomológica Aragonesa], 1-3.
- Apolo, D. (2008). Humedales Altoandinos. Obtenido de www.apolocomunicaciones.com
- Arana, J. (2014). Índice ETP. Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas. Lima-Perú.
- Asociación de Municipalidades Ecuatorianas [AME]. (12 de Julio de 2017). AME. Obtenido de AME: <https://ame.gob.ec/ec/2017/07/12/la-segunda-vitrina-natural-manabi/>
- Bar, D. M. (2010). Biología de los Artrópodos (ORDEN COLEOPTERA). <http://exa.unne.edu.ar/biologia/artropodos/Orden%20Coleoptera.pdf>.
- Bass. (1994). Community Structure and Distribution Patterns of Aquatic Macroinvertebrates in a Tall Grass Prairie Stream Ecosystem. Proc. Okla. Acad.
- Bernabé López - Lanús y Paola Gastezzi Arias. (2000). Población de la Comunidad la REA. Quito.
- Betancourth, J. (2003). Diversidad de macroinvertebrados y evaluación de la calidad del agua de la Quebrada La Bendición, Municipio de Quibdó. Chocó-Colombia: Acta Biológica Colombiana. Vol 8 (2). pg 23-30.
- Blgo. Ramos. (2016). Red Surber. Obtenido de Red Surber: <http://www.redsurbernet.com/>
- Bonada, N. P. (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. En N. P. Bonada, Annual Review of Entomology (págs. 490-526).

- Boszo. (8 de Septiembre de 2018). El Universo. Obtenido de El Universo: <https://www.eluniverso.com/noticias/2018/09/08/nota/6942965/chame-se-saboreara-hoy-humedales-segua>
- Bouza. (2005). Índice Simpson. file:///C:/Users/DELL/Downloads/IO-26205-9dte.pdf.
- Bouza, C. (2005). Estimación del índice de diversidad de Simpson en m sitios de muestreo.
- Carrera. (2001). Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Ecociencia, 42.
- Carrera. (2001). Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Ecociencia, 42.
- Cedeño, V., & Quinteros, E. (2012). Determinación de la calidad del agua mediante la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la subcuenca del río Carrizal.
- Coello. (2014). Obtenido de <http://sigloxxi.espam.edu.ec/Ponencias/VI/ponencias/66.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2012). Diagnóstico de las estadísticas del agua en el Ecuador. Obtenido de <http://aplicaciones.senagua.gob.ec>
- Confederación Hidrográfica del Ebro. (2005). Establecimiento de condiciones de referencia y redefinición de redes en la. Obtenido de http://195.55.247.234/webcalidad/estudios/lagos/Lagos_Memoria.pdf
- Cordero Julia. (2016). Humedales del Ecuador. Obtenido de <http://suia.ambiente.gob.ec/web/humedales/la-segua>
- Cordero, P. (2015). Calidad del agua para los ríos alto andinos, mediante indicadores biológicos. Quito-Ecuador: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.
- Corral, M. (2017). Preocupación por humedal La Segua. El Diario ec, pág. 1.
- Costa y Estevao. (s.f.). Insectos Inmaduros, Metamorfosis e Identificación (Hemiptera). http://sea-entomologia.org/PDF/M3M5/075_086_II_Hemiptera.pdf.
- Costa, C. (2000). Neotrópico: Estado de conocimiento de los Coleoptera neotropicales. Revista electronica de la Comunidad Virtual de la Entomología.
- Directiva Marco del Agua [DMA]. (2013). Macroinvertebrados de agua salada. España: <http://www.biosfera.es/macroinvertebrados-marinos-indicadores-y-estudios-ambientales/>.
- El Comercio. (4 de Abril de 2015). La Segua es el Paraiso de la Aves. La Segua es el Paraiso de la Aves, págs. 6-9.

- Escobar, E. (2016). La comunidad de macroinvertebrados bentónicos litorales como un reflejo de la heterogeneidad ambiental. scielo.
- Farid, A. (1996). Índices Biológicos . Costa Rica: file:///C:/Users/DELL/Downloads/Dialnet-UtilizacionDeIndicadoresBiologicosParaElDiagnostic-5381279.pdf.
- Fernández, R. (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad ecológica de los ríos. Página de información ambiental.
- Fierro. (2001). Manual de monitoreo. En C. y. Fierro, Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad de agua (págs. 26-32). Quito: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374>.
- Fierro y Carrera. (2001). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Quito, Pichincha: <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56374.pdf>.
- Flowers, R. W. (2010). Ephemeroptera. Revista de Biología Tropical, Capítulo 4.
- Forero, J. (2017). Macroinvertebrados bentónicos y su relación con la calidad del agua en la cuenca alta de del Río Frío (Tabio, Cundinamarca). Bogota-Colombia: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.
- GADM Chone. (s.f.). Gad Municipal Chone. Obtenido de <https://www.chone.gob.ec/index.php?gc=39>
- Giacometti, J. (2006). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. Sangolquí-Ecuador.
- Gil, M. J. (2010). Zaragoza. Obtenido de <https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/materialesdidacticos/calidad/MJoseGil.pdf>
- Gobierno Provincial de Manabí. (22 de Enero de 2018). Gobierno de Manabí. Obtenido de Gobierno de Manabí: <http://www.manabi.gob.ec/11991-humedal-la-segua-se-beneficia-recursos-del-gobierno-provincial.html>
- González, V. (2012). Los macroinvertebrados como bioindicadores.
- Grao, T. H. (2010). Odonatos, habitantes del agua Consejería de Medio Ambiente. <https://waste.ideal.es/libelulas.htm>.
- Gutiérrez, P. (2010). Plecóptera. Revista de Biología Tropical, 58(4).
- Hammer et al. (2006). Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp.
- Hernández. (2001). Indicadores de Calidad Ambiental de Humedales. <http://repositorio.ucm.edu.com>.
- Hernández. (2013). Ecosistemas Acuáticos. Resear Chgate. https://www.researchgate.net/publication/260752925_Ecosistemas_acuaticos.

- Hernández, R. (2013). Ecosistema Acuático. Resear Chgate, 1-2.
- Hernández, S. (2011). Indicadores de Calidad Ambiental de Humedales. Obtenido de <http://repositorio.ucm.edu.co>
- Hoffsten, P. (2001). Hábitats de los Macroinvertebrados. Freshwater Biology.
- Ibarra, S. (2018). Influencia de la inundación invernal en la biodiversidad y calidad de agua de los arrozales del Parque Natural de la Albufera.
- Jalon, G. M. (2010). Desarrollo de un índice biológico para estimar la calidad de agua. Obtenido de http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne01/L01u263_Indice_biologico_cuenca_Duero.pdf
- Junta Parroquial San Antonio. (2016). Pobladores de la Parroquia San Antonio.
- La Constitución al Sistema Nacional de Áreas Protegidas [SNAP]. (1998). Regulación de áreas protegidas Humedal la Segua. Chone- Manabí: <http://www.ambiente.gob.ec/sistema-nacional-de-areas-protegidas/>.
- La Convención sobre los Humedales [Rasmar]. (22 de Mayo de 2018). El agua. Obtenido de www.ramsar.org/sites
- La Hora. (enero de 2010). La segua y la pesca de Chame. La Hora.
- Ladrera, R. (2001). Importancia de los macroinvertebrados en las redes tróficas .file:///C:/Users/home/Downloads/Dialnet-LosMacroinvertebradosAcuaticosComoIndicadoresDelEs-4015812%20(2).pdf.
- López, F. (2008). Caracterización de los Humedales del Cantón Yacuambi como base para la conservación de los Recursos Hídricos. En F. López, Conservación de los Recursos Hídricos (pág. 4). Loja.
- Lozano. (s/f). La bioindicación de la calidad del agua: importancia de los macroinvertebrados. En Redalyc (págs. 5-11).
- Lozano, L. (2005). La bioindicación de la calidad del agua: importancia de los macroinvertebrados en la cuenca alta del río Juan Amarillo, cerros orientales de Bogota. (U. M. Beltrán, Ed.) umbral Científico(7), 5-11.
- Luttbeg, B. (2010). Biología de los macroinvertebrados acuáticos. Revista de Biología Tropical , 58-60.
- Manjarréz. (2003). Los macroinvertebrados acuáticos . Colombia.
- Marina, J. (2009). Insectos Acuáticos. Mexico : <https://www.bioscripts.net/zoowiki/temas/29B.html>.
- Medina. (2016). Clasificación de la calidad del agua según el esquema de Wilhm y Dorris. <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8761/Arrun%C3%A1tegui%20Rojas%2C%20Katherine%20Kelly.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Ministerio de Ambiente [MAE]. (2012). Sistema Nacional de Áreas protegidas.

- Ministerio del Ambiente de Ecuador [MAE]. (2016). Humedal la Segua. Se esta Secando. pág. 1.
- Ministerio del Ambiente Ecuador [MAE]. (2009). Ficha informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) de la Ciénaga la Segua. <https://suia.ambiente.gob.ec>.
- Montilla. (2016). Revista de las Agrociencias. ISSN 2477-8982. Obtenido de Revista de las Agrociencias. ISSN 2477-8982: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/18_pag_70-88
- Mora. (2013). Prevalencia de sedentarismo y factores asociados, en personas de 18 a 60 años en Tunja, Colombia. Revista de la Facultad de Medicina. En M. Mora. Colombia.
- Muñoz, S. N. (2003). Evaluación de la calidad del agua utilizando los macroinvertebrados como bioindicadores. Revista Chapingo, 9(2), 140-160.
- Nogueira, M. (2008). Amenazas de los Macroinvertebrados . Brasil: Brazilian Journal of Biology, 12.
- Organización de las Naciones Unidas. (2014). Calidad del Agua. Obtenido de <http://www.un.org>
- Pérez y Álvarez . (2007). Evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del Yeguaré, Honduras. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Pérez, G. R. (2003). Bioindicadores de la calidad del agua en Colombia. En G. R. Pérez, Bioindicadores de la calidad del agua en Colombia (págs. 12-13). Colombia: <https://books.google.com.ec/books?id=ZEjgIKZTF2UC&pg=PA10&dq=MACROINVERTEBRADOS+NEUSTON&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjA7JmXwtLeAhUNpFkKHYx1A-AQ6AEIJAA#v=onepage&q=MACROINVERTEBRADOS%20NEUSTON&f=false>.
- Pimenta, M. (2009). Bioindicadores. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 392-412.
- Pino y Bernal. (2009). Diversidad, distribución de la comunidad de insectos acuáticos y calidad del agua de la parte alta y media del río David, provincia de Chiriquí, república de Panamá. En Gestión y Ambiente (págs. 73-84).
- Ponce. (2002). Índices de diversidad ecosistémicas . <https://colaborativo2biologiambiental.files.wordpress.com/2013/05/c3adndices-1.pdf>.
- Prat. (1996). Hábitats de los Macroinvertebrados. En Prat. Barcelona.
- Prat. (2009). Los macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua. Revista Actual Biológica, 631-656.

- Puntí, T. (2007). Ecología de les comunitats de quironòmids en rius mediterranis de referència. Tesis Doctora. En T. Puntí, Departament d'Ecologia. Universitat de Barcelona (pág. 151). Barcelona.
- Quishpe, D. (2015). Influencia de la diversidad y estructura arbórea sobre la regeneración natural en el bosque seco tropical de la reserva ecológica Arenillas. *Revista Bosque Latitud cero*, Vol. 6. (2). p. 41-63.
- Ramírez. (2013). UTILIZACIÓN DEL ÍNDICE BMWP'-CR PARA ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA. <http://www.fod.ac.cr/globe/wp-content/uploads/2014/03/Colegio-Gregorio-Jos%C3%A9-Ram%C3%ADrez-Castro-GLOBE-2013.pdf>.
- Reinoso, M. (2009). Macroinvertebrados Acuáticos.
- Resh, V. (2008). Which group is best? Attributes of different biological assemblages used in freshwater biomonitoring programs.
- Revista Iberoamericana de Ciencias. (2014). Índice BMWP, FBI y EPT para determinar la calidad del agua en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 4-5.
- Reyes, C. C. (2001). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua. Obtenido de <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56374.pdf>
- Roldán, G. (1988). Métodos de vida de los macroinvertebrados. En G. Roldán, Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia (pág. 216). Bogotá, Colombia.
- Roldán, G. (2000). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de aguas. Medellín- Colombia.
- Sambria, D. (2006). Macroinvertebrados Acuáticos, determinación Taxonómica conteo. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia, SUBDIRECCIÓN DE HIDROLOGÍA. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Samways y Simaika. (2009). Familia Odonata. En *An easy-to-use index of ecological integrity for prioritizing freshwater sites and for assessing habitat quality* (pág. Vol. 18).
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). Humedales. En S. N. Planificación. Colombia.
- Segretin, E. (2009). Biomonitorio. *ArgenBio*, 1-8.
- Springer, M. (2006). Claves Taxonomicas para la identificación de los Macroinvertebrados. Costa Rica.
- Toro, J. J. (2003). Evaluación de la calidad Biológica del Agua. Sociedad Chilna de Ingeniería Hidráulica XVI.
- Ullauri, C. &. (2011). Calidad de Agua. dSPACE.ucuenca.edu.ec.

Zarazaga. (30 de Junio de 2015). Coleóptera. (M. Á. Alonso-Zarazaga, Ed.)
Revista IDEA-SEA [Sociedad Entomológica Aragonesa], 1-2.

Zúñiga. M . (1997). Indicadores ambientales de.
<http://bdigital.unal.edu.co/10195/1/naferedivarmoralessalinas.2011.pdf>.

ANEXOS

ANEXO 1

FORMATO DE FICHAS DE OBSERVACIÓN, ENCUESTA, HOJA DE
IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

Anexo 1. A. Ficha de observación

 ESPAMMFL						
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ “MFL”						
FICHA DE OBSERVACIÓN PARA REGISTROS DE DATOS PARA EL PROYECTO DE CALIDAD DE AGUA MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN EL HUMEDAL LA SEGUA						
N° Ficha		FECHA:		LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	Provincia:	
Elaborado por:					Cantón:	
Coordenadas UTM:	X:				Parroquia:	
	Y:				Comunidad:	
OBSERVACIONES					SI	NO
¿En la orilla del humedal existe abundante vegetación?						
¿Existen áreas con gran variedad de especies de animales y plantas?						
¿Existen cultivos cercanos?						
¿Existe actividad ganadera y de camaroneras cercana al Humedal?						
¿Existen áreas canalizadas, represadas o desviadas para riego?						
¿El agua del Humedal tiene olores extraños?						
¿Existe basura, plantas o troncos cortando el flujo del agua y creando pozas						
¿Se arrojan al Humedal desechos sólidos o industriales?						
FOTO DEL ÁREA OBSERVADA						

Anexo 1. B. Encuesta

 <p style="text-align: center;">ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ “MFL”</p> <p style="text-align: center;">LA INFORMACIÓN SOLICITADA TIENE UN CARÁCTER ESPECIALMENTE ACADÉMICO, LA MISMA SERVIRÁ CON EL PROPÓSITO DE DETERMINAR LAS ACTIVIDADES DE MAYOR AFECTACIÓN EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL HUMEDAL COMO PARTE DEL PROYECTO: “CALIDAD DE AGUA MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN EL HUMEDAL LA SEGUA”</p>					
¿Conoce usted el Término Humedal?			Si		No
¿Usted Aprovecha el Humedal?	SI	Ecoturismo		No	
		Recreación			
		Extracción de Recurso			
¿La comunidad tienen algún tipo de beneficio con el Humedal?	SI	Ambiente sano		No	
		Ingreso Monetario			
¿Cree usted que el Humedal tiene algún efecto negativo para la comunidad?	SI	¿Cuál?		No	
¿Dentro de la comunidad existen problemas con el agua para beber?	SI	Escases		No	
		Mala Calidad			
¿Cree usted que el incremento de camaroneras alrededor del Humedal afecta al mismo?		Si		No	
¿Usa usted el agua del humedal para sus actividades Diarias?		Si		No	
¿En qué estado considera usted que se encuentra la calidad del Agua del humedal?			Buena		
			Muy buena		
			Regular		
			Mala		
Entre los beneficios que brinda el Humedal ¿Cuál cree usted que es más importante?		Alberge de especies de fauna y Vegetación			
		Incremento de Economía para la comunidad.			
¿Cree usted que es necesario implementar acciones para la recuperación, protección y conservación del ecosistema Humedal "La Segua"?		Si		¿Por qué?	
		No			
¿Qué actividades se desarrollan en el humedal "La Segua"?		Pesca			
		Extracción de Agua			
		Caza			
		Cultivo (arroz, camaroneras... etc.)			
		Alimentación del Ganado			
¿Cuál cree usted que han sido los principales cambios del humedal?		Modificación de Vegetación			
		Modificación de Fauna			
		Modificación de Paisaje			
		Tamaño o superficie de Agua			
		Deterioro de la calidad del agua			

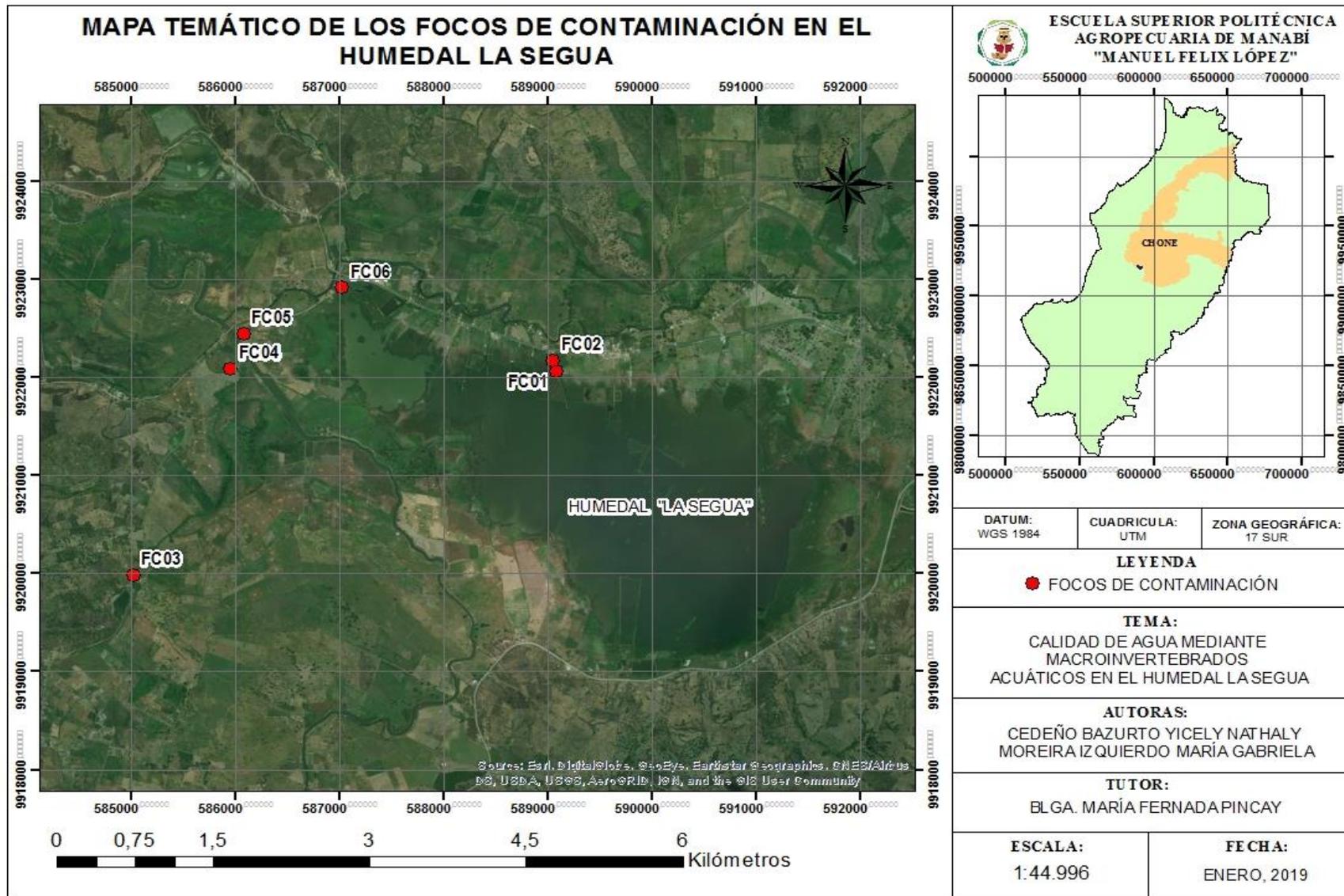
Anexo 1.C. Hoja de identificación de Macroinvertebrados.

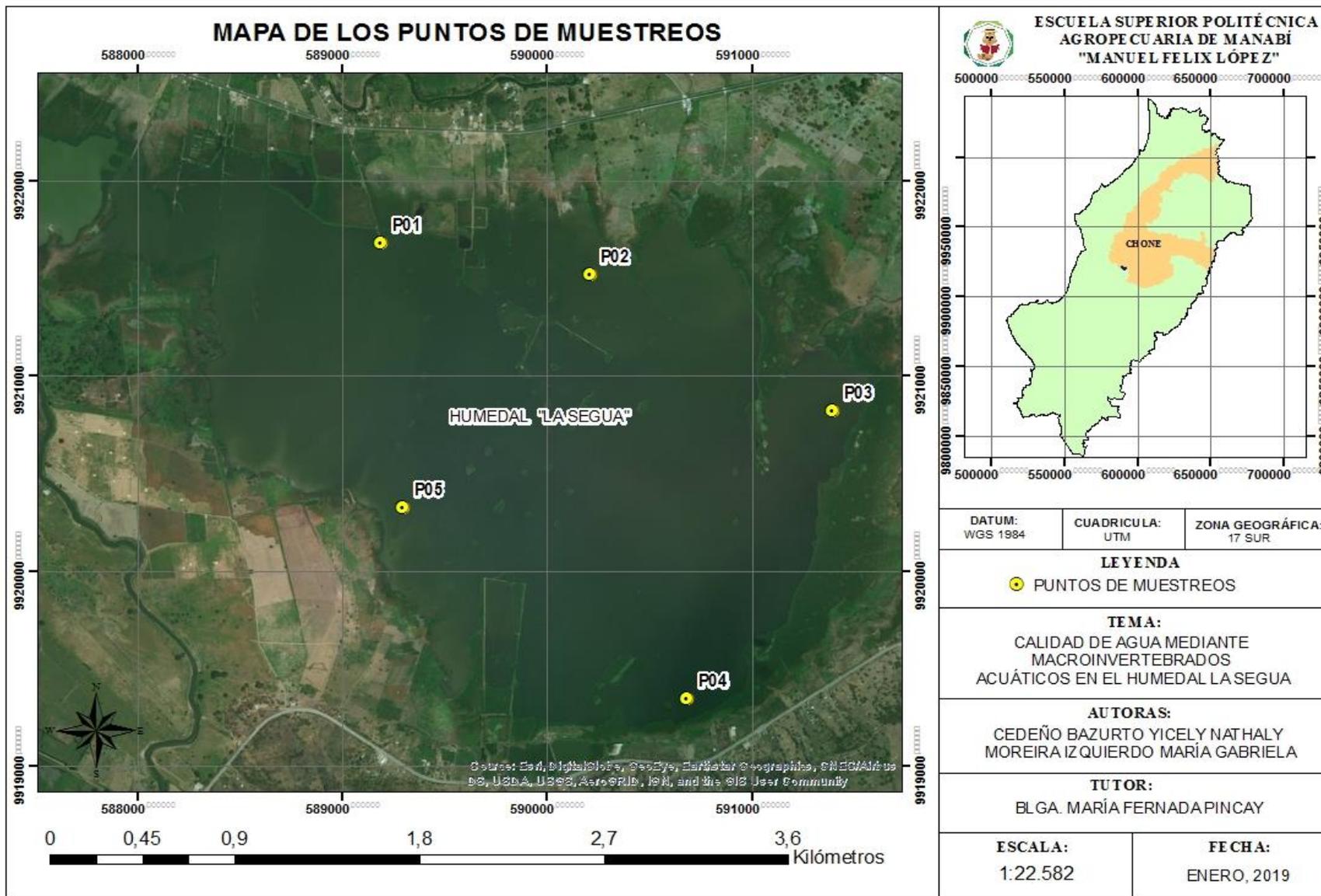
Sitio de colección:		
Nombre del río o estero:		
Fecha de colección:		
Personas que Colectaron:		
CLASIFICACIÓN	ABUNDANCIA (Número de Individuos)	EPT PRESENTES
Anisoptera		
Bivalvia		
Baetidae		
Ceratopogonidae		
Chironomidae		
Corydalidae		
Elmidae		
Euthypociidae		
Gastropoda		
Glossosomatidae		
Gordioidae		
Hydrachnidae		
Hydrobiosidae		
Hydropsichidae		
Leptoceridae		
Leptohyphidae		
Leptophlebiidae		
Naucoridae		
Oligochaeta		
Oligoneuridae		
Perlidae		
Philopotamidae		
Psephenidae		
Ptilodactylidae		
Pyralidae		
Simuliidae		
Tipulidae		
Turbelaria		
Veliidae		
Zygoptera		
Otros Grupos		
TOTAL		
EPT TOTAL - ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA TOTAL	$\frac{\text{Green Box}}{\text{Red Box}} = \text{Blue Box}$ $\text{Blue Box} \times 100 = \text{White Box} \%$

Calidad de Agua
75% - 100% Muy Buena
50% - 74% Buena
25% - 49 % Regular
0% - 24% Mala

ANEXO 2

MAPAS TEMÁTICOS





ANEXO 3

FOTOS DEL PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE LOS
MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS



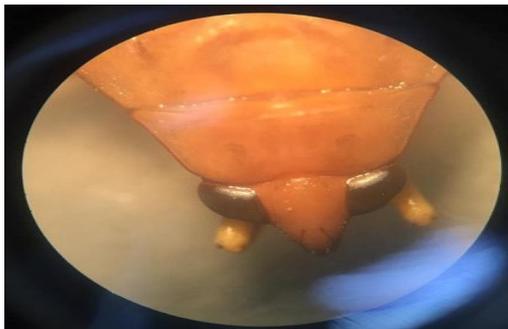
Anexo 3. A. Encuestas a los habitantes de las comunidades del humedal La Segua



Anexo 3. B. Recolección de los Macroinvertebrados Acuáticos



Anexo. 3. C. Identificación de los Macroinvertebrados Acuáticos



Anexo 3.D. Orden Coleoptera, Hydrophilidae



Anexo 3.E. Orden Ephemeroptera, Leptophlebiidae



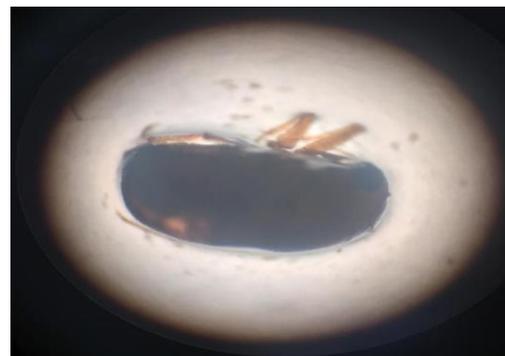
Anexo 3.F. Orden Odonata, Aeshnidae



Anexo 3.G. Orden Ephemeroptera, Caenidae



Anexo 3.H. Orden: Diptera, Chironomidae



Anexo 3.I. Orden: Hemiptera, Notonectidae