

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CULTIVO DE CAMARÓN A TRAVÉS DE ENSAYOS DE EXPOSICIÓN FORZADA: ALEVINES DE GUPPY (*Poecilia reticulata*) COMO BIOINDICADOR.

EVALUATION OF THE IMPACT OF WASTEWATER FROM SHRIMP CULTURE THROUGH FORCED EXPOSURE TESTS: GUPPY ALLEVINES (*Poecilia reticulata*) AS BIOINDICATOR.

Briones-Chamba Héctor Erasmo^{1*}; Solórzano-Solórzano María Dayana²

^{1,2} Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Carrera de Ingeniería Recursos Naturales y Ambientales, Manta, Ecuador.

*¹Correo: he.briones.ch@gmail.com

Resumen

La actividad camaronera es de gran relevancia para el comercio exterior, razón por la cual ha aumentado en el Ecuador en los últimos años, las piscinas camaroneras se construyen en suelos de manglares y humedales, estos ecosistemas que son de importancia ecológica para el país y que están siendo afectados por el crecimiento de esta actividad. Es por ello, que este trabajo plantea la utilización de ensayos ecotoxicológicos de exposición forzada para evaluar el efecto de las aguas residuales del cultivo de camarón utilizando alevines de Guppy (*Poecilia reticulata*). Un ensayo de exposición forzada fue realizado para evaluar la potencial contaminación del agua residual de la camaronera. Una muestra de agua residual de una camaronera ubicada en el Humedal la Segua fue diluida con agua de bidón para obtener 4 tratamientos de exposición (25%, 50%, 75 y 100% de agua residual), más un control (0% de agua residual). Para la realización del ensayo se utilizaron peceras de 12x12x12 cm. En cada pecera se colocaron 6 alevines de Guppy con una talla promedio de $2,72 \pm 0,2$ cm. El ensayo tuvo una duración de 5 días, y cada tratamiento fue testado por triplicado. Todos los días de ensayo se llevó un registro de respuestas como: capacidad natatoria y mortalidad. Los resultados demuestran que la especie *P. reticulata* no presentó mortalidad ni pérdida de la capacidad natatoria durante el ensayo. De forma, adicional un ensayo de exposición no forzada fue realizado para evaluar la sensibilidad de la especie durante su exposición al agua residual de la camaronera, quedando demostrado que esta especie mostró una respuesta de fuga desde la primera hora de exposición en todos los tratamientos de exposición.

Palabras clave: Camaronera, humedal, agua residual.

Abstract

The shrimp activity is of great importance for foreign trade, which is why it has increased in Ecuador in recent years, shrimp ponds are built on mangrove soils and wetlands, these ecosystems that are of ecological importance to the country and that are being affected by the growth of this activity. For this reason, this work proposes the use of ecotoxicological tests of forced exposure to evaluate the effect of wastewater from shrimp culture using Guppy fingerlings (*Poecilia reticulata*). A forced exposure trial was conducted to evaluate the potential contamination of the shrimp's wastewater. A sample of wastewater from a shrimp farm located in the La Segua Wetland was diluted with drum water to obtain 4 exposure treatments (25%, 50%, 75 and 100% residual water), plus a control (0% residual water). Fish tanks of 12x12x12 cm were used to carry out the test. In each tank, 6 Guppy fingerlings with an average size of 2.72 ± 0.2 cm were placed. The trial lasted 5 days, and each treatment was tested in triplicate. Every day of the trial a record of responses was taken, such as swimming capacity and mortality. The results show that the species *P. reticulata* did not show mortality or loss of swimming capacity during the test. In

9

Fecha de recepción: 23 de abril de 2018; **Fecha de aceptación:** 06 de julio de 2018; **Fecha de publicación:** 09 de julio de 2018.

addition, an unforced exposure test was carried out to evaluate the sensitivity of the species during its exposure to the shrimp's residual water, demonstrating that this species showed a leakage response from the first hour of exposure in all the treatments exposition.

Keywords: Shrimp farm, wetland, wastewater.

1. Introducción

Son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas 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". (artículo 1, Convención de Ramsar sobre los Humedales, 1971).

La "Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de Sitios Ramsar", se trata de un convenio intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. (E. Molina, 2012).

La Convención entró en vigor en Ecuador el 7 de enero de 1991. Ecuador tiene actualmente 19 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional (sitios Ramsar), con una superficie de 1.064,483 hectáreas. A

nivel regional tanto la costa como la sierra tienen 49% de los humedales RAMSAR del país, el oriente con 2% y la región insular no tiene humedales RAMSAR. (MAE, 2015).

La Segua fue declarado área de conservación ambiental y mediante ordenanza ejecutada en el 2015 por el Gobierno Provincial de Manabí como área protegida, posicionándose como el quinto en importancia en el país y el 1.021 a nivel internacional, además el municipio de Chone en el año 2010, lo declaró Patrimonio Natural y Cultural de interés Social en el cantón. (GPM, 2018).

Este gran ecosistema es considerado de importancia estratégica por los siguientes factores: a) para la conservación de varias especies acuáticas, sean estas residentes o migratorias; b) Es soporte de vida para diversidad de especies; c) Garantiza la seguridad alimentaria y provisión de agua dulce de la población que habita en los límites del humedal; d) Los humedales son considerados sumideros de carbono reduciendo el impacto de

fenómenos como efecto invernadero (MAE, 2006).

El Humedal La Segua fue incluido dentro de la convención RAMSAR el 7 de junio del 2000 como hábitat de aves acuáticas, previa a la declaración se elaboró un plan de manejo de la Segua. Sin embargo, el crecimiento continuo de la actividad antropogénica, en este caso el aumento de la camaronicultura puede estar ocasionando un deterioro en estos ecosistemas. Es por ello, la importancia de la utilización de organismos bioindicadores que de una manera sencilla pueden percibir el estado actual de un determinado ecosistema.

Un bioindicador ambiental es un organismo que se utiliza para detectar la variación de la calidad ambiental de un ecosistema, estos organismos generan respuestas como cambios en su composición genética o química, o en sus funciones vitales, y gracias a esto se logra determinar contaminantes que provocan daños a los ecosistemas. Existen ciertos parámetros para que un organismo sea considerado bioindicador, por ejemplo, que responda a perturbaciones, que la respuesta sea representativa, que haya

abundancia de individuos, que sean estables ante el cambio moderado de clima, que sean fáciles de manipular, entre otros. Pero como nos dice (Irene Lobato, 2015) debido a que no existe un prototipo específico, todo depende del ecosistema que estemos estudiando.

En ensayos de toxicidad forzada al exponer el bioindicador a ciertas concentraciones de un tóxico se espera tener respuestas como, inmovilidad, mortalidad, alteraciones en su comportamiento, o variables como la concentración letal 50 (CL50), y así evaluar el potencial impacto de los tóxicos sobre las comunidades que habitan en los ambientes contaminados.

Sin embargo, como nos dicen (Catalina G. y Emilce R., 2018) si el test de toxicidad no detecta efecto en el bioindicador como mortalidad o inmovilidad esto no siempre significa que el agua analizada no esté contaminada, si no que puede ser capaz de producir otro tipo de daños, y para esto se pueden realizar test en donde se analicen la capacidad reproductiva o el crecimiento del bioindicador, y así dar respuesta sobre la incidencia del

contaminante en el ambiente en que se encuentra.

Para el comercio exterior el camarón es una de las especies de mayor relevancia, razón por la cual esta actividad ha aumentado en Ecuador en los últimos años. Para realizar esta actividad se necesitan estanques o piscinas de diversos tamaños, y estas se construyen en suelos de manglares, humedales y tierras agrícolas.

La presencia de virus como la mancha blanca es uno de los problemas que presenta esta actividad además de otras enfermedades bacterianas, afectan al sector camaronero repercutiendo en grandes pérdidas económicas, por lo cual para eliminar o controlar estas enfermedades se utilizan diversos químicos adicionales a los que utilizan en los procesos de limpieza y mantenimiento de las piscinas.

En las camaroneras se utilizan químicos como: Cal p24 (hidróxido de calcio) para la limpieza de los pisos de las piscinas donde se va a hacer una nueva siembra y por factores como: controlar enfermedades bacterianas, regular pH, reducir el crecimiento de microorganismos y algas.

FordeX HP Líquido es un bactericida y fungicida no antibiótico altamente concentrado, indicado para el tratamiento de las aguas contaminadas y se ha demostrado ser muy eficaz contra: Salmonella, Escherichia coli, Vibrio sp, Shigella, Listeria, Rickettsia, Clostridium perfringens, Aerobios mesófilos, Enterococos, Hongos.

Debido a la demanda del camarón muchas veces el retraso de la productividad obliga al personal que trabaja en las camaroneras a omitir pasos para el cuidado ambiental al momento de utilizar estos químicos. Es por ello por lo que se hace necesario evaluar los posibles impactos que esta actividad puede ocasionar en el ecosistema.

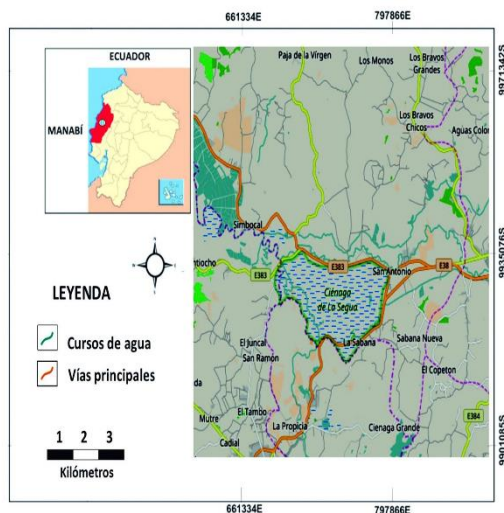
2. Metodología

2.1 Descripción del área de estudio

El Humedal La Segua, se encuentra 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 confluencia de los ríos Carrizal y Chone, específicamente 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, 2010). Tiene una superficie total de 1745 has y está dividida entre los cantones Chone y Tosagua, una extensa llanura de inundación que queda sumergida solo en la temporada lluviosa que se produce entre los meses de diciembre y mayo.

Ilustración N° 1. Localización del área de estudio.



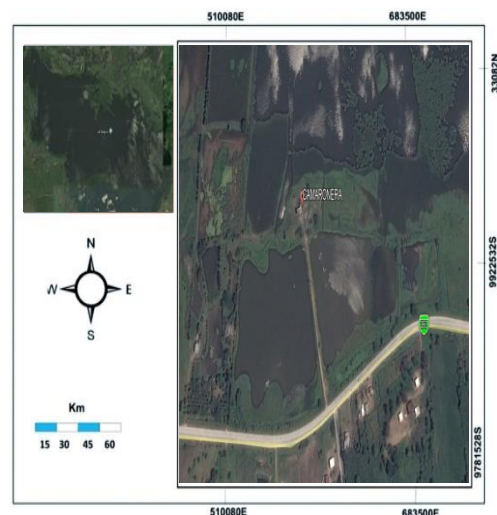
Elaborado por: Autores.

2.2 Caracterización de las muestras

Se tomaron muestras de agua residual de una camaronera ubicada en el humedal La Segua y se realizó el ensayo de exposición forzada con el pez Guppy. Las muestras de agua fueron caracterizadas en el Laboratorio Lassa

de la Ciudad de Quito donde se analizaron los siguientes parámetros: materia orgánica total con el método de ensayo de gravimetría y agentes tensos activos con el método de PEE-LASA-FQ-13 APIIA5540 C. Por otro lado, la salinidad, el pH y la conductividad se midieron utilizando una sonda multiparamétrica. El análisis de metales pesados (B, Cd, Cr, Cu, Pb) se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación Científica de la Universidad Técnica de Manabí, con la utilización de un ICP de masas.

Ilustración N° 2. Localización del sitio de muestreo.



Elaborado por: Autores.

2.3 Ensayo de toxicidad

Los ejemplares del pez Guppy, fueron obtenidos en una tienda de acuarios de agua dulce. Una vez en el laboratorio los

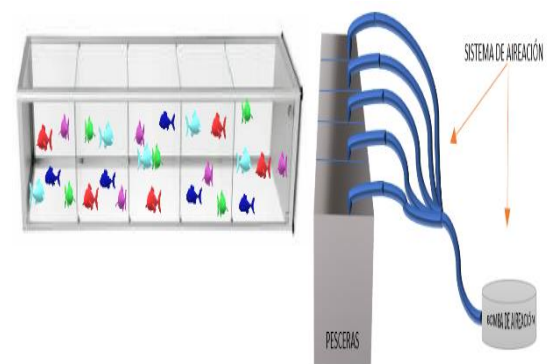
organismos fueron alimentados diariamente con hojuelas para peces y aclimatados durante una semana en condiciones de laboratorio con fotoperiodo controlado de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad y a temperatura ambiente.

La muestra de agua residual de la camaronera fue utilizada como una prueba de toxicidad. Esta fue diluida con agua de bidón para obtener 4 tratamientos de exposición (25%, 50%, 75% y 100% de agua residual de camaronera) más un control (0% agua residual). El ensayo de exposición forzada se realizó en peceras de vidrio de tamaño 12x12x12 cm como se aprecia en la Ilustración 3.

En cada pecera se colocó un litro del tratamiento de exposición, y dentro de cada una fueron ubicados 6 organismos con talla promedio de $2.72 \pm 0,2$ cm. El ensayo tuvo una duración de cinco días, durante el ensayo los peces no se alimentaron. Cada tratamiento fue testado con tres replicados. Todos los días de ensayo se llevó un registro de respuestas como: capacidad natatoria esta fue medida durante 20 segundos donde se observó a los peces de cada tratamiento de exposición y se analizó si

realizaban movimientos de las aletas o si alguno tenía un nado diferente al resto y la mortalidad se controló contabilizando cada día de exposición si estaban todos los peces indicados al inicio, todo esto se realizó en los días 1, 2, 3 y 5 de exposición.

Ilustración N° 3. Sistema estático de exposición forzada.



Elaborado por: Autores.

2.4 Procesamiento de datos

Un ANOVA multifactorial fue realizado para determinar si la respuesta de fuga en los organismos estaba relacionada específicamente con la concentración de exposición y no condicionada al tiempo de exposición. El análisis fue realizado con el programa de estadística.

3. Resultados y Discusión

3.1 Caracterización de las muestras.

Tabla N°1. Caracterización del Agua Residual.

	C.S	LMP
pH	7	6-9
Salinidad	908 μS/cm	1.5 – 3.0 μS/cm
Conductividad	893 μS/cm	2000 μS/cm
STD	510 mg/L	2000 mg/L
Materia Orgánica Total	120 mg/L	10 mg/L
Tensos activos	0.08 mg/L	0.5 mg/L
B	0.3082 mg/L	0.75 mg/L
Cd	0.000182 mg/L	0.001 mg/L
Cr	-0.0065 mg/L	0.032 mg/L
Cu	0.0111 mg/L	0.005 mg/L
Pb	0.002 mg/L	0.001 mg/L

STD: Sólidos Totales Disueltos, B: Boro, Cd: Cadmio, Cr: Cromo, Cu: Cobre, Pb: Plomo, C.S.: Camaronera Segua, LMP: Límite Máximo Permisible

Elaborado por: Autores.

3.2 Exposición de ensayo forzada

Los especímenes del pez Guppy mostraron baja mortalidad, y no hubo falta de movilidad ni afectación en su capacidad natatoria durante el ensayo de exposición forzada.

Tabla N° 2. Número de organismos vivos y porcentaje de dilución.

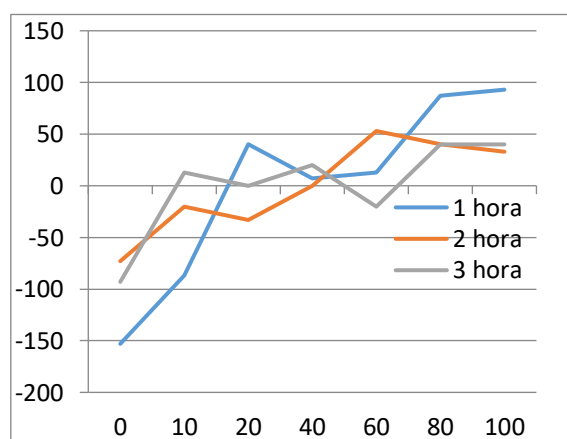
TRATAMIENTOS	DIA 1			DIA 2			DIA 3			DIA 5		
	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3
0% (control)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
25%	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5
50%	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
75%	6	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6	5
100%	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Elaborado por: Autores.

Ensayo de exposición no forzada

En el ensayo de exposición no forzada la especie *P. reticulata* mostró una clara respuesta de fuga desde la primera hora de exposición.

Gráfico N° 1. Respuesta de fuga del pez Guppy expuesto a diferentes concentraciones de agua residual de la camaronera.



Elaborado por: Autores.

Tabla 3. Análisis multifactorial del bioensayo de exposición no forzada de los peces Guppy.

Efecto	SS	Grados de Libertad	MS	F	P
Tiempo	0	2	0,0 0	0,0 0	1,00 0
Concentración	424 ,0	6	70, 67	12, 90	0,00 0*
Tiempo*Concentración	134 ,0	12	11, 17	2,0 4	0,04 4*

Elaborado por: Autores.

De acuerdo con los criterios de calidad admisibles de la tabla 2 correspondiente al TULSMA 097-A, esta tabla menciona que, para la preservación de la vida acuática y silvestre en agua dulce, marinas y de estuarios, deberán cumplir un límite máximo de parámetros, para que el ingreso de estas aguas alteradas, no causen anomalías al medio ambiente. Dentro de los parámetros analizados La conductividad, STD, pH, agentes tenso activo, boro, cadmio y cromo están por debajo del límite permisible. Mientras que la salinidad, materia orgánica total, cobre y plomo están por encima del límite permisible. Aquí seguido se debe dar la explicación de los que no cumplen con la normativa utilizando la información que has puesto a continuación.

El análisis a la camaronera fue conductividad, STD, pH, salinidad, materia orgánica total, agente tenso activo y metales pesados, es necesario mencionar que la toma de muestra constó de una toma de muestra simple.

La camaronera mantiene un dato de conductividad de 893 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Es decir, que no muestra una alta conductividad, ya que no pasa los rangos adecuados como lo menciona (Lennetch, 2018) indicando que las soluciones considerables altas en conductividad correspondían a un $> 2000 \text{ ms}/\text{cm}$, es así como el resultado obtenido en este parámetro no muestra un exceso de conductividad.

Los STD (sólidos totales disueltos), los resultados obtenidos corresponden a la camaronera y fue 510 mg/L, mismo que de acuerdo con (Lennetch, 2018) dice que los TDS y la conductividad eléctrica están estrechamente relacionadas. Cuanto mayor sea la cantidad de sales disueltas en el agua, mayor será el valor de la conductividad eléctrica.

Según menciona la Tabla 2 de los criterios de calidad admisibles correspondiente al TULSMA 097-A el rango del pH, debe ubicarse entre 6-9, la camaronera tiene un pH de 7, lo que

quiere decir que esta agua posee un pH neutro y se encuentra dentro de los límites permisibles.

La salinidad obtenida en la camaronera fue de 908 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y esta se encuentra por encima de lo que indica (Lennetch, 2018) que tiene que ser entre 1.5-3.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tomando en cuenta si esta agua es usada para el regío por su cantidad de sal puede afectar a los cultivos, en este parámetro si excede la salinidad.

La materia orgánica total que se obtuvo en los resultados de la camaronera fue de 120 mg/L, la página de (Balnova, 2014) nos dice que los cultivos de camarón en el país no deben ser fertilizados por la cantidad de nutrientes excesivos encontrados en el agua, razón por la cual, la relación C/N debe ser 10 mg/L ya que juega un papel predominante en el éxito del cultivo, es así como en este parámetro hay exceso de materia orgánica dentro de la camaronera.

La presencia de agentes tensoactivos en la camaronera fue de 0.08 mg/L, en relación con el TULSMA 097-A tabla 2 correspondiente a los criterios de calidad admisible para la conservación de la vida acuática y silvestre en aguas

dulces, marinas y de estuarios dice que el límite permisible de estos agentes tensoactivos es de 0.5 mg/L, así que este parámetro se encuentra bajo los límites permisibles.

Los metales pesados analizados en la camaronera fueron: Boro con 0.3082 mg/L, Cadmio con 0.000182 mg/L, Cromo con -0.0065 mg/L, Cobre con 0.0111 mg/L y Plomo con 0.002 mg/L, en los límites permisibles dentro de la tabla 2 del TULSMA 097-A dice que el Boro con 0.75 mg/L, Cadmio con 0.001 mg/L, Cromo con 0.032 mg/L, Cobre con 0.005 mg/L y Plomo con 0.001 mg/L, en este parámetro analizado tenemos en cuenta que el Cobre y Plomo sobrepasa el límite permisible mientras que el Boro, Cadmio y Cromo se encuentran bajo los límites permisibles.

En el ensayo de exposición forzada la especie *P. reticulata* no presentó mortalidad, ni afectación en su movilidad o capacidad natatoria. Según Iannacone, J. et al (2007), esta especie tiene alta tolerancia en ambientes hostiles porque posee una gran variedad de enzimas de detoxificación. En un ensayo realizado utilizando la especie *P. reticulata* y *Paracheirodon innesi* expuesta a carbono, se evaluaron

respuestas subletales como nado y movimiento, además de la mortalidad, y se determinó que *P. innesi* fue más sensible. Sin embargo, en el presente estudio la alta sensibilidad observada en la especie *P. reticulada* durante el ensayo de exposición no forzada sugiere que esta especie si es sensible y esta sensibilidad depende del tóxico o sustancia al que está expuesto.

En otro ensayo realizado por Gómez W, et al (2008), donde se evaluó la toxicidad aguda y riesgo ambiental del fipronil para Guppy (*Poecilia reticulata*), peces adultos fueron expuestos a 7 concentraciones, estos manifestaron síntomas de hiperexcitación alternados con letargia y nado errático en las primeras horas en las concentraciones más altas y la mortalidad se registró después de las 96 horas. Corroborando así que el pez Guppy es sensible a ciertos tóxicos en concentraciones altas, por lo que se convierte en un buen bioindicador para analizar contaminantes en ecosistemas en donde se encuentren especies resistentes.

Conclusiones

El agua residual de la camaronera sobrepasa los límites permisibles en ciertos parámetros como: Salinidad con 908 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (límite es de 1.5-3.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$) Materia orgánica total con 120 mg/L (límite es de 10 mg/L), y metales pesados como: Cobre con 0.01117 mg/L (límite es de 0.005 mg/L) y Plomo con 0.002799 mg/L (límite es de 0.001 mg/L), haciendo referencia a la información encontrada sobre los efectos de esta actividad a los ecosistemas.

La especie *P. reticulata* no mostró mortalidad ni alteración en su capacidad natatoria en el ensayo de exposición forzada al agua residual de la camaronera. Sin embargo, la alta respuesta de fuga observada desde la primera hora de exposición a esta agua residual podría sugerir la presencia de uno o varios agentes potencialmente tóxicos.

Bibliografía

- Balnova. (2014) Disponible en <https://www.balnova.com/la-materia-organica/>
- Edison Molina. (2012). Documento: Tesis Estudio comparativo de los sitios Ramsar en el Ecuador

- como oferta turística del patrimonio natural del Ecuador. Quito-Ecuador.
- Francisco de Paula Gutiérrez (et. al.) (2012) Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Disponible en <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31377>
- Gómez W, et al. (2008). Toxicidad aguda y riesgo ambiental del fipronil para Guppy (*Poecilia reticulata*). Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3989084.pdf>
- GPM. (2018) Disponible en <http://www.manabi.gob.ec/11991-humedal-la-segua-se-beneficia-recursos-del-gobierno-provincial.html>
- Iannacone, j. Et al. (2007). Efectos ecotoxicológicos del cartap sobre poecilia reticulata "guppy" (poeciliidae) y paracheirodoninnesi "neon tetra" (characidae). Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-65382007000200005
- LA SEGUA. s.e. Disponible en <http://suia.ambiente.gob.ec/web/humedales/la-segua> (¿Qué es el Carbono Neutral? - SUIA).
- Lenntech. (2018). Conductividad del agua. Obtenido de <https://www.lenntech.es/aplicaciones/ultrapura/conductividad/conductividad-agua.htm>
- M. Bravo; C. Suarez. (2007). Documento: Implementación de la primera etapa del plan integral de gestión socio ambiental 9PIGSA) del sistema de trasvases Manabí.
- MAE. (2010). Documento: Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) Categorías aprobadas en la Recomendación 4.7 y modificadas por la Resolución VIII.13 de la Conferencia de las Partes Contratantes. 1-2pp
- Manabí, hogar de bellos humedales. 2013. s.e. Disponible en <http://www.ambiente.gob.ec/manabi-hogar-de-bellos-humedales/> (Ministerio del Ambiente).
- Pacheco, AM; Vera, MZ; Palma, CR. Análisis de las condiciones geográficas y ecológicas del humedal La Segua, provincia de Manabí, Ecuador. s.e. Disponible en <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/809> (Vista de Comportamiento organizacional positivo: las implicaciones del engagement en el entorno laboral).

Patricio Noles, Cumanda Philco, Carlos Delgado, Loo Eudaldo, Mario López. Calidad de agua del humedal la segua-chone mediante su ictiofauna como bioindicador. s.e. Disponible en <http://www.ueb.edu.ec/app/talentos/images/PDF/REVISTA-TALENTOS/VOLUMEN-IV-N1/CALIDAD%20DE%20AGUA%20DEL%20HUMEDAL%20LA%20SEGUA-CHONE%20MEDIANTE.pdf>

Ramsar.s.e. Documento: Convención relativa a los humedales de importancia Internacional Especialmente como Hábitat de aves acuáticas.

SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS DEL ECUADOR. s.e. Disponible en <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/content/sitios-ramsar> (Inicio).

Zapata-Pérez O; Pedrero Ríos JM. Ensayo de toxicidad aguda con larvas y juveniles de los peces tilapia, carpa y cíclidos. s.e. Disponible en <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/573/cap11.pdf>