

9

Fecha de presentación: marzo, 2019, Fecha de aceptación: mayo, 2019, Fecha de publicación: julio, 2019

## Impacto ambiental generado por la producción bananera y aguas servidas sobre el río Chaguana y su incidencia en la producción pesquera de la parroquia Tendales

Environmental impact generated by banana production and wastewater on river Chaguana and its impact on fish production of Tendales parish

Edinson Adrián Domínguez Granja<sup>1</sup>

[eadominguez\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:eadominguez_est@utmachala.edu.ec)

ORCID: 0000-0001-5503-3502

Paola Estefanía García Ortega<sup>2</sup>

[pegarcia\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:pegarcia_est@utmachala.edu.ec)

ORCID: 0000-0002-5856-3215

Héctor Carvajal-Romero<sup>3</sup>

[hcarvajal@utmachala.edu.ec](mailto:hcarvajal@utmachala.edu.ec)

ORCID: 0000-0001-6303-6295

Harry Vite-Cevallos<sup>4</sup>

[hvite@utmachala.edu.ec](mailto:hvite@utmachala.edu.ec)

ORCID: 0000-0003-2056-7111

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Domínguez Granja, E. A., García Ortega, P. E., Carvajal-Romero, H. & Vite-Cevallos, H. (2019). Impacto ambiental generado por la producción bananera y aguas servidas sobre el río Chaguana y su incidencia en la producción pesquera de la parroquia Tendales. Revista Mapa, 8(15), 152-166. Recuperado de <http://revistamapa.com>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Machala

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Machala

<sup>3</sup> Universidad Técnica de Machala.

<sup>4</sup> Universidad Técnica de Machala

## RESUMEN

La población pesquera del río Chaguana en los últimos años se ha visto afectada por las decrecientes pescas que tienen, lo cual afecta la economía de estas familias, resulta *importante identificar el impacto ambiental de mayor incidencia* en la contaminación del Río. El presente trabajo es un estudio de análisis socioambiental para determinar la fuente de continuación del río, teniendo en consideración la producción bananera y aguas servidas producidas por la población lo cual puede causar pérdida de especies nativas del lugar, la disminución de ingresos en las familias que dependen de la actividad pesquera. Para identificar el impacto ambiental más representativo se utilizó el método de absorción atómica en metales pesados como; cadmio, hierro, plomo, mercurio y amonio en el río para verificar su existencia, además de la elaboración de una matriz de Leopold para identificar el impacto mediante la información obtenida; se aplicó entrevistas a socios de la cooperativa de pescadores y así conocer la situación socioeconómica de los pescadores artesanales. Se determinó que existe una disminución de especies nativas sumado a la presencia de amonio en el agua lo cual pone en riesgo a los peces en etapa de reproducción, como resultado de la

## ABSTRACT

The fishing population of the river Chaguana in recent years has been affected by declining catches they have, which affects the economy of these families, it is important to identify the environmental impact of greater impact on river pollution. The present work is a study of socio-environmental analysis to determine the source below the river, considering banana production and wastewater produced by the population which can cause loss of native species, the reduction in revenue families dependent on fisheries. To identify the most representative environmental impact the atomic absorption method was used as heavy metals; cadmium, iron, lead, mercury and ammonia in the river to verify its existence, along with the development of a matrix Leopold to identify the impact through information obtained; interviews with members of the fishing cooperative was applied and thus know the socioeconomic situation of artisanal fishermen. It was determined that there is a decrease in native species combined with the presence of ammonia in water which endangers the fish breeding stage, as a result of sewage contamination

contaminación por aguas servidas y esto perjudica la economía de las personas que se dedican a esta actividad productiva, por medio de la matriz se establece que existe un impacto de intensidad media.

and this impairs the economy of the persons involved this productive activity, through the matrix set that an impact of medium intensity.

**Palabras claves:** especies nativas, estuarios, matriz Leopold, método de absorción atómica, pH

**Keywords:** atomic absorption method, Leopold matrix, native species, estuaries, pH

## INTRODUCCIÓN

El mundo de hoy se enfrenta a los desafíos de la degradación ambiental, en particular la contaminación del agua a través de actividades industriales como la minería, curtidos, y otras fuentes de contaminación del agua incluyen las malas prácticas agrícolas, aguas residuales y fugas del tanque séptico, las inundaciones causadas por el calentamiento global y el cambio climático (Bankole et al., 2019). En países subdesarrollados, la pesca artesanal de agua dulce aporta repetitivamente a la seguridad alimentaria, crea empleos e ingresos económicos para familias.

A pesar de su importancia, la pesca artesanal en agua dulce es poco reconocida. Muchas comunidades de pescadores continúan siendo marginadas y su actividad no es tomada en cuenta en las estadísticas nacionales. Las políticas de desarrollo tienden a favorecer a otros sectores tales como la agricultura o la producción hidroeléctrica, ignorando el papel de la pesca en la mitigación de la pobreza. La pesca artesanal aporta al progreso equitativo y al manejo sostenible de los recursos acuáticos por tal motivo merece más reconocimiento por parte de los actores públicos y de la sociedad en general (Paul A. Vam Damme, 2016).

La provincia de El Oro se caracteriza por ser netamente agrícola y pecuaria lo que ha generado impacto positivo en la economía de los cantones donde se desarrolla, sin embargo, su producción sigue siendo empírica, lo que aumenta la probabilidad de contaminación de los diferentes sectores donde se encuentran ubicados (Vite & Vargas, 2018). El crecimiento económico producto de las actividades orientadas a la agricultura, ganadería y especies marinas ha apalancado el desarrollo de los cantones donde se los realiza, sin embargo existe una brecha importante en el costo beneficio sobre el medio ambiente.

### Impactos generados de aguas residuales

Las actividades que realiza el ser humano tienen como consecuencia una fuente de desechos. Concretamente en centros urbanos, las aguas residuales provenientes de fuentes domésticas e industriales pueden ser nocivas (Beltrán-

Heredia y Sánchez-Martín, 2009) y deben ser tratadas adecuadamente con el fin de minimizar efectos para el medio ambiente y la salud de una población. (Koivunen et al., 2003).

El creciente desarrollo industrial ha conducido a un deterioro ambiental de los recursos hídricos en el mundo y al surgimiento de inconvenientes sanitarios y enfermedades asociadas al consumo de agua que afectan a comunidades enteras. Se estima que el 80% de las enfermedades existentes en países en vía de desarrollo son causadas por un abastecimiento de agua deficiente (World Health Organization, 2012)

Un tratamiento adecuado de las aguas residuales es de vital importancia para garantizar la disponibilidad a largo plazo del recurso agua. (Llano, Cardona, Ocampo, & Ríos, 2014). El arsénico pertenece a las 10 sustancias químicas que la OMS declara como alarmantes para la salud pública. En la actualidad, el límite establecido para la concentración de arsénico en el agua potable es de 10 µg/l, aunque este valor es considerado provisional debido a las dificultades de medición.

La OMS precisa adicionalmente respecto a los efectos a largo plazo del consumo del arsénico inorgánico en niveles superiores a los permisibles (por ejemplo, por medio del consumo de agua y alimentos contaminados) se observan principalmente en la piel e incluyen cambios de pigmentación, lesiones cutáneas y durezas y callosidades en las palmas de las manos y las plantas de los pies (hiperqueratosis). Estos efectos se producen al mantener una exposición mínima de aproximadamente cinco años y pueden incurrir en contraer cáncer de piel. (Larios, Gonzales, & Morales, 2015)

### **Importancia del cuidado del Estuario frente a contaminantes de aguas servidas**

Los estuarios actúan como sustanciales sumideros y transformadores de nutrientes transportados desde el continente hacia el mar, por lo cual cuidar dicho ecosistema es una ardua tarea, la contaminación que provocan las aguas servidas o residuales a este tipo de ecosistemas se dan producto de la contaminación fecal que incorporan muchas veces estas aguas ya que incorpora microorganismos patógenos provenientes de personas o animales, enfermos o portadores y la potencial transmisión a los habitantes cercanos.

Debido a esto control sanitario de riesgos microbiológicos es de suma importancia y constituye una herramienta de prevención básica para el mantenimiento de un grado de salud idóneo en la población. La bacteria *E. coli* es manejada tradicionalmente como indicador de contaminación fecal. Se asume que su actuar es parecido al de otras bacterias de origen fecal cuando son liberadas al medio (Jeng et al. 2005).

Su detección en el ambiente advierte sobre la posible presencia de microorganismos patógenos intestinales, generando riesgo higiénico-sanitario para los habitantes que utilicen las aguas con diferentes propósitos. La

*Salmonella* spp., es una bacteria patógena intestinal de trascendencia y se halla con frecuencia en vertidos de granjas, en las aguas residuales humanas. Los organismos del género *Salmonella* spp., generados por las heces de animales pueden preservarse en pastos y aguas, con lo que representa la probabilidad de infectar a otros animales. (Streitenberger & Baldini, 2016)

Por ende, es importante el análisis de varios parámetros que permitan establecer la calidad de agua que se transporta en las diferentes cuencas hidrográficas, en tal virtud se detallan para el estudio las siguientes:

### **PH**

La acidificación antropogénica de ríos y lagos puede causar diversos efectos adversos en plantas y animales acuáticos. En muchos casos se ha observado una disminución drástica de las poblaciones de invertebrados y peces, especialmente de crustáceos, gasterópodos y salmónidos.

La acidificación de ríos y lagos puede alterar procesos microbianos que son importantes para el reciclaje de nutrientes y el funcionamiento del ecosistema: cesación del proceso de nitrificación y estimulación del proceso de desnitrificación (Rudd et al., 1988); suspensión del proceso de fijación (Schindler, 1988); reducción del proceso de descomposición de la materia vegetal, con cambios en la calidad y disponibilidad de alimento para los invertebrados acuáticos. (Camargo and Alonso 2007)

### **Metales Pesados: Hierro, Plomo, Cadmio, Mercurio**

Los metales pesados son sustancias que se encuentran en la naturaleza de peso molecular alto, los mismo que se encuentran dispersos y en la mayoría de los casos muy útiles, como, por ejemplo, el plomo que se utiliza mucho para tubería, y el cadmio. Centrándonos ya en la contaminación, los metales pesados poseen consecuencias en la salud y afectan diversos órganos. La Contaminación a nivel de los ríos, estuarios y lagos, aqueja de forma directa a la fauna. El problema radica en que su efecto es silencioso, no se ve con facilidad, y cuando nos percatamos del daño ocasionado, ya es tarde generando peligros para la salud y diversidad de los ecosistemas. (Pamela, Ledezma, Pedro, & Revilla, 2009)

### **Matriz de Leopold**

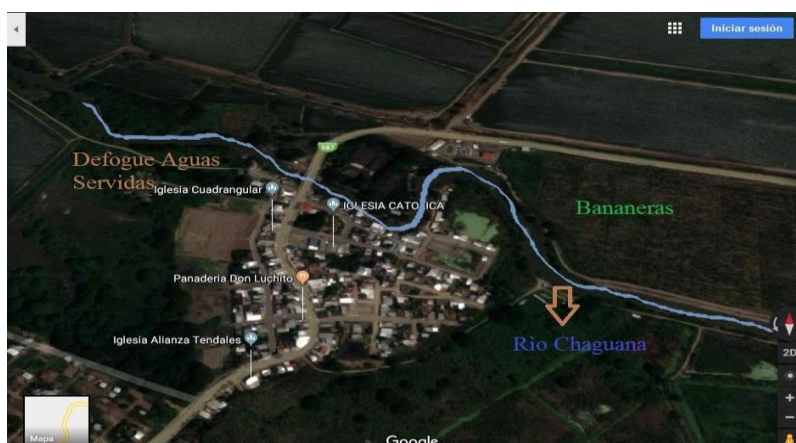
En la realización de una valoración de impacto ambiental es importante aplicar la matriz Leopold que sirve para proporcionar declaraciones de impacto ambiental e identificar el impacto de mayor grado sea positivo o negativo dependiendo de las acciones de una actividad sobre el medio ambiente. (Hai, Gobin, & Hens, 2014). “Una matriz de impacto ambiental y la actividad de su elaboración tiene que ser formada por causas y efectos” Asadollahfardi & Asadi, 2018)

La parroquia Tendales, se encuentra ubicada en la Provincia de El Oro, Cantón El Guabo limitándose al NORTE con el río siete, por el oriente lindero con la

hacienda María Teresa con la hacienda San Antonio de Pagua, Filadelfia siguiendo aguas abajo por el Chaguana hasta el sitio El Triunfo o Naranjo. SUR: Triunfo o Naranjo al sitio la Bocana en línea recta hasta el caserío de Bajo Alto. OCCIDENTE: la costa sobre el Océano Pacífico desde el Río Siete, límite con la Provincia del Guayas hasta Bajo Alto, el río desemboca al océano Pacífico llegando en la isla La Puntilla.

El río se convierte en un estuario de agua dulce en mareas bajas y aguas salobres en marea alta, en cuanto a la flora y fauna que alberga este ecosistema hay una gran y variedad de especies de peces y aves al mismo tiempo el poseer manglares lo constituye en un hábitat ideal para crustáceos y aves exóticas.

En la figura 1, se aprecia el recorrido del Río Chaguana al momento de pasar por la parroquia Tendales, el cual se encuentra cercano a los cultivos de banano, camaroneras, además es el lugar donde se realiza el desfogue de aguas servidas de la parroquia.



**Figura 1:** Recorrido del Río Chaguana en la zona de la parroquia Tendales

**Fuente:** Google Maps.

El Impacto ambiental generado por la producción bananera y aguas servidas sobre el río Chaguana y su incidencia en la producción pesquera de la parroquia Tendales y las actividades agropecuarias en zonas de recarga acuífera pueden contaminar aguas superficiales, subterráneas y disminución de especies, dependiendo de muchos factores entre ellos la permeabilidad del suelo. La gran mayoría de los plaguicidas aplicados en plantaciones son causa principal de contaminación del agua ya sea por el desecho de envases vacíos, lavado de equipo o derrames accidentales (Abarca Monge & Mora Brenes, 2007).

Durante los últimos años la población pesquera de la parroquia Tendales se ha visto afectada por las decrecientes pescas que tienen, lo cual afecta la economía de estas familias, por tanto, se plantea como objetivo, identificar el impacto ambiental de mayor incidencia en la contaminación del Río Chaguana y aportar

medidas para minimizar el impacto generado, además de puntualizar cuáles han sido los cambios más relevantes que se han dado durante los últimos años en la diversidad de especies nativas del río.

Es importante determinar las externalidades que afectan la economía de las poblaciones, así como también la valoración de impactos ambientales que afectan las actividades productivas y degradan nuestro ecosistema, donde existen muchas familias que subsisten gracias a la actividad pesquera.

La presente investigación es de tipo no experimental transversal de tipo descriptiva en la cual se aplicó la entrevista la cual es una técnica directa e interactiva de recolección de datos, con una intencionalidad y un objetivo implícito dado por la investigación, la entrevista permite obtener información de forma oral y personalizada sobre acontecimientos vividos y aspectos subjetivos de los informantes en relación con la situación que se está estudiando” (Folgueiras, 2009). Con frecuencia la entrevista se complementa con otras técnicas. (Díaz-Bravo, Torruco-García, Martínez-Hernández, & Varela-Ruiz, 2013). La entrevista fue aplicada a los pescadores artesanales con el objeto de identificar la incidencia de la contaminación en la actividad pesquera y a través del estudio de parámetros relacionados se obtuvo el PH, amonio, hierro, cadmio, mercurio y plomo, además de manera descriptiva y observacional se aplicó la Matriz de Leopold.

Para el análisis de agua se tomaron 2 muestras el 17 de junio del 2019 una muestra cerca de la descarga de agua servida y la otra cerca de la producción bananera el método que utilizo el laboratorio UBA Analytical laboratorios para el análisis de metales pesados en el agua fue el “método de absorción atómica” que es uno de los procesos analíticos usados para la determinación de trazas de elementos inorgánicos como Ca, Cu, Fe y Pb debido a su alta selectividad, sensibilidad, y la posibilidad de ser ajustada al análisis directo con una mínima preparación de muestra.(Carmen, 2010)

Para analizar metales como hierro, plomo, cadmio, mercurio y amonio, cuyos resultados fueron contrastados con los rangos que establece La Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes: Recurso Agua Del Libro VI Anexo Uno el Libro VI anexo uno del ECUADOR para estuarios.

### **Matriz de Leopold**

Se aplicó una matriz de Leopold para determinar qué impacto ha generado la producción bananera y aguas servidas al río Chaguana de la parroquia Tendales, cantón el Guabo.

La matriz constó de columnas y filas donde las columnas son las condiciones ambientales o posibles causas y las filas los efectos provocados por dicha actividad en el lugar que afectan actividades socioeconómicas de los habitantes y se procedió a realizar el método descriptivo para analizar los impactos observados y así describir en qué situación se encuentra el río Chaguana.



La matriz aplicada se estructuró de la siguiente manera; lo que corresponde a actividades antrópicas para medir la magnitud: modificación de la flora y fauna endémica, uso de agua no tratadas por actividades productivas, agroquímicos, descarga de aguas servidas, tratamiento de aguas residuales, acumulación de residuos sólidos; en los parámetros para medir la importancia: calidad de agua, pérdida de biodiversidad, pérdida de ecosistemas, pesca, salud ingreso; los mismo que serán ponderados con una valoración de (0-10).

La matriz resultado es a través del producto con los valores de magnitud e importancia de cada impacto. Una puntuación de 0-35 se considera pequeña intensidad, intensidad media 36-65 y 66-100 de gran intensidad. (Gomes, Carlos, Pessoa, Santana, & Cruz, 2018)

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

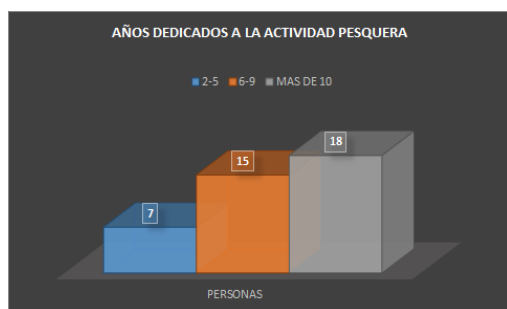
La se aplicó una entrevista semi estructurada a los socios de la cooperativa de pesca, la misma que se conforma por 40 miembros y lleva más de 20 años como tal. Ellos comentaron sus inquietudes por la falta de preocupación por la conservación del río Chaguana.

Durante la entrevista realizada, se habló con los pescadores sobre el tiempo que llevan desarrollando esta actividad, si consideran que las faenas han aumentado o disminuido en relación a los últimos 5 años la según su punto, cuáles son las especies nativas de peces que existen en el Rio Chaguana y que han desaparecido considerablemente y cuál cree usted que es la mayor fuente contaminación del Rio Chaguana si la producida por la actividad bananera o la provocada por el desagüe de aguas servidas, además de indagar si con sus ingresos provenientes de la pesca les alcanza para cubrir sus necesidades básicas.

## **RESULTADOS**

En base a las entrevistas realizadas a los miembros de la asociación de pescadores artesanales del río Chaguana se obtuvo la información siguiente, referente a los aspectos ambientales y económicos que ellos consideran de mayor relevancia, como lo muestra los siguientes gráficos:





**Gráfico 1:** Años dedicados a la Actividad pesquera

**Fuente:** Autores.

En el gráfico 1, se indica que de los 40 socios de la Cooperativa de Pescadores artesanales de la parroquia Tendales la mayor parte de ellos lleva más de 10 años realizando la actividad pesquera.



**Gráfico 2:** Punto de vista de los pescadores sobre su actividad pesquera

**Fuente:** Autores.

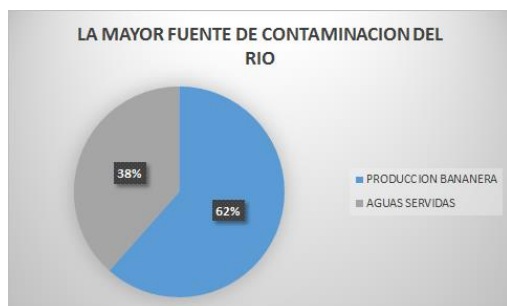
En el gráfico 2, se muestra que el 90% de los pescadores asegura que la pesca en el Río Chaguana ha disminuido en los últimos 5 años.



**Gráfico 3:** Disminución de Especies Nativas

**Fuente:** Autores.

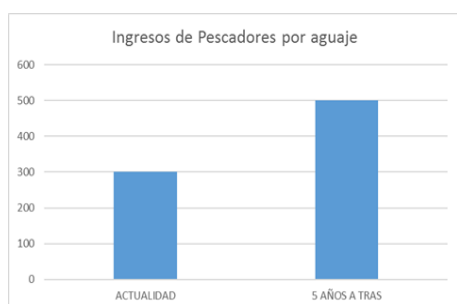
En el grafico 3, se muestra que el 100% de los pescadores encuestados asegura que han desaparecido las especies nativas del río.



**Gráfico 4:** Mayor fuente de contaminación del Río Chaguana.

**Fuente:** Autores.

En la figura 4, La fuente de contaminación del Río Chaguana más significativa es la provocada por la actividad Bananera, debido al uso de pesticidas producto del banano convencional.



**Gráfico 5:** Ingreso promedio de Pescadores por aguaje.

**Fuente:** Autores.

En el grafico 5, Según los datos obtenidos por los pescadores, ellos estiman que hace 5 años atrás ellos percibían 500 dólares aproximadamente por aguaje, mientras que en la actualidad obtienen aproximadamente 300 dólares por aguaje, lo cual evidencia una disminución de sus ingresos en un 60%.

Como otro dato importante se obtuvo que de acuerdo con lo expresado por los pescadores del sector las especies que ya no se encuentran en la misma cantidad que hace 5 años e incluso algunas de estas ya han desaparecido encontramos a: chame, bagre, vaca, róbalo, roncador, dica, ratón, lisa, guachinche, dama. por lo cual ellos expresan su preocupación ante la contaminación de las aguas.

**Tabla 1:** Matriz de Leopold

Actividad antrópica Parámetros	Modificación de flora y fauna endémica	Uso de agua no tratada por actividades productivas	Agroquímicos	Descarga de aguas servidas	Tratamiento de aguas residuales	Acumulación de residuos sólidos	Total
Calidad de agua	-8 9	-7 10	-4 8	-10 10	-10 10	-6 8	-45 55
Pérdida de biodiversidad	-7 9	-6 9	-8 10	-8 8	-7 8	-10 10	-46 54
Pérdida de ecosistema	-10 10	-8 9	-10 10	-8 8	-1 10	-8 9	-45 56
Pesca	-10 10	-10 10	-10 10	-8 9	-7 9	-10 10	-55 58
Salud	0 0	-10 10	-10 10	-10 10	-6 7	-5 6	-41 58
Ingresos	-9 9	-8 7	0 0	0 0	5 5	0 0	-22 16

**Fuente:** Autores.

La importancia de puntuación de causas y efectos ayuda a identificar la medida en que las diferentes actividades socioeconómicas se ven afectadas. En relación a la matriz de Leopold se analizaron los resultados de análisis de agua en metales pesados y entrevistas a los pescadores y se concretó que el impacto que causa mayor afectación es la descarga de aguas servidas y se lo categoriza en la matriz como un impacto de media intensidad con un promedio de 55.

La matriz resultado es a través del producto con los valores de magnitud e importancia de cada impacto. Una puntuación de 0-35 se considera pequeña intensidad, intensidad media 36-65 y 66-100 de gran intensidad. (Gomes, Carlos, Pessoa, Santana, & Cruz, 2018).

### Análisis de agua

**Tabla 2:** Resultados de análisis de agua rio Chaguana Tendales-El Guabo: Muestra 1

<b>MUESTRA 1-CERCA DE LA SALIDA DE AGUAS SERVIDAS HORA: 2:27 PM</b>	
<b>PARÁMETROS</b>	<b>RESULTADOS</b>
PH	8.1
TEMPERATURA	26.3 °C.
SALINIDAD	0%
AMONIO	0.25 ppm (mg/l)

**Fuente:** Datos tomados de análisis.

En la tabla 2, se muestran los resultados de los parámetros de Ph, temperatura, salinidad, amonio de la muestra 1, que fue tomada cerca de la salida de aguas servidas de la parroquia. Un dato relevante es la presencia de Amonio en el agua específicamente en la muestra tomada cerca de la salida de aguas servidas.

**Tabla 3:** Resultados de análisis de agua rio Chaguana Tendales-El Guabo: Muestra 2

PARÁMETROS	RESULTADOS
PH	7.8
TEMPERATURA	26.1 °C.
SALINIDAD	0%
AMONIO	0. ppm (mg/l)

**Fuente:** Datos tomados de análisis.

En la tabla 3, se muestran los resultados de los parámetros de Ph, temperatura, salinidad, amonio de la muestra 2, que fue tomada cerca del sector bananero de la parroquia.

**Tabla 4:** Análisis de metales pesados

PARÁMETROS	MÉTODOS	RESULTADOS
HIERRO(Fe)	AOAC 965.09 (Absorción Atómica)	<5.0 %
PLOMO (Pb)	AOAC 972.25 (Absorción Atómica)	<1.25 mg/Kg
CADMIO (Cd)	AOAC 973.32 (Absorción Atómica)	<1.25 mg/Kg
MERCURIO (Hg)	EPA 3050-B (Absorción Atómica)	<0.55 mg/Kg

**Fuente:** Datos tomados de análisis.

En la tabla 4, se observa que los parámetros Fe, Pb, Cd, Hg también se encuentran dentro de los límites de cuantificación.

De manera general, las concentraciones de los metales pesados se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles de la Norma De Calidad Ambiental y De Descarga De Efluentes: Recurso Agua Del Libro VI Anexo Uno del ECUADOR. Así, las concentraciones de Fe se encuentran al límite de los valores permisibles a diferencia de los resultados en el río Concepción obtuvo un 11%.

En cada país existen diferentes valores máximos permisibles para agua, ya sea para descargas a un cuerpo de agua dulce, al sistema de alcantarillado, consumo humano y estuarios, en el río Chaguana se analizaron metales pesados como hierro, plomo, cadmio, amonio, mercurio en dos lugares diferentes tomando una muestra por lugar para comprobar donde existe mayor presencia de los mismos y establecer que muestra genera mayor impacto ambiental, según los límites permisibles en estuarios de Ecuador los valores presentes en los metales mencionados se encuentran dentro del rango, excepto

la presencia de amonio con 0.25 ppm (mg/l) donde los límites permisibles indican que debe ser 0.02 ppm(mg/l), se considera en un grado de contaminación leve.

En comparación de los tramos del río Chaguana, el resultado de la muestra cerca de la bananera no existió presencia de amonio a diferencia del que se localiza cerca de las aguas servidas donde se encontraron valores significativos en referencia a las normas aplicadas.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a La Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes: Recurso Agua Del Libro VI Anexo Uno del ECUADOR se analizaron los valores máximos permisibles para agua de estuarios, en la información obtenida de las dos muestras del río se estudiaron los metales pesados; hierro, plomo, cadmio mercurio y amonio los mismos que son relativamente normales excepto la presencia de amonio de la muestra tomada cerca de la salida de aguas servidas del río lo cual, aunque no es en gran cantidad representa peligro para los alevines y peces en etapa de reproducción, esto puede significar contenido de bacterias fecales y patógenos en el agua como resultados de las mismas sin embargo el pH es de 8.1 y está dentro de lo normal con un nivel ligeramente alcalino, y el pH tomada cerca de la zona bananera es normal con un pH de 7.1. Por lo cual se concluye que el impacto de mayor incidencia es el provocado por la descarga de aguas servidas debido a la presencia de amonio.

En la elaboración de la matriz de Leopold se analizaron los resultados de análisis de agua en metales pesados y entrevistas a los pescadores y se concretó que el impacto que causa mayor afectación es la descarga de aguas servidas y se lo categoriza en la matriz como un impacto de media intensidad.

Durante los últimos 5 años según las entrevistas realizadas a los 40 miembros de la cooperativa de pesca artesanal perteneciente a la parroquia Tendales se manifiesta que la especies tales como el chame (***Dormitatos latinfrons***), bagre(***Siluriformes***), pez vaca (***Hypoplectrus***) , róbalo(***Centropomidae***), roncadador(***Haemulidae***), dica(***Characidium caucanus***), lisa(***Mugil cephalus***), dama(***Rhincodon typus***) han disminuido y algunas de ellas desaparecido provocando una disminución de sus faenas y una reducción de sus ingresos en un 60% aproximadamente.

Como medida de mitigación del impacto podemos sugerir la creación de un sistema de tratamiento efectivo de aguas residuales con filtros naturales; el cultivo de plantas acuáticas filtradoras y purificadoras como; jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*). La repoblación de especies nativas del río Chaguana, para mejorar las faenas y situación económica de los pescadores artesanales y finalmente la elaboración de un estudio más exhaustivo para identificar más parámetros que podrían estar alterados en cuanto a la calidad de agua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asadollahfardi, G., & Asadi, M. (2018). The comparison of a revised Leopold matrix and fuzzy methods in environmental impact assessment, a case study: The construction of Al-A'miriya residential complex, Baghdad, Iraq. *Environmental Quality Management*, 27(4), 115–123. <https://doi.org/10.1002/tqem.21560>

Abarca Monge, S., & Mora Brenes, B. (2007). Contaminación del agua\*. *Revista Biocenosis*, 20, 1–3.

Bankole, M. T., Abdulkareem, A. S., Mohammed, I. A., Ochigbo, S. S., Tijani, J. O., Abubakre, O. K., & Roos, W. D. (2019). Selected Heavy Metals Removal From Electroplating Wastewater by Purified and Polyhydroxylbutyrate Functionalized Carbon Nanotubes Adsorbents. *Scientific Reports*, 9(1), 1–19. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37899-4>

Camargo, J. A., & Alonso, A. (2007). Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático. *Revista Ecosistemas*, 16(2), 98–110. <https://doi.org/10.7818/457>

Carmen, M. (2010). Determinacion de Ca, Cu, Fe y Pb por espectrofotometría de absorcion atomica en aguardientes de caña. *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar*, 44(0138-6204), 3-6.

Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M., & Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación En Educación Médica*, 2(7), 162–167. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72706-6](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72706-6)

Fernández-Miguel, C., & Vázquez-Taset, Y. (2006). Origen de los nitratos y nitritos, su influencia en la potabilidad de aguas subterráneas. *Minería y Geología*, 22(3), 1–9.

Gomes, E. P., Carlos, F., Pessoa, L., Santana, L. R., & Cruz, J. S. (2018). Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ Avaliação da Degradação Hídrica na Bacia Hidrográfica Tocantins Araguaia Assessment of Water Degradation in the Hydrographic Basin Tocantins Araguaia, 41, 503–513. [http://dx.doi.org/10.11137/2018\\_3\\_503\\_513](http://dx.doi.org/10.11137/2018_3_503_513)

Hai, L. T., Gobin, A., & Hens, L. (2014). Uncovering causes and effects of desertification using a Leopold matrix in Binh Thuan Province, Vietnam. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, 12(1), 57–67. <https://doi.org/10.1080/10042857.2014.883052>

Larios, F., Gonzales, C., & Morales, Y. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Revista de La Facultad de Ingeniería de La USIL, 2(2), 09-25. Retrieved from <http://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>

Llano, B. A., Cardona, J. F., Ocampo, D., & Ríos, L. A. (2014). Tratamiento fisicoquímico de las aguas residuales generadas en el proceso de beneficio de arcillas y alternativas de uso de los lodos generados en el proceso. Información Tecnológica, 25(3), 73–82. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000300010>

Streitenberger, M. E., & Baldini, M. D. (2016). Aporte de los afluentes a la contaminación fecal del estuario de bahía blanca, argentina. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 32(2), 243–248. <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.02.10>

Pamela, K., Ledezma, R., Pedro, C., & Revilla, E. (2009). CONTAMINACIÓN POR METALES. Revista Científica Ciencia Médica, 12, 45-46.

Paul A. Vam Damme, M. A. (2016). Intercambio de experiencias sobre la pesca artesanal entre países de Africa y America del Sur. Union internacional para la conservacion de la naturaleza, Cochabamba. Obtenido de [https://issuu.com/pecesparalavida/docs/importancia\\_de\\_la\\_pesca\\_artesanal\\_dç](https://issuu.com/pecesparalavida/docs/importancia_de_la_pesca_artesanal_dç)

Vite, H., & Vargas, O. (2018). Ganadería de precisión en la provincia de El Oro. Diagnóstico situacional. Espirales revista multidisciplinaria de investigación, 2(17). Recuperado de <http://www.revistaespirales.com/index.php/es/article/view/263>