



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Eficiencia del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu en el sector Shango, Moyobamba 2019”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Ambiental**

**AUTORES:**

Araujo Rojas Greys Esthefany (ORCID: 0000-0002-5216-714)

Lucana Pintado Raquel (ORCID: 0000-0001-6738-2128)

**ASESOR:**

Ing. Karina Milagros Ordoñez (ORCID: 0000-0002-5957-2447)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**MOYOBAMBA - PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA:**

A Félix Lucana Góngora, mi padre, quien con su amor y disciplina forjó mi personalidad y mi carácter, quien con su ejemplo y sus consejos me inculcó buenos valores, los mismos que hoy intento transmitir a los míos. Para ti padre amado, esperando siempre que desde allá donde estás sigas guiándome y te sientas orgulloso de mis logros.

*Raquel Lucana Pintado.*

En primer lugar, debo agradecer a Dios y a mis padres por darme la vida, por estar siempre a mi lado apoyándome a seguir hacia adelante, brindándome su amor, confianza y fortaleza.

A mi madre Lucila Rojas Lavi, por ser una madre abnegada, por cuidarme y desearme todo lo mejor para mi vida, y por el apoyo incondicional que me brinda.

A mi padre Segundo Juan Araujo Cercado, por ser un padre ejemplar, brindándome sus consejos sabios para salir adelante con mis metas trazadas.

A mi hermano Franklin Araujo Rojas, por brindarme su apoyo en los momentos más difíciles con sus consejos y enseñanzas que encaminan mi carrera profesional.

Dedico también a cada docente por la paciencia, y la orientación brindada para así lograr este presente trabajo.

*Greys Esthefany Araujo Rojas*

## AGRADECIMIENTO

A mi madre, Ethel Bertila Pintado Ramírez, por su incansable, desmedido y desinteresado apoyo, ya que sin eso no habría podido avanzar; a mis hijos Sebastián y Gía por perdonar y entender los días y noches sin mí y a mi compañero de vida José Hernán López Bocanegra por ser quien me impulsa para continuar y no me deja retroceder.

*Raquel Lucana Pintado.*

Manifiesto, el debido respeto y agradecimiento a cada uno de los docentes por brindarnos sus enseñanzas en cada uno de los procesos de este trabajo, agradecerles por su gran aporte y sus grandes consejos que me han ayudado durante el desarrollo de mi tesis, y que van a servir para el futuro de mi carrera profesional.

*Greys Esthefany Araujo Rojas*

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	2
Agradecimiento.....	3
Acta de aprobación de la tesis.....	4
Declaratoria de autenticidad.....	5
ÍNDICE.....	7
Índice de tablas.....	9
Índice de gráficos.....	10
Resumen.....	11
Abstract.....	12
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>31</b>
2.1. Tipo de diseño.....	31
2.2. Operacionalización de variables.....	32
2.3. Población, muestra y muestreo.....	36
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
2.5. Validez.....	37
2.6. Confiabilidad.....	37
2.7. Métodos de análisis y procesamiento de datos.....	38
<b>III.</b>	
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
3.1. Análisis físico químico y microbiológico de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu – pre tratamiento.....	41
3.2. Análisis físico químico y microbiológico de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu – post tratamiento.....	44
3.3. Evaluación de la eficiencia del jacinto de agua ( <i>Eichhornia crassipes</i> ) para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu....	50
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>58</b>
<b>V.</b>	
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>59</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>60</b>

<b>VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°1 Mecanismos de remoción de contaminantes artificiales.....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla N° 2 Tabla N° 2 Límites máximos Permisibles de efluentes de PTAR de aguas residuales domésticas.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla N° 3 Aplicación de Tratamientos T1, T2 y T3.....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla N° 4 Operacionalización de Variables.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla N° 5 Instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla N°6 Resultados de análisis de parámetros; pH, turbiedad, DBO<sub>5</sub>, C.T.,C.F., Escherichia coli.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla N°7 Resultados de análisis de parámetros pH, turbiedad, DBO<sub>5</sub>, C.T.,C.F., Escherichia coli – post tratamiento.....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE GRAFICOS

<b>Gráfico N° 1 Tratamientos.....</b>	<b>40</b>
<b>Gráfico N° 2 Comparación del parámetro pH de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu con los LMP.....</b>	<b>41</b>
<b>Gráfico N° 3 Comparación del parámetro Turbiedad de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu con los LMP.....</b>	<b>42</b>
<b>Gráfico N° 4 Comparación del parámetro DBO<sub>5</sub> de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu con los LMP.....</b>	<b>42</b>
<b>Gráfico N° 5 Comparación del parámetro Coliformes totales de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu con los LMP.....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfico N° 6 Comparación del parámetro Coliformes fecales de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu con los LMP.....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfico N° 7 Comparación del parámetro Escherichia Coli de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu con los LMP.....</b>	<b>44</b>
<b>Gráfico N° 8 Medición de pH en los tratamientos T1, T2 y T3.....</b>	<b>45</b>
<b>Gráfico N° 9 Medición de Turbiedad en los tratamientos T1, T2 y T3.....</b>	<b>46</b>
<b>Gráfico N° 10 Medición de DBO<sub>5</sub> en los tratamientos T1, T2 y T3.....</b>	<b>47</b>
<b>Gráfico N° 11: Medición de Coliformes totales en los tratamientos T1, T2 y T3.....</b>	<b>48</b>
<b>Gráfico 12: Medición de Coliformes fecales en los tratamientos T1, T2 y T3.....</b>	<b>49</b>
<b>Gráfico 13: Medición de Escherichia coli en los tratamientos T1, T2 y T3.....</b>	<b>50</b>
<b>Gráfico N° 14: % de eficiencia de tratamientos: T1, T2 Y T3.....</b>	<b>51</b>
<b>Gráfico N° 15: % de eficiencia de tratamientos: T1, T2 Y T3.....</b>	<b>52</b>
<b>Gráfico N° 16: % de eficiencia de tratamientos: T1, T2 Y T3.....</b>	<b>53</b>
<b>Gráfico N° 17: % de eficiencia de tratamientos: T1, T2 Y T3.....</b>	<b>54</b>
<b>Gráfico N° 18: % de eficiencia de tratamientos: T1, T2 Y T3.....</b>	<b>55</b>
<b>Gráfico N° 19: % total de eficiencia de tratamientos: T1, T2 Y T3 de los parámetros turbiedad, DBO, Coliformes totales, coliformes fecales y Escherichia coli.....</b>	<b>56</b>

## RESUMEN

El presente trabajo busca evaluar la eficiencia del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019. La metodología es de tipo aplicada, de diseño pre experimental. Para el desarrollo se hizo un recorrido a lo largo de la quebrada para determinar el lugar en que se tomarían las muestras de agua, siendo el área escogida la parte baja del sector Shango, en el cruce del Jr. Charhuayacu y Jr. Miraflores con coordenadas UTMWGS Este: 280710; Norte: 9332293. También se recolectó las plantas de jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) de la laguna Burrucucha, ubicada en el centro poblado San Miguel de la Florida del distrito de Yantaló; los individuos de esta especie fueron lavados y colocados en tinajas de plástico que contenía agua de la quebrada para su adaptación a la misma, este proceso duró 20 días. Además se construyó 3 tanques de agua cada uno para un tratamiento: T1, para el tratamiento con 10 individuos de jacinto de agua, T2 para el tratamiento con 20 individuos de jacinto de agua y T3 para el tratamiento con 30 individuos de jacinto de agua; una vez listos todos los elementos necesarios se procedió a recolectar las muestras de agua, un total de 450 litros de agua residual doméstica, esta agua residual fue depositada en los tanques de madera; para luego colocar en los mismos las plantas de jacinto de agua, previamente se extrajo una muestra del agua de la quebrada, para ser analizada antes de ser tratada y finalmente se tomó 2 muestras más de cada Tratamiento, siendo un total de 7 muestras, las mismas que fueron analizadas en los diferentes parámetros y evaluadas para determinar el porcentaje de eficiencia de la planta en estas aguas, concluyéndose que las plantas son eficientes para la remoción de los parámetros en estudio, llegándose a disminuir las concentraciones de estos parámetros al límite que los LMP indican.

Palabras clave: Agua residual, eficiencia, macrófitas, tratamiento, jacinto de agua, remoción, LMP.

## ABSTRACT

The present work seeks to evaluate the efficiency of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) for the treatment of domestic wastewater from the Charhuayacu gorge, Shango sector, Moyobamba 2019. The methodology is applied, pre-experimental design. For the development, a tour along the ravine was made to determine the place where the water samples would be taken, the chosen area being the lower part of the Shango sector, at the intersection of Jr. Charhuayacu and Jr. Miraflores with coordinates UTMWGS East: 280710; North: 9332293. Water hyacinth plants (*Eichhornia crassipes*) were also collected from Burrucucha lagoon, located in the San Miguel de la Florida town center of Yantaló district; Individuals of this species were washed and placed in plastic tubs that contained water from the creek for adaptation to it, this process lasted 41 days. In addition, 3 water tanks were built each for a treatment: T1, for the treatment with 10 individuals of water hyacinth, T2 for the treatment with 20 individuals of water hyacinth and T3 for the treatment with 30 individuals of water hyacinth ; Once all the necessary elements were ready, the water samples were collected, a total of 450 liters of domestic wastewater, this wastewater was deposited in the wooden tanks; To then place the water hyacinth plants in them, previously a sample of the water was extracted from the stream, to be analyzed before being treated and finally 2 more samples of each Treatment were taken, being a total of 7 samples, same that were analyzed in the different parameters and evaluated to determine the percentage of efficiency of the plant in these waters, concluding that the plants are efficient for the removal of the parameters under study, however for a matter of time it could not be reduced the concentrations of these parameters to the limit that the LMP indicate.

Keywords: Wastewater, efficiency, macrophytes, treatment, water hyacinth, removal, LMP.

## **I. INTRODUCCIÓN:**

Para plantearnos la problemática, tenemos que tener en cuenta que, el rápido aumento de las metrópolis, en todo el mundo, acarrea consigo un sinnúmero de problemas, solo por nombrar algunos, un evidente y aligerado ampliación de la producción de residuos sólidos y de aguas negras. El vertido de estas aguas, sin ser tratadas, sigue siendo algo usual, más aún en países sub desarrollados, esto pasa por falta de la infraestructura, falta de tecnicismo, falta de financiamiento de las institucionales competentes. La mayoría de las aguas cloacales, no son recolectadas y menos tratadas antes de su liberación al medio ambiente, probablemente que más del 90 % de las estas aguas son liberadas a su disposición final sin haber sido tratadas debidamente, contaminando ríos, lagos y mares. (WWAP, 2012; ONU AGUA 2015, ONU 2010). En el Perú se genera dos millones doscientos diecisiete mil novecientos cuarenta y seis metros cúbicos aproximadamente / día aguas residuales, las cuales se conducen a la línea de drenaje de las Empresas encargadas del saneamiento urbano (EPS). El treinta y dos por ciento de las mismas fueron tratadas. En nuestro país cada individuo genera ciento cuarenta y dos litros de aguas residuales a diario; solo la ciudad capital genera diariamente un aproximado de 1 202 286 m<sup>3</sup> de aguas servidas que son enviadas a las redes de desagüe de las Empresas encargadas de prestar servicios de saneamiento (EPS). Nada más el veinte por ciento de estas recibe un manejo adecuado. (Generación y tratamiento de aguas residuales por la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento (EPS) a nivel nacional, 2012). En la actualidad, en la localidad Moyobambina, las aguas servidas son expulsadas sin tratamiento previo al río Mayo, esto origina la contaminación de este importante río; el desfogue del desagüe de toda la ciudad se ubica al norte de Moyobamba, donde está acoplada a las orillas del río por un conducto. Este mismo panorama se ve en las quebradas y pequeños cuerpos de agua de la ciudad, los que son utilizados, como destino final de los residuos sólidos, además de ser usados como desagüe de aguas residuales domésticas. Tal es el caso de la quebrada Charhuayacu, fuente natural con una extensión de 5, 387 m lineales, que vive en constante contaminación por residuos sólidos y por aguas servidas, procedentes de las casas que se encuentran a lo largo de la quebrada; cuyos desagües no tienen conexión con la red local del sistema de desagüe. Tiene como puntos críticos la zona de la carretera F.B.T., Urb. Vista Alegre, Alfonso Ugarte,

Victoria Nueva, campo deportivo Atlético Belén; estas aguas en su parte más baja, cruzan los cultivos de arroz y las zonas de ganadería.

Frente a este panorama de contaminación aparece como alternativa de solución el tratamiento terciario, cuyo uso se da con la intención de aislar el material residual que queda del procedimiento de tratamientos con microorganismos, es decir biológicos, buscando contrapesar la contaminación existente en las aguas receptoras, o bien, alcanzar una calidad apropiada para ser reutilizadas. (Vaca, Magdaleno, Sosa, Monroy, & Jiménez, s.f.). Se afirma que el proceso de fitorremediación es una alternativa sostenible y que requiere de poco presupuesto para la recuperación de ambientes degradados por la presencia de sustancias provenientes de la naturaleza y las generadas y expulsadas por el hombre (Singh y Jain. 2003; Reichenauer y Germidda, 2008). La fitorremediación es en sí los procedimientos que, ya sea in situ o ex situ, reducen la cantidad de contaminantes que hacen variar de la composición del medio ambiente, esto a través de la acción de los microorganismos que están asociados a las plantas y a procesos de las mismas.

Tomando en cuenta que los tratamientos convencionales para las aguas residuales, tienen los costos elevados, los tratamientos acuáticos con plantas para la remediación de aguas son una buena opción para la descontaminación de aguas negras, la eliminación de organismos microscópicos y contaminantes físico químico, gracias a que su construcción, operación y mantenimiento, tiene costos que son sumamente bajos. En los sistemas con plantas macrófita, la remoción se consigue gracias a los procedimientos de sedimentación, absorción y remoción de partículas en suspensión y de material orgánico. Es así que, los procesos con las especies macrófita para descontaminar aguas residuales podrían ser opciones apropiadas, ya que, gracias a la presencia de microorganismos en sus raíces, se logra la asimilación de compuestos orgánicos contaminantes, tanto biodegradables y no biodegradables; así mismo se logra la remoción de nutrientes, metales y agentes patógenos. (García, 2012). La especie jacinto de agua "*Eichhornia crassipes*" se da en ecosistemas tropicales, forma parte de la familia Pontederiaceae, es una especie de agua que tiene la peculiaridad de flotar, que se caracteriza por depurar las sustancias tóxicas existentes en determinados tipos de agua. Su capacidad de crecimiento se puede dentro de las temperaturas de uno a cuarenta

grados centígrados, regularmente se extiende como tupidas sábanas, lo que origina una barrera que dificultan el ingreso de la luz solar para las plantas que se encuentran sumergidas. La presente investigación busca determinar la eficiencia del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para tratamiento de las aguas residuales domésticas de quebrada Charhuayacu, sector Shango, mediante la evaluación y comparación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de la quebrada Charhuayacu antes y después del tratamiento con la macrófita jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) ; para finalmente afirmar que el jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) es eficiente para tratar las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu.

Buscando tener información que nos sirva de referencia, se recolectaron trabajos previos, es así que Barros, (2018); en su estudio “Fitorremediación como opción para dar solución a la contaminación de aguas residuales con cargas de materiales pesado”; redacta como conclusión la importancia de resaltar las propiedades acumulativas de las especies que habitan en ecosistemas húmedos como *Eichhornia crassipes*, *Lemna minor* y *Azolla filiculoides*, las propiedades que se mencionan líneas arriba, hacen que estas plantas macrofitas sean ideales para su uso en procesos de fitorremediación. En este trabajo Barros también menciona y resalta que estas especies proliferan de manera acelerada y abundante, siendo este una causal de problemas de eutrofización en los ecosistemas en los que se desarrollan. También hace inca pie que el uso de estas plantas en procesos intensivos de fitorremediación da como resultado la solución a varios problemas ambientales presentes en cuerpos de agua. Por todo lo expuesto, se ha logrado demostrar que estos procesos eco amigables son una alternativa muy eficaz para ayudar a resolver los problemas ambientales existentes en Colombia, es ahí donde radica la importancia de prestarle más atención a estos procedimientos.

Así mismo Roldán y Álvarez (2002); Su investigación estuvo basada en estudios de eliminación de compuestos contaminantes con el uso de especies acuáticas en la fábrica de IMUSA S.A. que se encuentra en Colombia, en Rio negro – Antioquia ; para esta investigación colocaron canales con sembríos de la especie Macrófita *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua); lo que consiguieron como resultado fue la comprobación que esta especie es eficiente para la remediación de aguas que contienen varios agentes

contaminantes, que llegó a alcanzar más del noventa y siete por ciento de remoción en los metales pesados y poco más del noventa y ocho por ciento de partículas sólidas en suspensión, con estos datos concluyeron que el tratamiento con macrófita es una excelente alternativa ecológica y económicamente viable, que se puede implementar para la descontaminación de los efluentes municipales, para efluentes domésticos y/o industriales.

Por su parte Ayala, Calderón, Rascón, Gómez, Collazos, (2018); titularon su “Fitorremediación de aguas residuales domésticas utilizando las especies *Eichhornia crassipes*, *Nymphoides humboldtiana* y *Nasturtium officinale*”, en esta investigación llegaron a la conclusión de que las especies *Nymphoides humboldtiana* y *Eichhornia crassipes* son removedores excelentes de los contaminantes físico químicos y microbiológicos, la especie *Eichhornia crassipes* llegó a alcanzar una eficiencia promedio de remoción del 81.11%, así mismo la especie *Nymphoides humboldtiana* obtuvo el 80.71 % y la *Nasturtium officinale* en un 77.65%.

De igual forma Poma, (2014); realizó un estudio que llevó por nombre : “Estudio de los parámetros físico químicos para fitorremediar aguas con concentraciones de cadmio (II) y mercurio (II) con especie *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua); se llega a la conclusión de que la especie de Macrófita en estudio, es la especie grandemente idónea para su aprovechamiento en la remoción de cadmio (II) y mercurio (II) en aguas con presencia de agentes contaminantes, permitiendo realizar de manera óptima el proceso, teniendo finalmente excelentes resultados frente a la eliminación de los metales estudiados en este trabajo.

Hace lo propio Herrera, (2018); en su proyecto “Eficiencia de *Eichhornia crassipes* y *Lemna spp* nativas en humedales artificiales, remoción de sulfonato de alquilbenceno lineal, detergentes en aguas residuales domésticas, Moyobamba 2017”, esta investigación finaliza con la conclusión de que el uso las especies *Eichhornia spp* y *Lemna spp* para la descontaminación de las aguas residuales domésticas en humedales artificiales es eficiente, ya que este sistema tiene un costo de mantenimiento bastante bajo y permite alcanzar LMP establecidos por el MINAM en su intento por minimizar la contaminación ambiental existente en los cuerpos de agua.

Finalmente Perales, (2018); en la tesis sustentada a la que tituló “Tratamiento de aguas residuales domésticas por fitorremediación con *Eichhornia crassipes* en la zona rural del caserío Santa Catalina Moyobamba 2017”, obtiene como conclusión que la especie *Eichhornia crassipes* tiene un bajo costo de implementación y mantenimiento para este fin, por lo que se recomendó ampliar los estudios sobre el rendimiento de especies nativas para la descontaminación de residuos sólidos domésticos y peligrosos presentes en ambientes acuáticos, terrestres y aéreos.

En cuanto a las teorías relacionadas, debemos indicar los componentes que serán parte de esta investigación, iniciando con **El Agua:** este elemento es vital, que está presente en las del 70% de superficie terrestre, en todos los cuerpos de agua existentes. Sin ella sería imposible la vida, ayuda a regularizar el clima y es causante, cuando está en movimiento de la modelación del paisaje causando efectos en el clima. Los datos relatan que casi el 97,5% de agua del planeta forma los océanos, solo el 2,5% es de agua dulce. Podemos decir también que el 80% del agua dulce proviene de los cascos polares y la nieve y hielo de los glaciares; no podemos dejar de lado al agua subterránea que se encuentra conformando el 19 %; mientras que el agua que se encuentra en la superficie y es de rápido acceso solo representa el 1%. De este porcentaje de agua superficial el 52% lo hallamos en los lagos y el 38% en los humedales. Anualmente un aproximado de 505.000 m<sup>3</sup> de agua se evaporan de los océanos, esta agua regresa nuevamente a los océanos en forma de lluvia, por lo cual no se puede utilizar para el consumo terrestre. Se tiene conocimiento de que la precipitación por año en tierra firme es de 120.000 m<sup>3</sup>. A esto se le conoce como ciclo del agua o hidrológico; que se da gracias a la energía solar. Este ciclo es un conjunto de acontecimientos, la precipitación, el escurrimiento, la evapotranspiración y la infiltración.

**Deterioro de la calidad de Agua:** Es uno de los problemas ambientales más latentes que con el paso del tiempo se acrecienta sin poder ser controlado por las autoridades encargadas. Lo que ocasiona este deterioro en las reservas de agua salada y dulce, son los vertimientos libres provenientes de las aguas servidas y de las aguas residuales industriales, que casi siempre no fueron tratadas antes de ser enviadas, además de una práctica agrícola irresponsable. La contaminación de la atmósfera, la contaminación de suelos y sedimentos por la presencia de sustancias químicas, la extracción de aguas

provenientes del sub suelo, las actividades mineras y otras industrias de extracción, la intervención y deterioro y exterminio zonas pantanosas, también son factores que suman al daño de la calidad del agua. La contaminación microbiológica del agua, transmisión de enfermedades por medio del agua, extinción de ecosistemas acuáticos, deterioro de la salud humana, son consecuencias del deterioro del agua, estas características junto con la contaminación química ocasionan otra serie de reacciones como por ejemplo; el proceso de salinización ocasiona el descenso en la productividad de los suelos regados, así como también disminuye y/o se pierden las proteínas que los peces necesitan; además de deterioro de suelos producto de la erosión. Dicho esto, se podría considerar que casi todas las actividades tienden a contaminar el agua y esto imposibilita su uso para otras actividades. Es por este motivo que, el tratamiento de estas aguas es indispensable. Cabe mencionar que también la naturaleza también ocasiona problemas de contaminación, ya que las propiedades geoquímicas que se dan de modo natural liberan cantidades importantes de hierro reducido, arsénico, sales y flúor, estos elementos van a las aguas subterráneas, haciendo que no puedan usarse determinadas actividades. Si hablamos de volcanes, estos provocan todo tipo de deterioro en los ecosistemas acuáticos. Sin embargo, ninguna de las actividades de la naturaleza es más perjudicial para el medio ambiente que las actividades realizadas por los hombres frente a sus necesidades básicas y a sus necesidades económicas. (Pepper et al., 1996).

**Indicadores de calidad de agua:** Esto son las referencias que se debe tener en cuenta para medir la calidad del agua, tomando en cuenta el uso para el que se la requiere. Las referencias para determinar la calidad del agua, se han ido modificando a medida de las necesidades del uso varían. Los factores que se consideran en la calidad del agua son: físicos, químicos y biológicos. **Parámetros Físicos:** Son las características físicas (color, sabor y olor): incolora, inodora e insípida. El hecho que el agua tenga múltiples sabores, dependiendo de que zona del país sea, e que inclusive exista diferentes tipos de aguas minerales, nos revela la existencia de materia sólida en suspensión, sustancias disueltas o microorganismos. **Temperatura:** A mayor temperatura más probabilidades de presencia de microorganismos y al mismo tiempo también la proporción de gases disueltos será menor. **Turbidez:** Si el agua está obscura o turbia, significa que hay presencia microorganismos y/o partículas en suspensión; éstos dificultan el ingreso de luz, para su medición se utiliza el disco de Secchi. **Conductividad:** Viene a ser la

cantidad de iones presentes en el agua. Si es que su medición nos indica que hay más de 0.2 g/l de carbonatos de calcio o magnesio, estas aguas serán llamadas aguas duras (no permiten la formación de espuma cuando se cuenta la presencia de material jabonoso, provocan dificultad al momento de querer cocinar alimentos y ocasionan que las conducciones y calderas se atasquen). Ruido: Es generado principalmente por la navegación y la industria. Parámetros químicos: **DBO**. (Demanda Biológica de Oxígeno) Viene a ser la porción de oxígeno que los microorganismos consumen para lograr la descomposición de la materia orgánica (DBO5 se mide a oscuras, a veinte y dos grados centígrados durante cinco días). Mientras haya más materia orgánica en el agua, el consumo de oxígeno será mayor (esta medición no se realiza en aguas claras, ya que la lectura nos arrojaría bajas concentraciones). Parámetros admitidos: Salida de depuradora: **DBO5** < 20mg/l Agua potable: DBO5: < 3mg/l. DQO (Demanda Química de Oxígeno): Contabiliza la materia que se oxida. Este método a pesar de ser más rápido, debido a que oxida es de menos confiabilidad., con un oxidante fuerte como el permanganato potásico, tanto la materia orgánica como la inorgánica (se utiliza para aguas más limpias). **COT** (Carbono Orgánico Total). Se mide desecando, se procede al quemado de los residuos y se mide cuanto CO2 produce, esto nos permite obtener un aproximado de cuánta materia orgánica existe. **OD** (Oxígeno en disolución); los descomponedores consumen oxígeno por lo que su concentración nos da información sobre la acción de los organismos descomponedores de la materia orgánica. Si la medición está por debajo de los 4 mg/l son consideradas aguas anóxicas, es así que desarrollan microorganismos anaerobios, los que generan desechos como ácido sulfhídrico o metano. **Fósforo**: Se lo toma como elemento condicional en el desarrollo de los microorganismos. Por lo general está en las profundidades de los lagos (u océanos), al mezclarse con el agua abonos o detergentes ocasiona la eutrofización de las aguas y el desarrollo de microorganismos. Otros parámetros: **Dureza**, viene a ser la concentración de sales en el agua; pH. Parámetros biológicos (indicadores biológicos): Calculan el tipo y el porcentaje de organismos microscópicos que habitan en el agua. El agua para uso humano, es decir potable, debería estar libre de microorganismos infecciosos. Escherichia coli; bacteria que nos indica un grado de contaminación por presencia de heces y demás residuos fecales; realizando mediciones en cultivos (color, gases desprendidos, etc.) calculándose de esa manera la cantidad de microorganismos

existentes en esas aguas. Otra manera de hacer esta medición es con el uso de bioindicadores indirectos, siendo estos organismos superiores como: larvas de insectos, peces, etc.

**Tipos de contaminantes del agua:** Contaminación del agua: Se entiende como contaminación de agua a la presencia de materias o energías de manera indirecta o directa que ocasiona una modificación negativa para el cuerpo de agua, lo que podría ser nocivo para el consumo posterior. Según su origen: **Contaminantes Naturales:** Son las personas, animales, volcanes, escorrentía, etc. **Contaminantes Antrópicos:** las aguas residuales, restos orgánicos (aceites, lejías, detergentes, disolventes, etc.), los fertilizantes, pesticidas, materia orgánica, purines presentes en las actividades agrícolas y ganaderas; productos químicos, temperatura, ruido, metales pesados etc, propios de las actividades industriales. Según la naturaleza de los contaminantes: **Contaminantes Físicos:** Hablamos de los materiales en suspensión: estos reducen el ingreso de la luz a los cuerpos de agua, modificando así la biocenosis y las cadenas tróficas; cambia las propiedades organolépticas. **Calor:** las temperaturas elevadas reducen la solubilidad de los gases y acrecienta la de las sales; obstruye las fases de desarrollo y reproducción (microorganismos, medusas, etc.). **Ruido:** Las ondas sonoras de sonar, barcos, turbinas, etc., traen como consecuencia desorientación de mamíferos. **Contaminantes Químicos:** **Material Orgánico:** Pueden ser la materia orgánica de consumo y deshecho de alimentos y aguas residuales. Los pesticidas, los cuales alteran de manera drástica el conjunto de organismos de las diferentes especies que se encuentran en ese espacio, estas sustancias suelen acumularse en las cadenas alimenticias: ocasionando que sea imposible su reproducción, que exista mutaciones y hasta muerte. **Productos industriales;** estos productos son Venenosos, tóxicos, etc. **Materiales Inorgánicos:** Tenemos a los detergentes, los fosfatos y sulfatos; estos provocan la eutrofización. Los Metales pesados, se acumulan en las cadenas alimentarias. pH, Es tóxico para ciertas especies de animales y/o plantas. **Biológicos:** Microorganismos infecciosos: virus, protozoos y bacterias. Contagio de enfermedades. Ocurre con los organismos no patógenos existentes en exceso, porque son igualmente parte del proceso de auto regeneración de los cuerpos de agua de la superficie. Por su localización: Contaminantes Puntuales: Son los derrames ocurridos accidentalmente, las tuberías que vierten, etc. Contaminantes Difusos; Son los insecticidas, plaguicidas, etc.; usualmente presentes en

actividades agrícolas. Según su evolución: **Contaminantes Biodegradables:** Son los materiales usados por los organismos vivos en su fase de recuperación, el problema se da cuando las cantidades sobrepasan la capacidad recuperación. No biodegradable: Son sustancias contaminantes que se acumulan en la cadena alimenticia.

**Aguas residuales:** Son aquella que provienen del consumo humano, utilizadas en las diferentes actividades del día a día, es por esto mismo que constituyen un peligro, ya que contienen diversas sustancias y/o microbios que pueden alterar negativamente la salud de las personas, animales y el medio ambiente. Dentro de esta premisa, se toman en cuenta aguas de diferentes puntos de origen: **Aguas residuales domésticas o aguas negras:** Su procedencia es de los hogares, contienen heces y orina humanas, son restos del aseo corporal personal, de la cocina y de la limpieza de la casa. Se caracterizan por tener restos orgánicos y también organismos microscópicos, además de residuos de sustancias jabonosas, restos de detergentes, residuos de lejías y de grasas. **Aguas blancas:** Se caracterizan por proceder de las precipitaciones lluvia, la nieve; así como también pueden proceder de las actividades de limpieza de calles, riego de parques y jardines y demás espacios públicos. En las zonas donde las precipitaciones atmosféricas abundan, éstas suelen desecharse de manera separada, para evitar la saturación de los sistemas de los sistemas de evacuación. **Aguas residuales industriales:** Son procedentes de los procesos que se realizan en fábricas y locales industriales; contienen aceites, grasas, detergentes y antibióticos además de otros productos y subproductos de origen químico, mineral, animal o vegetal. Sus componentes varían, según el tipo de actividad y el tipo de industria del que provengan. **Aguas residuales agrícolas:** Provenientes de las zonas rurales y de los desechos de la agricultura. Es común que, según su origen, provengan de las aguas que se utilizan en las urbes, que se utiliza para diversas labores, estas pueden o no tener un tratamiento previo. **Aguas residuales urbanas:** Las aguas residuales urbanas, gracias a su composición algo uniforme, hace más sencillo su tratamiento, lo mismo que marca diferencia entre estas y las aguas residuales industriales, que tienen en su composición tantas sustancias que es, a veces, casi imposible poder identificarlas todas. Y, aunque, provenga sólo de efluentes domésticos, la composición que tiene es variada, ya que dependerá de muchos factores como que tipo de alimentación se tenga, cantidad de consumo de agua, cuanto y que tipo de productos de aseo se utiliza, etc. Tanto la composición como el porcentaje varía

según el tiempo. Así mismo, también sufre variaciones según la hora del día, según qué día de la semana sea, y también según las estaciones del año. Para conocer los muy variados componentes del agua se debe tener presente 3 grupos de caracteres: Físicos, Químicos y Biológicos.

**Características generales de composición de las aguas residuales urbanas:** Más que tratar de conocer la composición química exacta de las aguas mencionadas, debemos saber que las características más relevantes que deben ser resaltadas son tres, fijándonos en el punto de vista sanitario y tomando en cuenta el tipo de tratamiento: el alto porcentaje de sólidos presentes, la cantidad elevada de sustancias biodegradables y el sin número de microorganismos existentes. Como es de conocimiento por lo antes mencionado, encontramos en las aguas residuales muchas sustancias que los microorganismos utilizan como alimento y para su desarrollo, lo que hace que disminuyan progresivamente hasta desaparecer de las aguas residuales, motivo por el cual reciben el nombre de biodegradables.

**Sistema de tratamiento de aguas residuales:** Según la Agencia de Protección Ambiental (EPA), 2000, Los procesos que se usan para dar tratamiento a las aguas residuales tienen los siguientes estadios: **Recolección de las aguas residuales:** Este proceso es posible a través de los sistemas de alcantarillado; en lugares donde el crecimiento poblacional se da constantemente y la topografía de la zona lo permite (EPA,2000). **Pre tratamiento de las aguas residuales:** Esta fase consiste en la separación de los cuerpos sólidos de gran tamaño, este procedimiento se efectúa en estanques desarenadores. El fin de este proceso favorecer el procedimiento al momento de realizarse los tratamientos biológicos de las aguas residuales (EPA 2000). **Tratamiento de las aguas residuales:** La finalidad de este paso es remover aceites, grasas, sólidos y cualquier otro tipo de material que quede flotando o que haya quedado como sedimento de las aguas residuales para que su tratamiento sea eficiente y así pueda volverse a usar o pueda verterse a un cuerpo de agua sin preocupación de que esto cause algún tipo de daño al cuerpo receptor ser reutilizada o vertida sin ningún riesgo (EPA, 2000). **Tratamiento primario:** Consiste en la eliminación de una parte de los sólidos suspendidos y del material orgánico. Se lleva a cabo a través de tamizado y sedimentación. Las aguas servidas del tratamiento primario en su mayoría albergan

grandes cantidades de material orgánico y una DBO alta. Se debe acentuar que, a pesar de que hay zonas en las que a las aguas residuales solo se les da el tratamiento primario, este solo es un paso previo para dar paso al tratamiento secundario (EPA,2000).

**Tratamiento secundario convencional:** Este tratamiento esta primordialmente enfocado en la depuración de las partículas en suspensión, así como también la de los compuestos orgánicos biodegradables; en ocasiones a este tratamiento se le suma la desinfección. Se denomina tratamiento secundario convencional a la mezcla de varios procedimientos para la depuración de estos componentes, en este tratamiento se suma el tratamiento con microorganismo, con lodos activados, reactores de lecho fijo, los sistemas de lagunaje y la sedimentación (EPA, 2000). **Tratamiento biológico:** En su investigación del 2009, León y Lucero, el T.B. esta basado en establecer un flujo controlado de agua residual, aquí las plantas acuáticas y la actividad microbiológica actúan en sociedad en este procedimiento que tiene como fin depurar dichas aguas, buscando disminuir la cantidad de contaminantes. Existen tres tipos de tratamiento biológico: Humedales, cultivos acuáticos y lagunajes (Sistema de plantas acuáticas flotantes). **Sistemas de plantas acuáticas:** Este tipo de sistemas no más que una variante de los sistemas artificiales de humedales, donde el agua se mantiene en contacto con el medio atmosférico y es su principal generador de oxígeno necesario para la aireación; en esta se insertará cultivos de plantas macrófita como *Eichhornia Crassipes* y *Lemna sp*, las mismas que tienen la tarea de eliminar algunos de los componentes de estas aguas, esto se logra gracias a sus raíces que finalmente constituyen un buen sustrato que es el actor responsable del este tratamiento. Un punto en contra a desfavor de esta clase de sistema es el aumento de algunos insectos propios de estos ecosistemas.

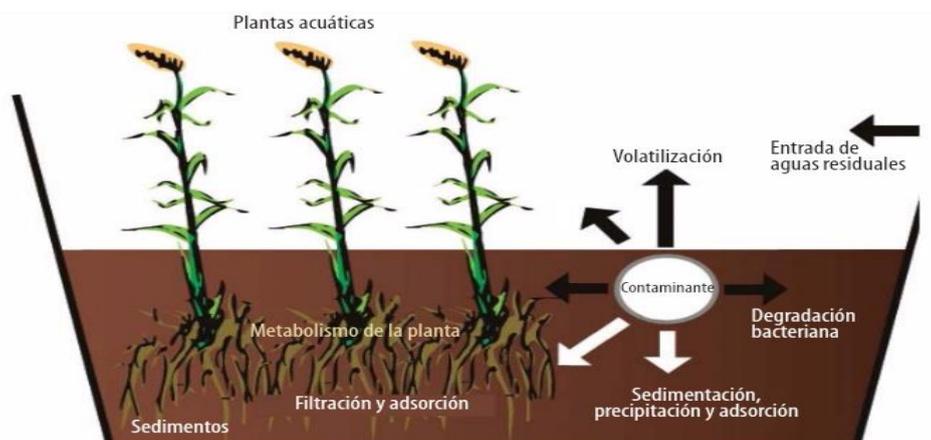
**Fitorremediación:** Son los tratamientos que utilizan una o varias tecnologías que se caracterizan por la presencia de plantas, las cuales cumplen la función de limpieza y restauración de los ecosistemas afectados por la contaminación, ya sea en aire, suelo o en el agua. Se compone de dos palabras, fito, ta, que en griego significa planta o vegetal, y remediar (del latín remediare), que significa poner remedio al daño, o corregir o enmendar algo. El significado de fitorremediación es parar y revertir los daños gracias a las propiedades de determinadas especies vegetales; también se lo puede definir como una tecnología sustentable basada en la utilización de algunas especies de plantas de plantas para disminuir in situ las concentraciones y/o toxicidad de agentes orgánicos e

inorgánicos que generan contaminación en los sedimentos, contaminación del suelo, el aire o el agua, gracias a determinados procesos bioquímicos que estas especies realizan así como los procedimientos que se llevan a cabo al nivel de sus raíces con microorganismos asociados a ellas, que conducen a la, mineralización, reducción, degradación, volatilización y estabilización de los diversos tipos de contaminantes.

**Fitorremediación acuática:** Anteriormente, las plantas vasculares acuáticas se consideraban plagas en sistemas enriquecidos con nutrientes. Aumentan rápidamente, motivo por el cual usualmente dificultan la navegación y son una amenaza al balance de la biota en los ecosistemas acuáticos. A la fecha, se sabe con el manejo adecuado estas especies se vuelven útiles, debido a que tienen la capacidad de remoción y acumulación de numerosos tipos de contaminantes. Además de esto, se aprovecha su biomasa como fibra, forraje y fuente de energía. Fue en los países europeos a inicios de 1960 donde se empezó a usar lo que serían los primeros sistemas de tratamiento de aguas residuales a base de plantas, utilizando juncos o carrizos. A partir de entonces, los sistemas de fitorremediación acuática han ido siendo perfeccionados y diversificados, y su aprobación y uso se acrecienta continuamente más y más. La ventaja de la fitorremediación acuática es que se pueden remover, in situ, diferentes tipos de contaminantes que se hallen con bajas concentraciones en grandes volúmenes de agua.

Sistemas de Fitorremediación acuática: Este tipo de sistemas de fitorremediación tiene 4 tipos: **Humedales artificiales:** Tienen como definición a grupo de sustratos saturados, vegetación emergente y subemergente, animales y agua que simula los humedales naturales, diseñado y hecho por el hombre para su beneficio. La remoción de los las sustancias tóxicas de los humedales se consigue luego de pasar por varios procedimientos físicos, biológicos y químicos.

**Imagen N° 1**



**Tabla N° 1: Mecanismos de remoción de contaminantes en humedales artificiales.**

<b>COMPONENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES</b>	<b>MECANISMOS DE REMOCIÓN</b>
Sólidos en suspensión	Sedimentación Filtración
Orgánicos solubles	Degradación microbiana aeróbica Degradación microbiana anaeróbica
Fósforo	Adsorción de la matriz Adsorción por la planta
Nitrógeno	Amonificación seguida por nitrificación microbiana Desnitrificación Absorción por la planta Adsorción de la matriz Volatilización del amoniaco
Metales	Adsorción e intercambio catiónico Complexación Precipitación Absorción por la planta Oxidación/ reducción microbiana
Patógenos	Sedimentación Filtración Degradación natural Depredación Irradiación UV Excreción de antibióticos por las raíces de los macrofitos.

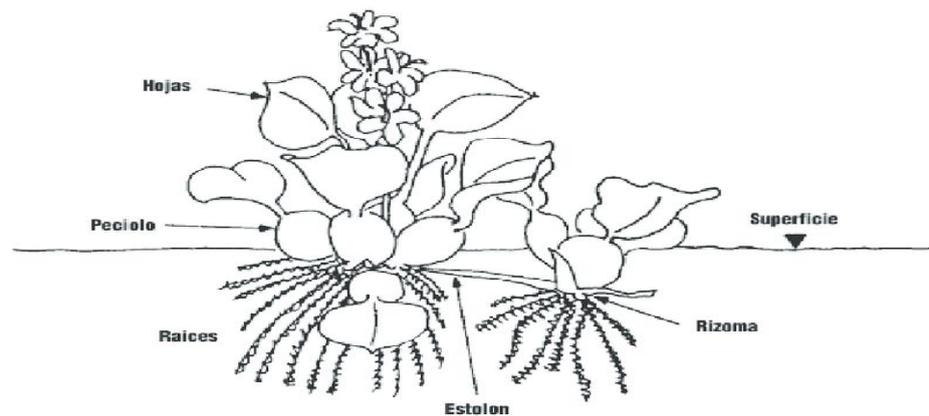
*Fuente: EPA (Environmental Protection Agency, 2000)*

**Sistema de tratamiento con plantas acuáticas flotantes:** Son pozas naturales o semi construidos, donde se encuentran especies que flotan que tratarán aguas residuales. **Sistema de tratamiento integral:** Es la combinación de los dos sistemas anteriores. **Sistema de rizofiltración:** Se ha podido demostrar que este tipo de sistemas han conseguido remover con eficiencia fosfatos, nitratos, fenoles,

pesticidas, metales pesados, elementos radiactivos, fluoruros, bacterias y virus, de aguas residuales municipales, agrícolas e industriales, incluyendo las industrias: lechera, de pulpa y papel, textil, azucarera, de curtiduría, de destilería, aceitera, de galvanizado y metalurgia

**Eichhornia crassipes, Jacinto de agua:**

**Imagen N° 2:**



**Taxonomía:** La Macrófita acuática *Eichhornia crassipes* se encuentra dentro de la siguiente clasificación:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase : Liliopsida

Orden : Commelinales

Familia: Pontederiaceae

Género: *Eichhornia*

Especie: *Eichhornia crassipes*

(Zarela G. 2012).

**Descripción:** *Eichhornia crassipes*, o flor de Bora, oreja de ratón, camalote, jacinto de agua común, tarope o tarulla; es una planta acuática de la familia de las Pontederiaceae, tiene un desarrollo acelerado, su reproducción se da principalmente por estolones los que pasan a formar nuevas plántulas, también se da por semillas. A simple vista no tienen tallo, dotada con un rizoma emergente, del que se abre un

rosetón de hojas que tienen una superficie esponjosa notablemente inflada en forma de globo que forma una vejiga llena de aire, gracias a la que la planta logra flotar, manteniéndose sobre la superficie acuática, el limbo se estrecha en la zona media, terminando en una especie de lengüeta plana y redondeada. De color, verde brillante oscuro y lustroso con hojas acorazonadas, que hacen contraste durante la época de floración con el tallo espigado. Su masa radicular, es espesa y de color marrón azulado. Sus zonas radiculares son excelentes microsítios de las comunidades bacterianas. (Ávila y Castillo, 2000). Crecen, se desarrollan y viven en espacios acuáticos de agua dulce como los son: ríos, lagos, charcas y embalses de los trópicos y subtrópicos. Las temperaturas bajas no permiten su correcto crecimiento. Sin embargo, cuerpos de agua eutrofizados que contienen niveles altos de nitrógeno, fósforo, potasio al igual que aguas contaminadas con metales pesados como cobre y plomo no limitan su crecimiento. En algunas zonas se consideran malas hierbas, que pueden taponar en poco tiempo una vía fluvial o lacustre. (Ávila y Castillo, 2000). Su reproducción es sexual, ya que posee flores; esto origina un fruto en forma de cápsula; esta es su forma natural de reproducción, pero su rápida proliferación y la manera de reproducirla artificialmente es por división de los estolones que brotan de las plantas en la época debida, de esta manera que se crea, naturalmente, una red vegetal tupida capaz de colonizar en poco tiempo extensos espacios de superficies acuáticas, llegando a formar una extensa sabana vegetal que en muchas ocasiones llega a impedir la navegación. (Torres, 2009). **Su Importancia:** Su importancia radica en su capacidad fitorremediadora; por lo que se ha convertido en la especie más estudiada. Esta macrófita obtiene del agua con presencia de agentes contaminantes el alimento que contiene nutrientes que necesita para su normal desarrollo, siendo el nitrógeno y el fósforo, junto a los iones de potasio, calcio, magnesio, hierro, amonio, nitrito, sulfato, cloro, fosfato y carbonato, los más importantes. En sus raíces habitan microorganismos que están asociadas a esta planta, estos organismos benefician la capacidad remediadora de la planta. Estas plantas acuáticas tienen una gran capacidad de retención en sus tejidos muchos de los metales pesados existentes en las aguas contaminadas cadmio, mercurio y arsénico específicamente. Para lograr atrapar estos metales forma con sus tejidos complejos

con los aminoácidos presentes dentro de la célula, previa absorción de estos metales a través de las raíces. (García, 2009).

**LÍMITES MÁXIMOS PERMITIBLES:** Fueron desarrollados para que se encarguen de regular ciertas actividades particulares; midiendo la concentración de elementos, parámetros físicos, biológicos o sustancias, que encontramos en presentes en las emisiones, descargas o efluentes que al ser excedidos podrían ocasionar daños a la salud pública y/o al ambiente. El que se cumpla está estipulado en las normativas del Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental (D.S. N°003-2010-MINAM).

**Tabla N° 2:** *Límites máximos Permisibles para vertidos de efluentes de PTAR de aguas residuales domésticas*

PARAMETRO	UNIDAD	LMP
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda química de oxígeno	mg/L	200
Ph	Unidad	6.5 – 8.5
Sólidos totales en suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: (D.S. N°003-2010-MINAM).

Contando así con toda la información antes mencionada iniciamos con la **formulación del problema**, planteándonos como **problema general**: ¿Será eficiente el jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para el tratamiento de aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019? y como **problemas específicos**: ¿Cuáles son las características físico químicas y microbiológicas de las aguas residuales domésticas, antes y después del tratamiento con densidades de 10, 20 y 30 individuos de jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), en la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019? y ¿Cuál de los

tratamientos con densidades de T1, T2 y T3 (de 10, 20 y 30 individuos de jacinto de agua respectivamente) es el más eficiente para la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba?.

Es así que nos tenemos como **Justificación de estudio** que, a causa del incremento poblacional mundial, aumentaron consigo las actividades humanas, en la gran mayoría de los países tercermundistas, esto trajo de la mano el llamado consumismo que viene produciendo muchas formas de contaminación ambiental, como contaminación por residuos sólidos, por emisión de gases, por aguas residuales; esta última tiene como origen de esta contaminación a las aguas residuales que desembocan en cuerpos de agua superficiales, llámense ríos, quebradas, etc. El aumento de contaminación no solo está disminuyendo la calidad del agua, sino que también altera el balance ecosistémico, y pone en riesgo la salud humana y el desarrollo socioeconómico de los pueblos y naciones.

El Perú no es exento de esta realidad, existen cuerpos de agua que han sido y siguen siendo contaminados; tal es el caso de la quebrada Charhuayacu, en la ciudad de Moyobamba; este cuerpo de agua superficial viene siendo uno de los puntos más críticos de contaminación en la ciudad. Este cuerpo de agua viene siendo contaminado por las aguas residuales domésticas, provenientes directamente de las viviendas que encontramos a su alrededor y cuyos desfuegos de desagües no están conectados al sistema de alcantarillado local. Así mismo, el presente trabajo basa su **justificación teórica** en la recopilación y generación de datos, dándonos la posibilidad de contrastar las variables que se presentan, pudiendo ser de gran utilidad para futuros estudios; su **justificación práctica**, en la evaluación de los límites máximos permisibles con relación al estado de contaminación en el que se encuentra la quebrada, debido a la presencia de las aguas residuales, antes y después de emplear el sistema de descontaminación con las Macrófitas *Eichhornia crassipes* en la quebrada Charhuayacu, permitiendo, en un futuro, generar herramientas de gestión para mejorar el desarrollo socio ambiental del área de estudio y finalmente basa su **justificación social**, en la evaluación de la eficiencia del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu en el sector Shango, la búsqueda de una alternativa de solución al problema de contaminación de agua presente en esta quebrada, contribuyendo así al

bienestar de la población de la zona. Frente a los problemas planteados, consideramos dentro de los **Objetivos**, como **objetivo general**: Evaluar la eficiencia del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019. Así mismo se precisaron los **objetivos específicos**, que son: Analizar las características físico químicas y microbiológicas antes (pre) y después (post) del tratamiento con densidades de 10(T1), 20(T2) y 30(T3) individuos de jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019 y determinar cuál de los tratamientos es más eficiente para las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019. Las **hipótesis** se estructuraron de la siguiente manera: **H0**: El jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) NO es eficiente para el tratamiento de aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019. **H1**: El jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) ES eficiente para el tratamiento de aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019.

## II. METODOLOGÍA:

### 2.1. Tipo y diseño de investigación:

**Tipo:** El tipo de metodología usada es aplicada, ya que busca solucionar de manera práctica; la aplicación y uso de los saberes que se adquieren (Hernández, Fernández y Baptista, 2008).

**Diseño de Investigación:** Es pre experimental; diseño en el cual el investigado es capaz de manipular una variable experimental no comprobada, teniéndola bajo condiciones estrictamente controladas; teniendo el objetivo de describir de qué modo y porque causa se produce o puede producirse un fenómeno (Paela y Martínez, 2010).

- **Pre tratamiento:** Luego de recolectar las plantas, éstas fueron llevadas al lugar de estudio, aquí se las lavó y se las colocó en tinajas de plástico que contenían agua residual de la quebrada Charhuayacu.
- **Tratamiento:** Para la presente investigación se trabajó con 3 tratamientos con jacinto de agua, Tratamiento 1 (T1) de 10 individuos, Tratamiento 2 (T2) de 20 individuos y Tratamiento 3 (T3) de 30 individuos.

#### Esquema del diseño:

GE : O<sub>1</sub> - X - O<sub>2</sub>

#### **Dónde:**

GE: Grupo experimental.

O<sub>1</sub>: Pre test

X: Tratamiento

O<sub>2</sub>: Post test

**Tabla N° 3:** Aplicación de Tratamientos: T1, T2 y T3.

<b>Tratamiento</b>	<b>Densidad</b>	<b>Cantidad de agua residual</b>
T1	10 individuos (Jacinto de agua " <i>Eichhornia crassipes</i> ")	150 l. de agua residual
T2	20 individuos (Jacinto de agua " <i>Eichhornia crassipes</i> ")	del sector Shango de la quebrada Charhuayacu.
T3	30 individuos (Jacinto de agua " <i>Eichhornia crassipes</i> ")	

*Fuente:* "EJA(EC)TARD-QCH-SSH-M 2019"

## **2.2.Operacionalización de variables:**

### **Independiente:**

Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*)

### **Dependiente:**

Aguas residuales domésticas.

**Tabla N° 4: Operacionalización de Variables**

<b>Variab</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional.</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Escala</b>
Dependiente: Aguas residuales domesticas	Las aguas residuales domésticas son las aguas que provienen del desecho de la utilización de las actividades domésticas diarias, en ellas encontramos gran cantidad de sustancias y/o microorganismos. Su procedencia es de los hogares, contienen heces y orina humanas, son restos del aseo corporal personal, de la cocina y de la limpieza de la casa. Se caracterizan por tener restos orgánicos y también organismos microscópicos, además de residuos de sustancias jabonosas, restos de detergentes, residuos de lejías y de grasas que pueden ser la causa y vehículo de contaminación, en aquellos lugares en los que son evacuadas sin previo tratamiento.	Debido a su procedencia y naturaleza estas aguas contienen gran cantidad de agentes que deterioran la calidad de la misma, lo que hace que su aprovechamiento sea imposible. Para determinar el grado de contaminación o descontaminación de las mismas se hace a través de los análisis de sus parámetros físico químicos y biológicos.	Parámetros	pH	pH	Razón
			Físicos	Turbidez	UNT	
			Parámetros químicos	DBO	mg/LO <sup>2</sup>	
			Biológicos (Bacteriológicos)	Coliformes Termo tolerantes Coliformes fecales Eichhornia crassipes.	NMP/100mL	

Independiente:

Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*)

*Eichhornia crassipes*, jacinto de agua común, es una planta acuática de la familia de las Pontederiaceae es de crecimiento acelerado, su reproducción se da por medio de estolones, que dan origen a nuevas plantas, también se reproduce por semilla. No tienen tallo aparentemente, pero sí un rizoma, emergente, en el que encontramos un rosetón de hojas que tienen una superficie esponjosa notablemente inflada en forma de globo que forma una vejiga llena de aire, gracias a la que el vegetal puede mantenerse sobre la superficie acuática. Esta planta tiene funciones fitorremediadora.

Esta macrófita consigue de las aguas contaminadas los nutrientes que necesita para su alimentación y desarrollo, siendo varios iones los principales proveedores de estas nutrientes para las plantas. En sus raíces tiene un sistema que alberga microorganismos que al estar asociados a ella son favorecedores para la acción remediadora de esta planta.

N° de individuo

Eficiencia

%

Razón

**Fuente:** "EJA(EC)TARD-QCH-SSH-M 2019"

### 2.3.Población, muestra y muestreo:

#### **Población:**

Se tomó como población a la cantidad de agua existente en la quebrada Charhuayacu, Moyobamba; teniendo como caudal 0,074 m<sup>3</sup>/s.

#### **Muestra:**

##### **Agua residual doméstica, quebrada Charhuayacu – Shango:**

Se tomó una muestra no probabilística intencional o por juicio.

Para determinar el tamaño de muestra del agua, se hizo el cálculo con las medidas de los tanques de madera:

Altura o profundidad: 0.50 m (sólo se llenó de agua hasta los 0.30 m para dejar espacio para el crecimiento de planta).

Ancho : 0.50 m.

Largo : 1 m.

Calculando el volumen tenemos:  $V = h * l * a$

Dónde: V = volumen.

h = altura.

l = largo.

a = ancho.

#### **Reemplazando:**

$$V = 0.30m * 1m * 0.50m = 0.15m^3 \Rightarrow V = 0.15 m^3 = 150 \text{ litros.}$$

Finalmente, para obtener la muestra lo multiplicamos por la cantidad de tanques (tratamientos) que vamos a utilizar:

$$150 \text{ litros} * 3 = 450 \text{ litros.}$$

#### **Muestreo:**

El presente trabajo tomó el muestreo simple por la orientación de nuestra investigación, buscando dar solución al problema que es motivo de estudio.

#### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

- ✓ **Muestreo:** Se utilizó el instrumento **CADENA DE CUSTODIA** de muestreo de aguas residuales que fue proporcionado por el MINSA, siendo el personal de esta institución los que realizaron el muestreo según su protocolo. Estas muestras se llevaron al laboratorio para ser analizadas antes, durante y después del tratamiento.
- ✓ **Observación:** Se utilizó la **FICHA DE OBSERVACIÓN**, para contabilizar el número de individuos de jacinto de agua utilizados para los tratamientos, además de información detallada sobre nuestro objeto de estudio.

**Tabla N° 5: Instrumento de recolección de datos:**

<i>Técnica</i>	<i>Instrumentos</i>
Muestreo	Cadena de custodia - Protocolo de recolección de muestras de aguas residuales Ministerio de Salud (MINSA).
Observación	Ficha de Observación

*Fuente: "EJA(EC)TARD-QCH-SSH-M 2019"*

#### 2.5. Validez:

Para certificar la validez de los instrumentos se entregó a 3 expertos con grado de Magister para que analicen y evalúen su estructura, mediante la modalidad de juicio de expertos: CADENA DE CUSTODIA, FICHA DE OBSERVACIÓN, siendo aprobados con grado de aplicables. Los expertos fueron los ingenieros: Ing. M. Sc. Alfonso Rojas Bardález, Ing. Mg. Robert M. Hualcas Sevillano, Ing. Msc. Rubén Ruíz Valles.

#### 2.6. Confiabilidad:

La presente investigación por su naturaleza no amerita cálculo de confiabilidad, pero sí la aprobación de su validez, por lo que se sometió al juicio de expertos.

#### 2.7. Métodos de análisis y procesamiento de datos:

##### Métodos de análisis:

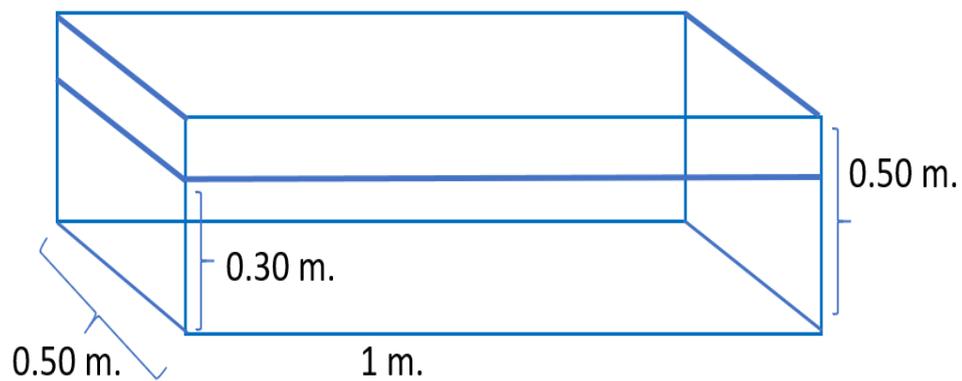
**Reconocimiento del área de estudio:** Se hizo un recorrido por lo largo de la quebrada para determinar en qué área enfocaríamos nuestro trabajo. El área

escogida fue la parte baja de la quebrada Charhuayacu, en el sector Shango, el cruce de los jirones Charhuayacu y Miraflores con coordenadas UTMWGS: ESTE 280710; NORTE 93329293.

**Recolección y adaptación del jacinto de agua (*eichhornia crassipes*):** Las plantas se recolectaron de la laguna Burrucucha ubicada en el centro poblado San Miguel la Florida del distrito de Yantaló. Se tomaron 60 individuos de jacinto de agua (*eichhornia crassipes*), las misma que fueron puestas en proceso de adaptación por 20 días.

**Construcción y acondicionamiento de los tanques de madera:** Para el desarrollo del experimento se mandó a construir tanques de madera, que contaban las siguientes medidas: 0.50 m de profundidad por 0.50 m de ancho por 1 m de largo, que nos darán un volumen parcial de 0.25 m<sup>3</sup> (250 l.). (Manual EPA (Agencia de Protección Ambiental, 2000)). Se acondiciono los tanques recubriendo toda su interior y superficie con plástico negro grueso, ya que por ser de madera se tenía que impermeabilizar, utilizando así 3,5 metros de este material. Los tanques solo se llenaron con el agua residual de la quebrada Charhuayacu hasta 30 cm. para el posible desarrollo de la planta.

**Imagen N° 3:** Medidas de tanque



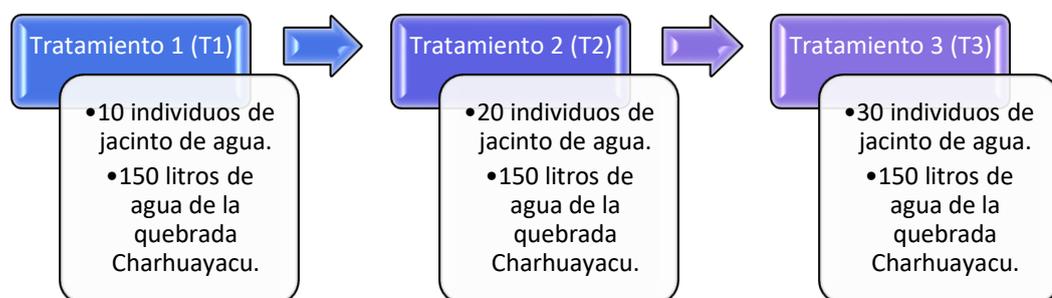
**Recolección de la muestra de agua residual doméstica:** Se recolectó el agua con el que se trabajó del punto del cruce de los jirones Charhuayacu y Miraflores con coordenadas UTMWGS: ESTE 280710; NORTE 93329293. Se extrajeron en total 450 litros de agua residual doméstica, los mismo que fueron transportados en baldes

de capacidad de 20 litros, previamente lavados y desinfectados, hasta el lugar en el que se realizó el experimento. Esta agua residual doméstica fue depositada en los tanques de madera previamente acondicionados con plástico de color negro que tenía como finalidad evitar posibles fugas.

**Pre tratamiento: Jacinto de Agua (*Eichhornia crassipes*):** Los individuos de jacinto de agua, antes de ser utilizados para los tratamientos, pasaron por un proceso de adaptación, fueron lavados y colocados en recipientes de plástico que contenía agua residual de la quebrada Charhuayacu, este proceso duró 20 días.

**Tratamiento: Jacinto de Agua (*Eichhornia crassipes*):** Para esta investigación se tomó una muestra inicial (pre tratamiento) del agua extraída de la quebrada, siendo llevada al laboratorio para analizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (pH, turbidez, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*,). Posteriormente tomamos muestras de todos los tratamientos (tanques), obteniendo así un total de 7 muestras, la primera que se tomó de la quebrada y las otras 6 que se tomaron de los 3 tanques (tratamientos), este proceso duró 20 días. Los tanques se instalaron en el domicilio de una de las tesis con dirección Jr. Cajamarca N° 401, con coordenadas UTMWGS Este:282073, Norte: 9332135. Todas las muestras fueron tomadas por personal del MINSA, y del ITS (Inspection & Testing Services del Perú S.A.C.) ya que fueron ellos los encargados de realizar las tomas de muestra y el análisis de las mismas. Los resultados de estas muestras fueron analizados, calculándose el porcentaje de efectividad de remoción en cada parámetro y finalmente fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles LMP - (D.S. N°003-2010-MINAM).

**Gráfico N° 1: Tratamientos**



*Fuente:* "EJA(EC)TARD-QCH-SSH-M 2019"

**Procesamiento de datos:**

Los datos que obtuvimos fueron sistematizados, tabulados y procesados con la ayuda del paquete estadístico Microsoft Office (Excel); siendo los resultados expresados en cuadros, gráficos y diagramas de barras con asignación de valores porcentuales.

**Aspectos éticos:**

Se tuvo en consideración el proceso de elaboración del proyecto de Investigación y la guía de la Universidad César Vallejo. Además, se utilizó datos reales de los resultados para realizar las pruebas estadísticas.

### III. RESULTADOS:

Los resultados obtenidos durante el procedimiento del presente trabajo son los siguientes:

#### 3.1. Análisis físico químico y microbiológico de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu – pre tratamiento.

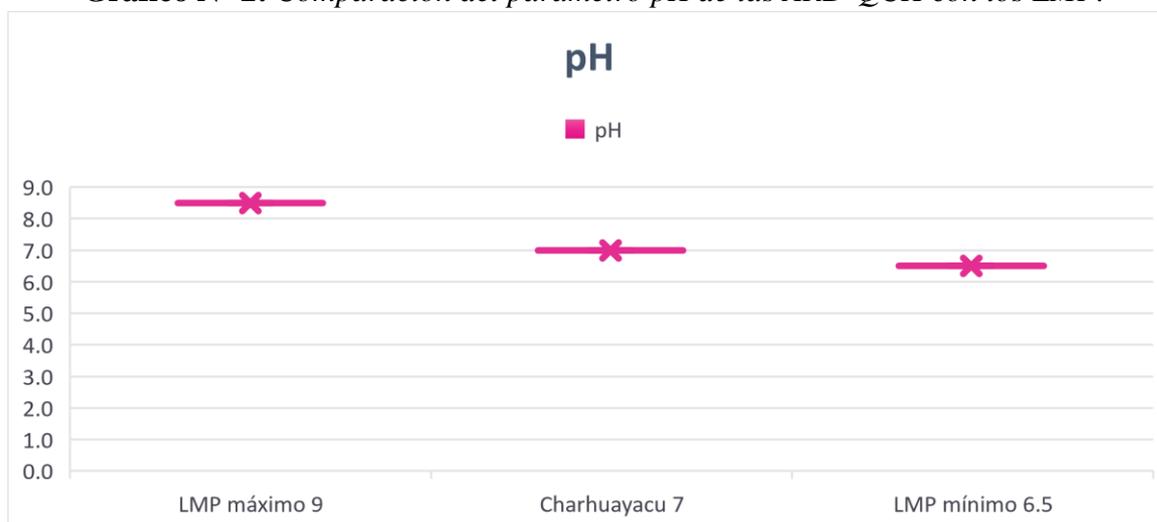
**Tabla N° 6:** Resultados de análisis de parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli.

Parámetros	Agua residual doméstica Charhuayacu	LMP	Unidad
pH	7.0	6.5 a 8.5	pH
Turbiedad	339	No aplica	UNT
DBO <sub>5</sub>	785.0	100	mg/L
Coliformes totales	79 000,000	10,000	NMP/100 ml
Coliformes fecales	33 000,000	10,000	NMP/100 ml
Escherichia coli	33 000,000	10,000	NMP/100 ml

Fuente: Análisis de laboratorio: ITS S.A. C.Y MINSA, 2019.

#### 3.1.1. Comparación de los parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli, de las ARD-QCH-SSH- pre tratamiento con los LMP - DS N° 003-2010- MINAM.

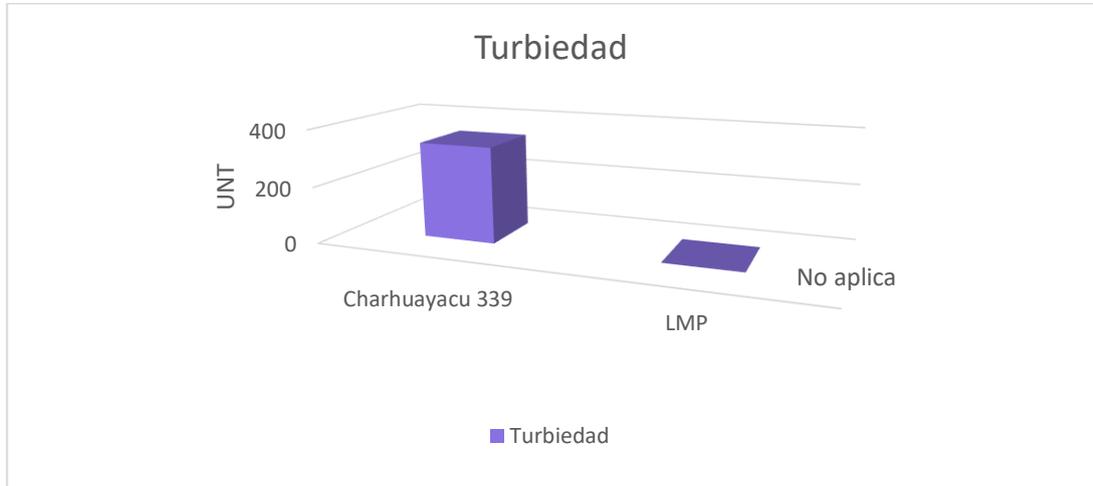
**Gráfico N° 2:** Comparación del parámetro pH de las ARD-QCH con los LMP.



Fuente: Tabla N° 6: Análisis de parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli.

**Interpretación:** El gráfico N° 2 nos muestra que el pH de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango tiene un valor de 7.0 pH, lo que significa que está dentro de los LMP - DS N° 003-2010- MINAM.

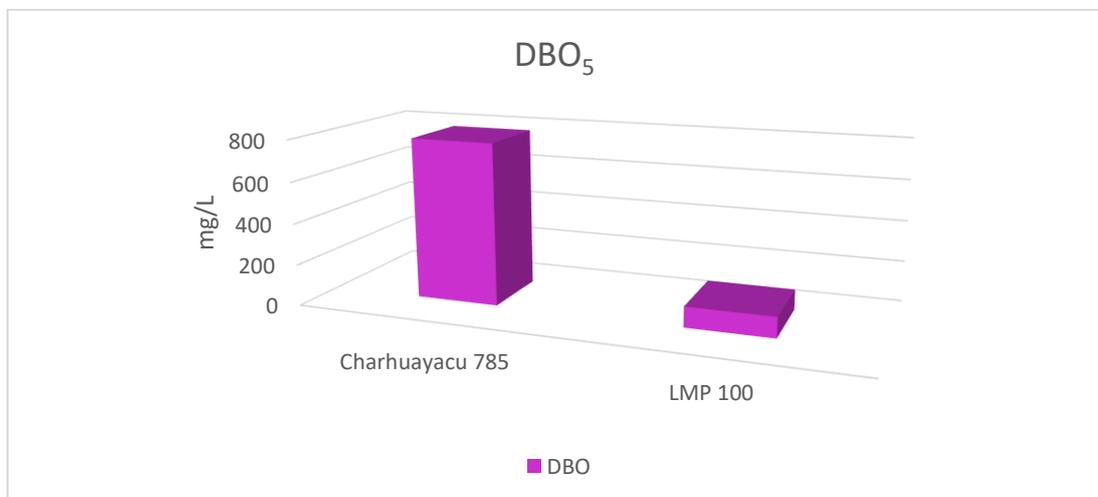
**Gráfico N° 3:** Comparación del parámetro Turbiedad de las ARD-QCH con los LMP.



**Fuente:** Tabla N° 6: Análisis de parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli.

**Interpretación:** El gráfico N° 3 nos muestra que la concentración de turbiedad de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu es de 339 UNT, sin embargo, este parámetro no está considerado en los LMP, por lo tanto, su comparación no aplica.

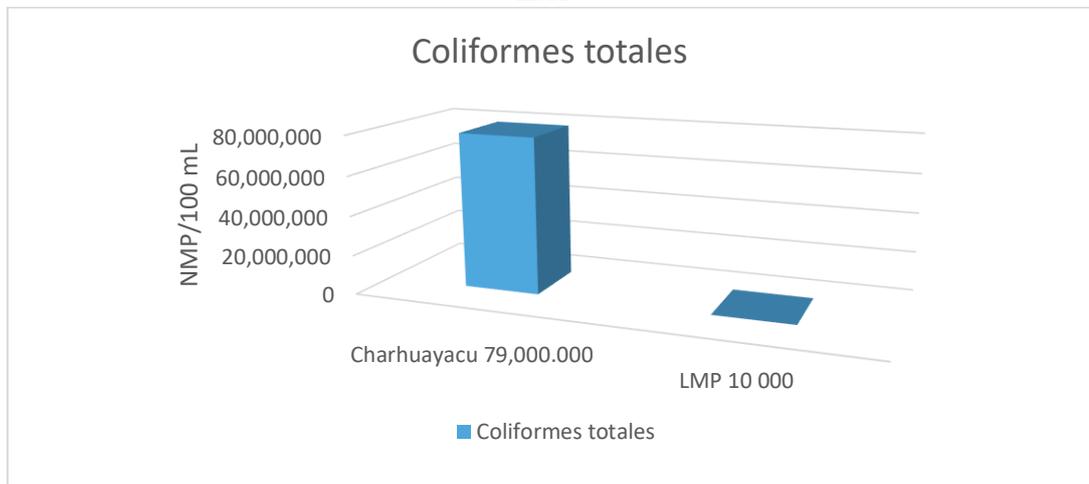
**Gráfico N° 4:** Comparación del parámetro DBO<sub>5</sub> ARD-QCH con los LMP.



**Fuente:** Tabla N° 6: Análisis de parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli.

**Interpretación:** El grafico N° 4 nos muestra que la concentración de turbiedad de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu es de 785mg/L; lo que nos indica que está por encima de lo establecido en el LMP - DS N° 003-2010-MINAM que nos dice que la concentración debe ser de 100 mg/L; por lo tanto, requiere de tratamiento.

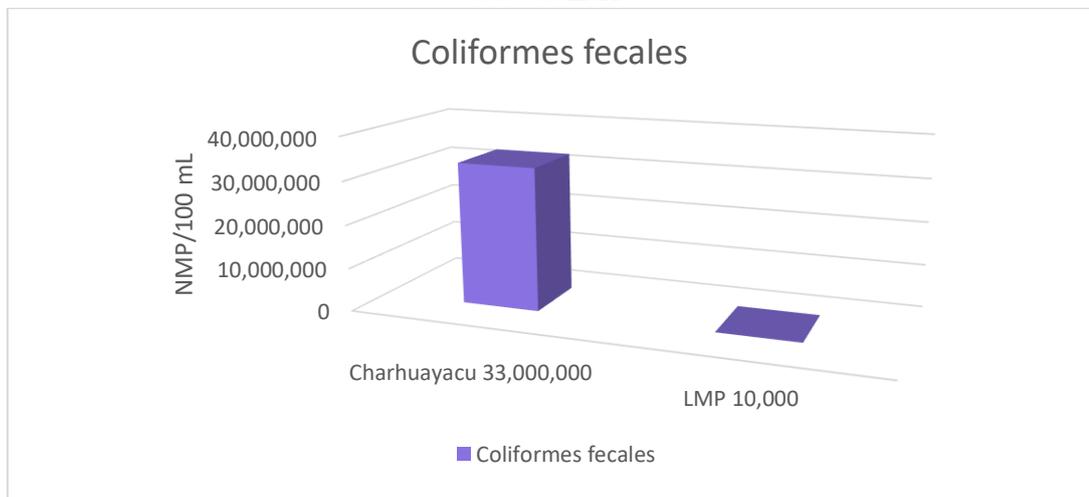
**Gráfico N° 5:** Comparación del parámetro Coliformes totales ARD-QCH con los LMP



**Fuente:** Tabla N° 6: Análisis de parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli.

**Interpretación:** El grafico N° 5 nos muestra que la concentración de Coliformes totales de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu es de 79 000,000 NMP/100 ml; lo que nos indica que está por encima de lo establecido en el LMP - DS N° 003-2010- MINAM que nos dice que la concentración debe ser 10,000 NMP/100 ml.

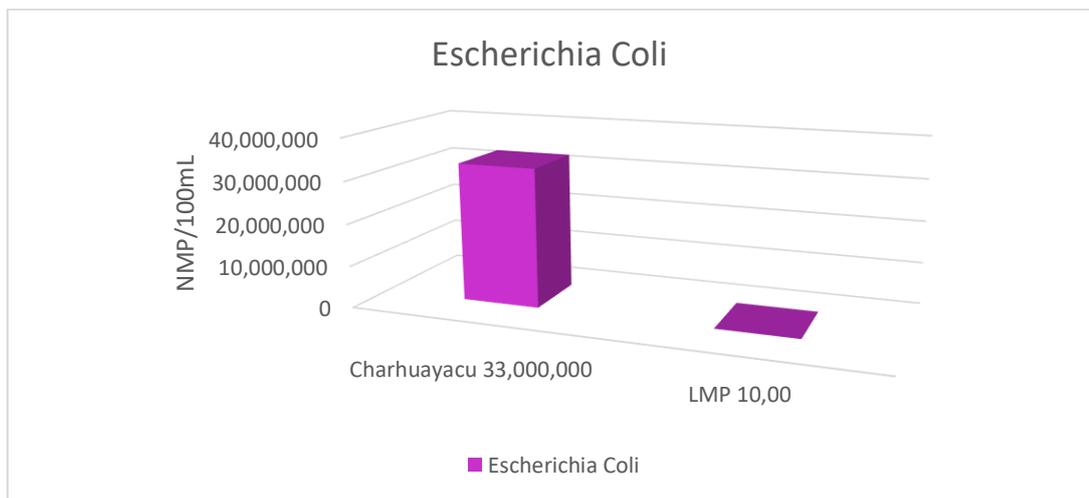
**Gráfico N° 6:** Comparación del parámetro Coliformes fecales de las ARD-QCH con los LMP



**Fuente:** Tabla N° 6: Análisis de parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli.

**Interpretación:** El grafico N° 6 nos muestra que la concentración de Coliformes fecales de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu es de 33 000,000 NMP/100 ml; lo que nos indica que está por encima de lo establecido en el LMP - DS N° 003-2010- MINAM que nos dice que la concentración debe ser 10, 000 NMP/100 ml.

**Gráfico N° 7:** Comparación del parámetro *Escherichia Coli* de las aguas ARD-QCH con los LMP



**Fuente:** Tabla N° 6: *Análisis de parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli.*

**Interpretación:** El grafico N° 7 nos muestra que la concentración de *Escherichia Coli* de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu es de 33 000,000 NMP/100 ml; lo que nos indica que está por encima de lo establecido en el LMP - DS N° 003-2010- MINAM que nos dice que la concentración debe ser 10, 000 NMP/100 ml.

### 3.2. Análisis físico químico y microbiológico de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu – post tratamiento

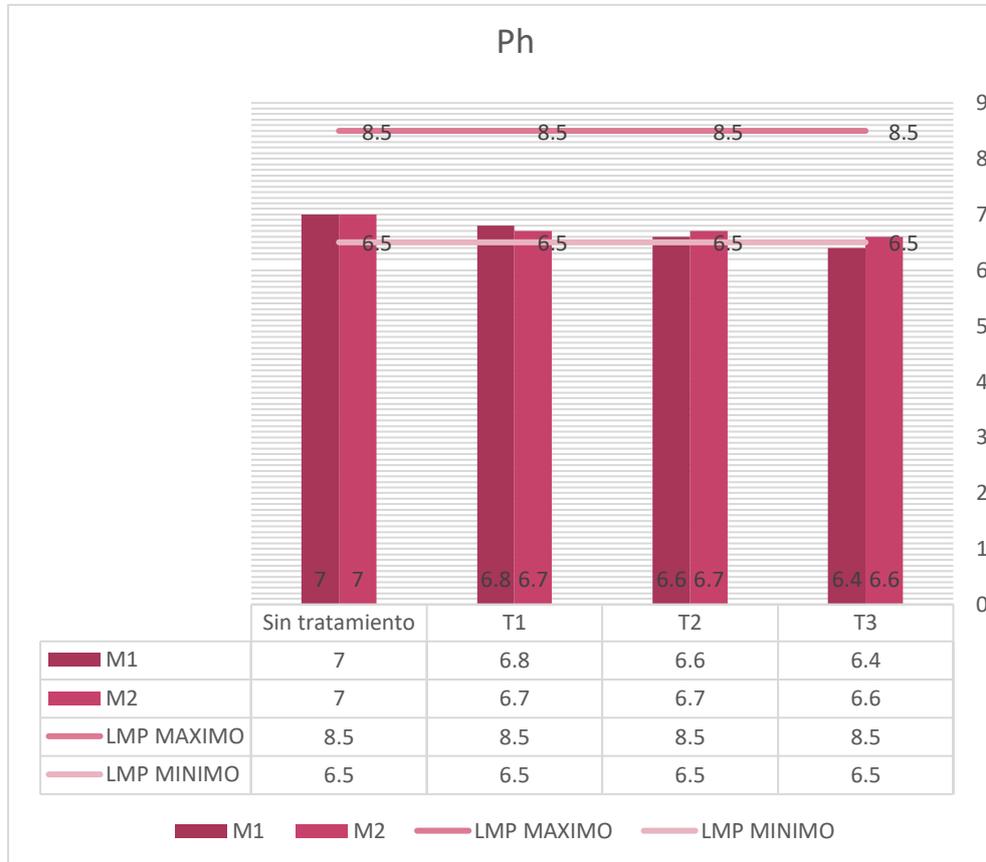
**Tabla N° 7:** Resultados de análisis de parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli – post tratamiento.

Parámetros	Muestras	Sin tratamiento	(T1)	(T2)	(T3)	Unidad
Ph	M1	7	6,8	6,6	6,4	Ph
	M2		6,7	6,7	6,6	
Turbiedad	M1	339	9,06	20,7	7,48	UNT
	M2		3,07	4,28	1,58	
DBO <sub>5</sub>	M1	821	498	433	380	Mg/L
	M2		127	109	75	
Coliformes totales	M1	79 000 000	70 000	170 000	21 000	NMP/100
	M2		7 900	7 900	3 300	
Coliformes fecales	M1	33 000 000	26 000	110 000	21 000	NMP/100
	M2		790	310	2 400	
Escherichia coli	M1	33 000 000	26 000	110 000	14 000	NMP/100
	M2		490	310	2 400	

Fuente: Análisis de laboratorio: ITS S.A.C.Y MINSA, 2019.

**3.2.1. Análisis de los parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli, ARD-QCH-SSH– post tratamiento (T1, T2, T3) y su comparación con los LMP.**

**Gráfico N° 8:** Medición de pH en los tratamientos T1, T2 y T3.

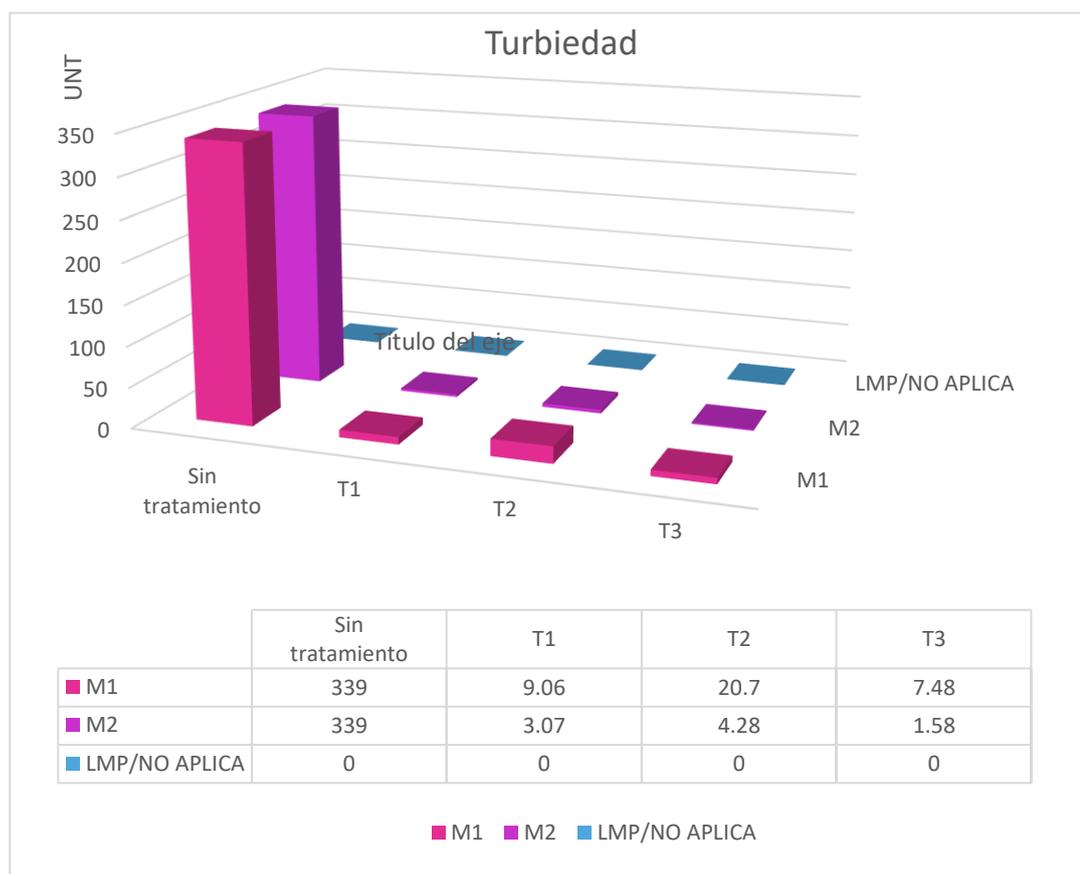


**Fuente:** Tabla N° 7: Resultados de análisis de parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli – post tratamiento.

**Interpretación:** En el gráfico N° 8 se puede observar la variación del pH de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu en los tratamientos T1, T2 y T3.

Pudimos verificar que el pH inicial de 7, para luego variar en el T1 de 6.8 a 6.7, en el T2 de 6.6 a 6.7 y en el T3 de 6.4 a 6.6, lo que nos indica que es un agua ligeramente ácida (ya que se encuentra dentro del rango de 6), pero que está dentro del rango establecido por los LMP - DS N° 003-2010- MINAM.

**Gráfico N° 9: Medición de Turbiedad en los tratamientos T1, T2 y T3.**

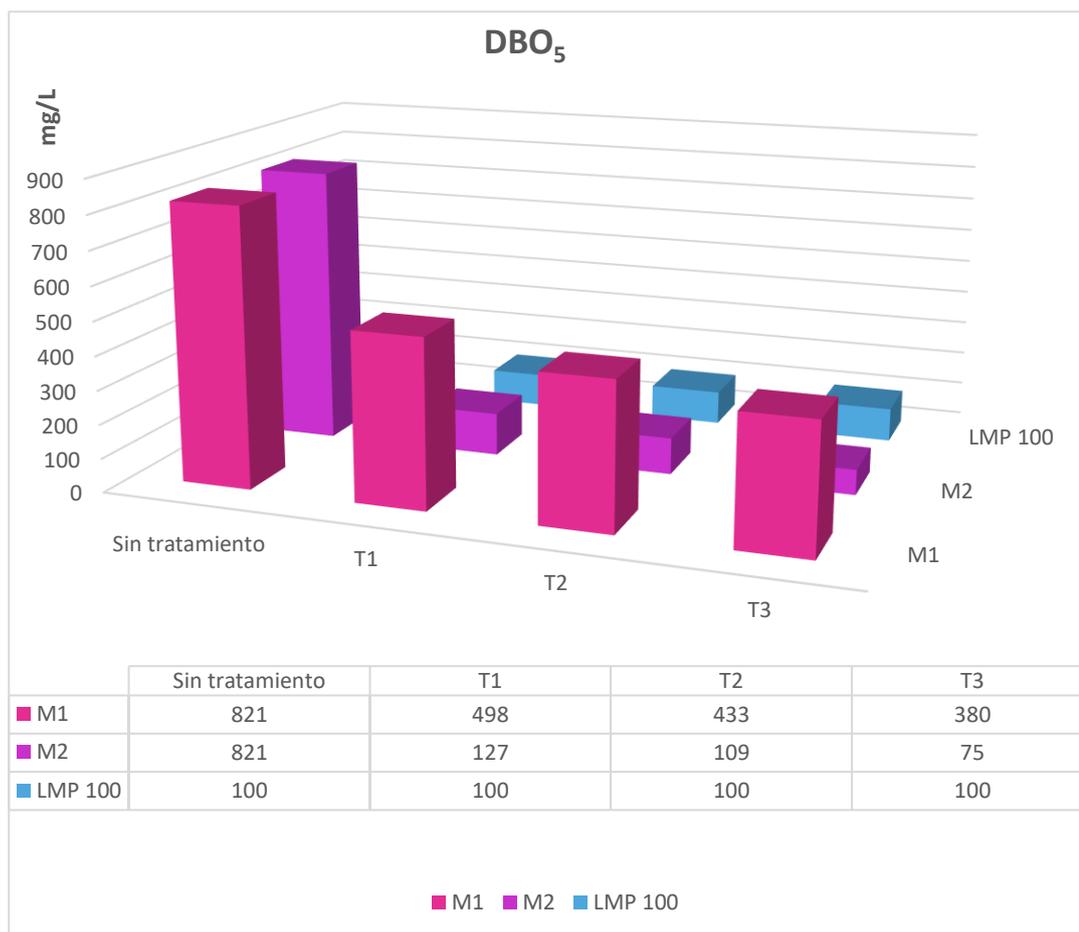


**Fuente:** Tabla N° 7: Resultados de análisis de parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli – post tratamiento.

**Interpretación:** En el gráfico N° 9 se puede observar la variación del parámetro turbiedad de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu en los tratamientos T1, T2 y T3.

Pudimos observar la turbiedad varía significativamente desde la primera toma de muestra post tratamiento. En el tratamiento T1 varía de 339 UNT a 9.06 UNT y luego a 3.07 UNT; mientras que en el tratamiento T2 varía de 339 que fue la muestra inicial a 20.7 UNT y queda en 4.28 UNT; finalmente en el tratamiento T3 UNT también sufre una variación desde la muestra inicial 339 UNT a 7.48 UNT y llega a 1.58 UNT. Este parámetro no está contemplado en los LMP - DS N° 003-2010- MINAM.

**Gráfico N° 10: Medición de DBO<sub>5</sub> en los tratamientos T1, T2 y T3.**

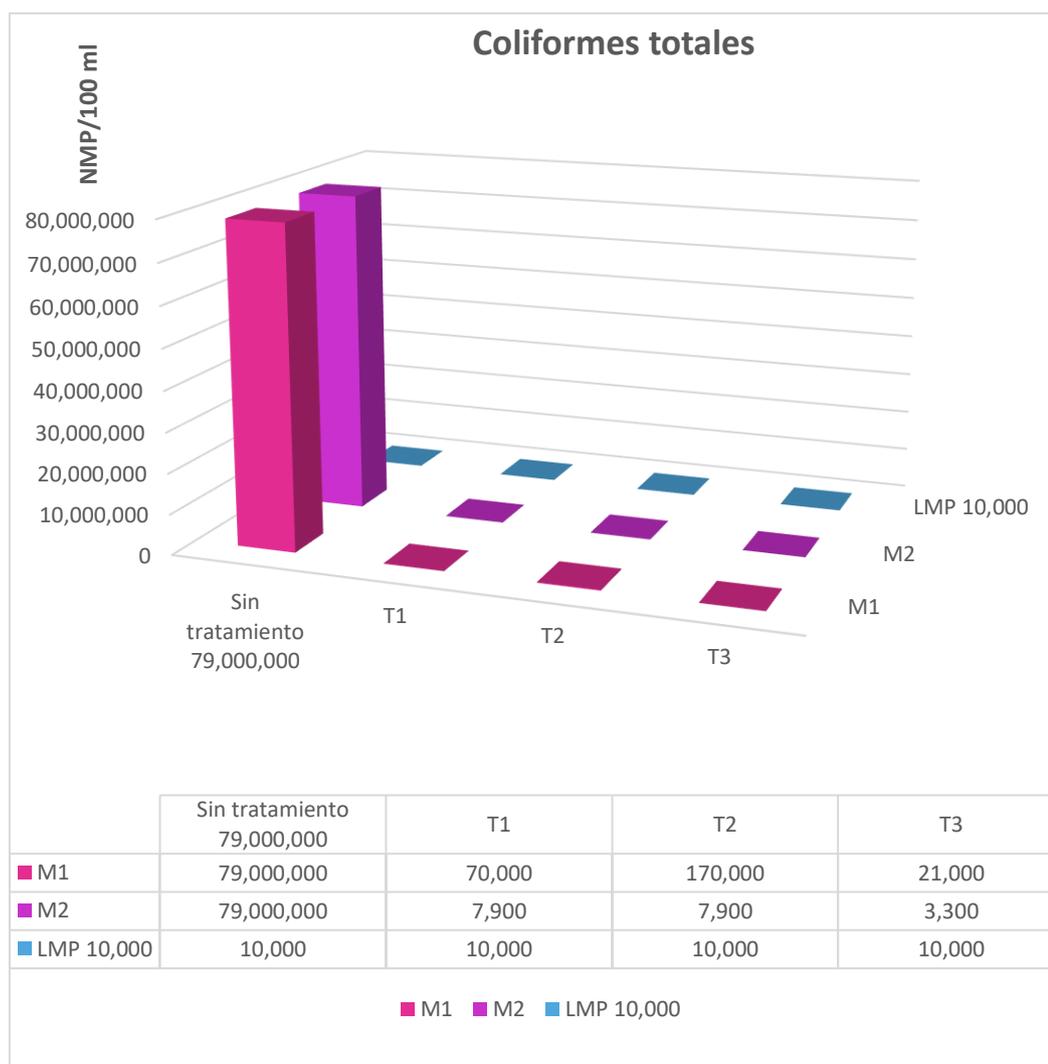


**Fuente:** Tabla N° 7: Resultados de análisis de parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, STS, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli – post tratamiento.

**Interpretación:** La Demanda bioquímica de oxígeno DBO<sub>5</sub> es la cantidad de oxígeno disuelto que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica presente en las aguas residuales; es así que a mayor concentración de DBO<sub>5</sub> existe menos oxígeno disuelto en el agua.

En el gráfico 10 se evidencia la variación del parámetro DBO<sub>5</sub> que disminuye significativamente desde la primera toma de muestra post tratamiento. En el tratamiento T1 varía de 821 mg/L a 127 mg/L de la última muestra, en el tratamiento T2 varía de 821 mg/L hasta 109 mg/L y en el tratamiento T3 varía de 821 mg/L hasta 75 mg/L; en este último tratamiento se logró alcanzar lo establecido los LMP- DS N° 003-2010- MINAM, ya que en este se señala que la concentración máxima de DBO<sub>5</sub> debe ser 100 mg/L.

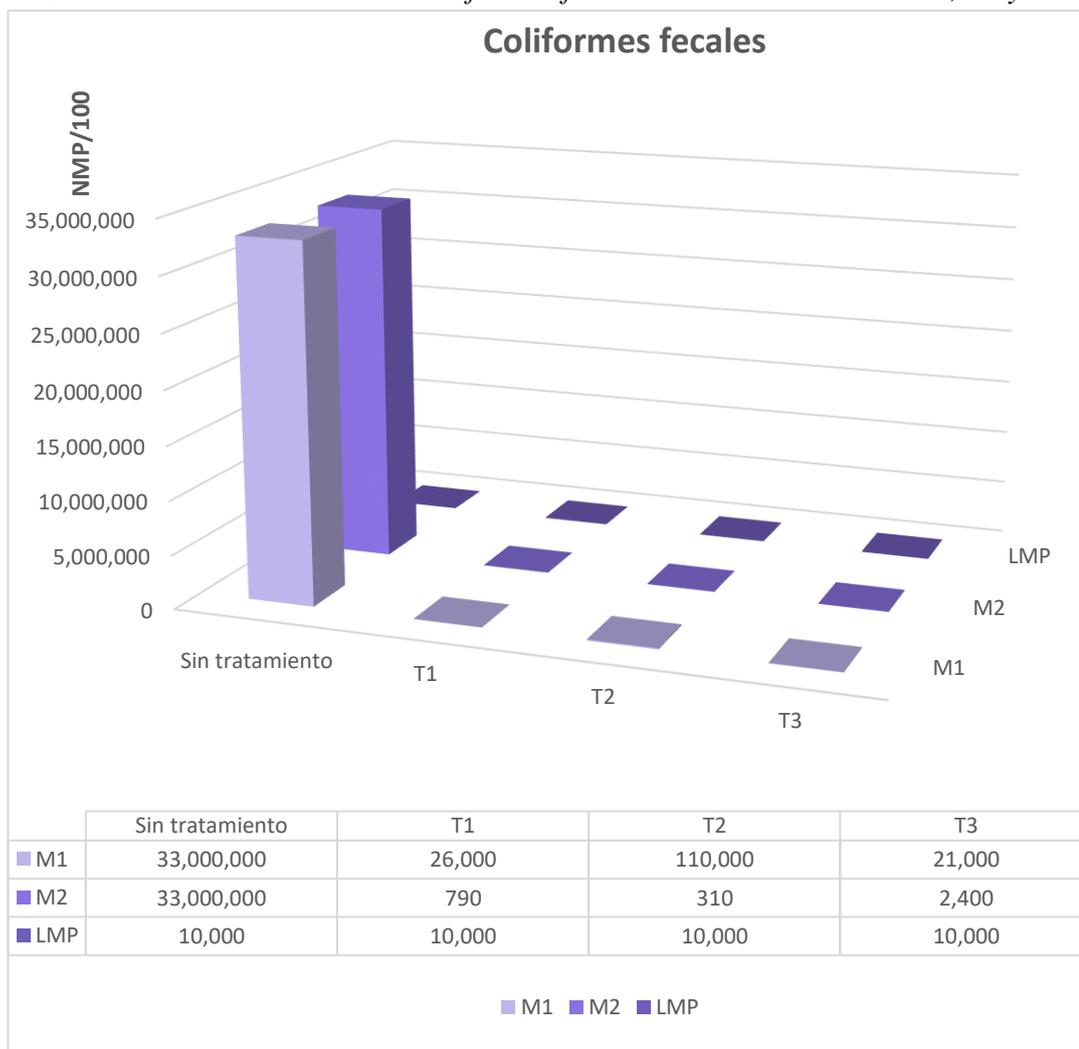
**Gráfico N° 11:** Medición de Coliformes totales en los tratamientos T1, T2 y T3.



**Fuente:** Tabla N° 7: Resultados de análisis de parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli – post tratamiento.

**Interpretación:** Según el gráfico 11, el parámetro de Coliformes totales contaba con una concentración de 79 000 000 NMP/100, con la aplicación de los 3 tratamientos, esta concentración varía, siendo que en el T1 va de los 70 000 NMP/100 hasta los 7 9000 NMP/100, en el T2 varía de 170 000 NMP/100 a 7 900 NMP/100 y en el T3 varía de 21 000 a 3 300. En los tratamientos T1, T2 y T3, todos en la segunda muestra lograron alcanzar lo establecido los LMP- DS N° 003-2010- MINAM, ya que en este se señala que la concentración máxima de Coliformes totales debe ser 10,000 NMP/100 ml.

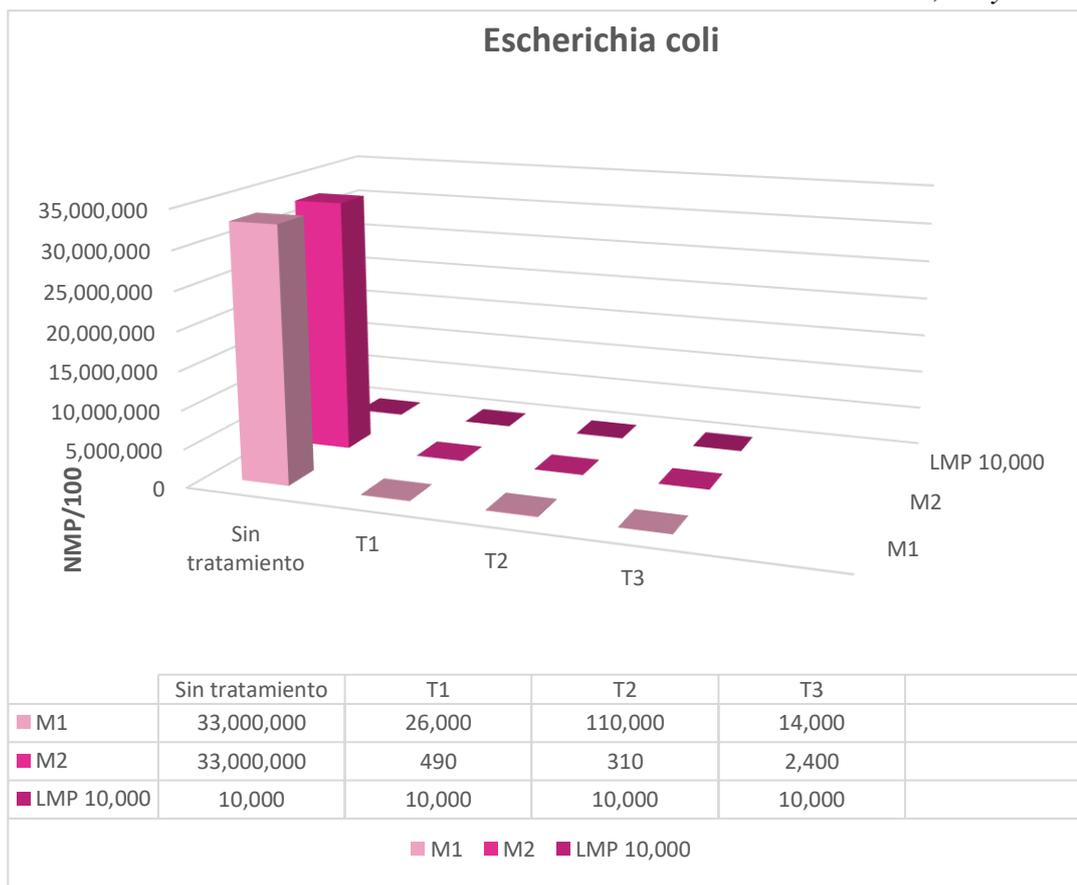
**Gráfico N° 12:** Medición de Coliformes fecales en los tratamientos T1, T2 y T3.



**Fuente:** Tabla N° 7: Resultados de análisis de parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, STS, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli – post tratamiento.

**Interpretación:** En el gráfico 12 encontramos al parámetro de Coliformes fecales con una concentración de 33 000 000 NMP/100, con la aplicación de los 3 tratamientos, esta concentración varía, siendo que en el T1 va de los 33 000 NMP/100 hasta los 790 NMP/100, en el T2 varía de 33 000 000 NMP/100 a 310 NMP/100 y en el T3 varía de 21 000 a 3 300. En los 3 tratamientos se logró alcanzar lo establecido los LMP - DS N° 003-2010- MINAM, ya que en este se señala que la concentración máxima de Coliformes fecales debe ser 10,000 NMP/100 ml.

**Gráfico N° 13: Medición de Escherichia coli en los tratamientos T1, T2 y T3.**



**Fuente:** Tabla N° 7: Resultados de análisis de parámetros: pH, Turbiedad, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli – post tratamiento.

**Interpretación:** En el gráfico 13 encontramos al parámetro de Escherichia coli con una concentración de 33 000 000 NMP/100, con la aplicación de los 3 tratamientos, esta concentración varía, siendo que en el T1 va de los 33 000 NMP/100 hasta los 490 NMP/100, alcanzando así lo establecido en los LMP - DS N° 003-2010-MINAM, lo mismo ocurre en el T2 varía de 33 000 000 NMP/100 a 310 NMP/100, mientras que en el T3 varía de 33 000 000 a 2 400, cumpliendo también con lo establecido en los LMP.

### 3.3. Evaluación de la eficiencia del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para el tratamiento de las aguas residuales doméstica de la quebrada Charhuayacu.

Para poder evaluar la eficiencia del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), se utilizó la fórmula de eficiencia de remoción de aguas residuales, siendo esta:

$$E = \frac{(C_0 - C)}{C} * 100$$

Dónde:

E= Eficiencia de remoción del tratamiento (%).

C<sub>0</sub>=Concentración inicial.

C= Concentración final.

Tomamos como C<sub>0</sub> a la concentración inicial de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu sin tratamiento y como C la concentración final de la muestra tomada de los tanques ya tratada con jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*).

### 3.3.1. % de eficiencia del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) en la remoción de turbiedad.

#### Tratamiento 1 (T1)

$$E = \frac{(339 - 3,07)}{339} * 100 \Rightarrow E = 99.09\%$$

#### Tratamiento 2 (T2)

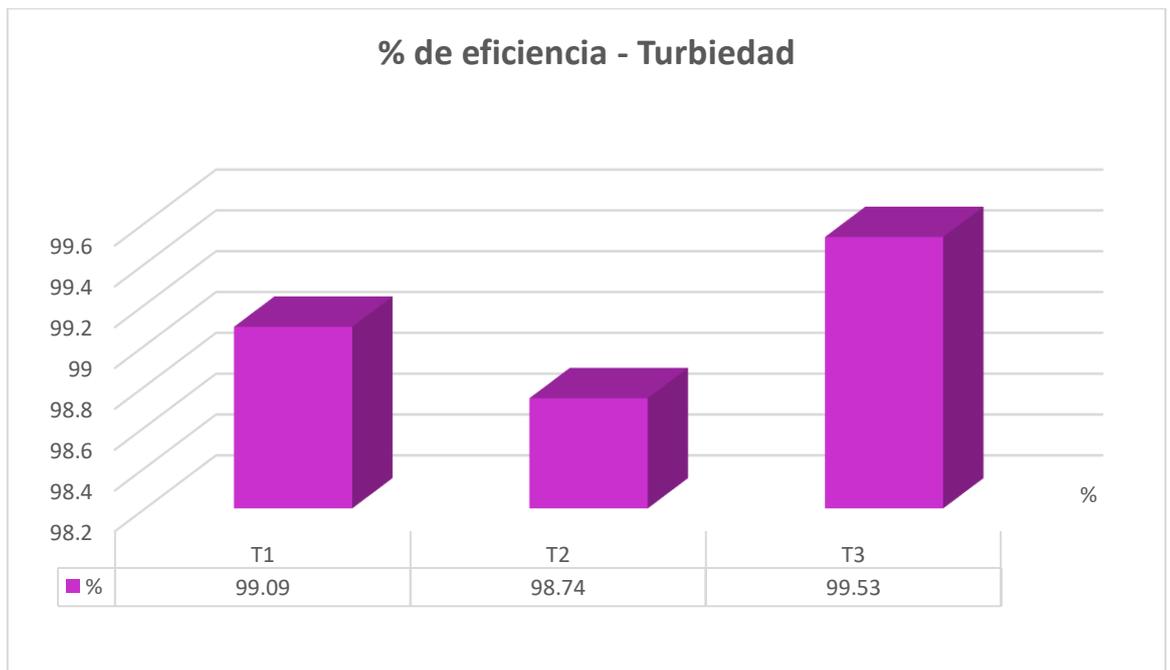
$$E = \frac{(339 - 4,28)}{339} * 100 \Rightarrow E = 98.74\%$$

#### Tratamiento 3 (T)

$$E = \frac{(339 - 1,58)}{339} * 100 \Rightarrow E = 99.53\%$$

Porcentaje promedio de eficiencia de remoción de turbiedad: 99.12%

**Gráfico N° 14:** % de eficiencia de tratamientos: T1, T2 Y T3



Fuente: Datos de la tabla N° 5

**Interpretación:** El gráfico N° 14, podemos observar que cada tratamiento tuvo diferente remoción, tomando en cuenta que el agua inicialmente tenía una concentración de turbiedad de 339 UNT. Luego de los 40 días de tratamiento de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, del sector Shango con jacinto de agua, se obtuvo que el Tratamiento 1(T1) tuvo 99,09 % de eficiencia de remoción, el Tratamiento 2 (T2) alcanzó el 98,74% de eficiencia de remoción y el Tratamiento 3 (T3) el 99,53% de eficiencia de remoción. Siendo el Tratamiento T3 el que alcanzó mayor porcentaje de eficiencia.

### **3.3.2. % de eficiencia del del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) en la remoción de DBO<sub>5</sub>.**

#### **Tratamiento 1 (T1)**

$$E = \frac{(821 - 127)}{821} * 100 \Rightarrow E = 84.53\%$$

#### **Tratamiento 2 (T2)**

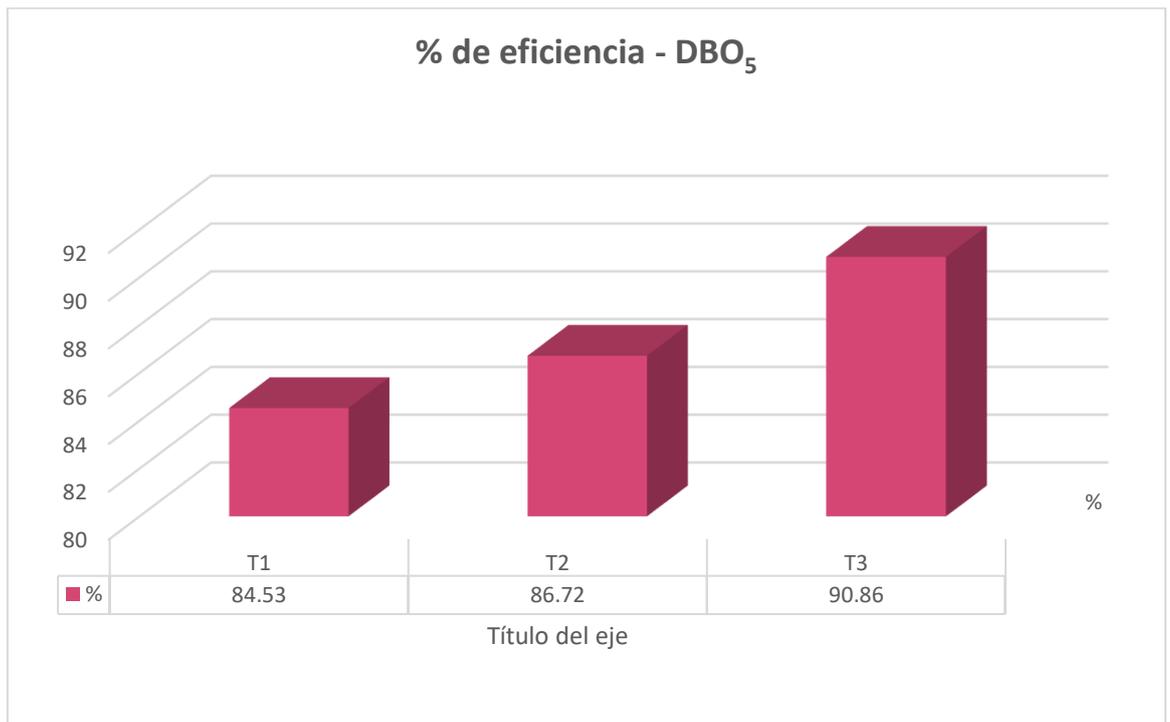
$$E = \frac{(821 - 109)}{821} * 100 \Rightarrow E = 86.72\%$$

#### **Tratamiento 3 (T)**

$$E = \frac{(821 - 75)}{821} * 100 \Rightarrow E = 90.86\%$$

Porcentaje promedio de eficiencia de remoción de DBO<sub>5</sub>= 87.37%

**Gráfico N° 15: % de eficiencia de tratamientos: T1, T2 Y T3**



*Fuente: Datos de la tabla N° 5*

**Interpretación:**

En el gráfico N° 15, se observa que varía el porcentaje de remoción, por lo tanto de eficiencia de cada tratamiento. El parámetro DBO inicialmente tenía una concentración de 821 mg/L; pasados los 40 días de tratamiento de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, del sector Shango con jacinto de agua, se obtuvo que el Tratamiento 1(T1) tuvo 84,53% de eficiencia de remoción, el Tratamiento 2 (T2) alcanzó el 86,72% de eficiencia de remoción y el Tratamiento 3 (T3) el 99,86% de eficiencia de remoción. Entonces podemos decir que es el Tratamiento T3 el que alcanzó mayor porcentaje de eficiencia.

**3.3.3. % de eficiencia del del jacinto de agua (Eichhornia crassipes) en la remoción de Coliformes totales.**

**Tratamiento 1 (T1)**

$$E = \frac{(79\,000\,000 - 7\,900)}{79\,000\,000} * 100 \Rightarrow E = 99.99\%$$

**Tratamiento 2 (T2)**

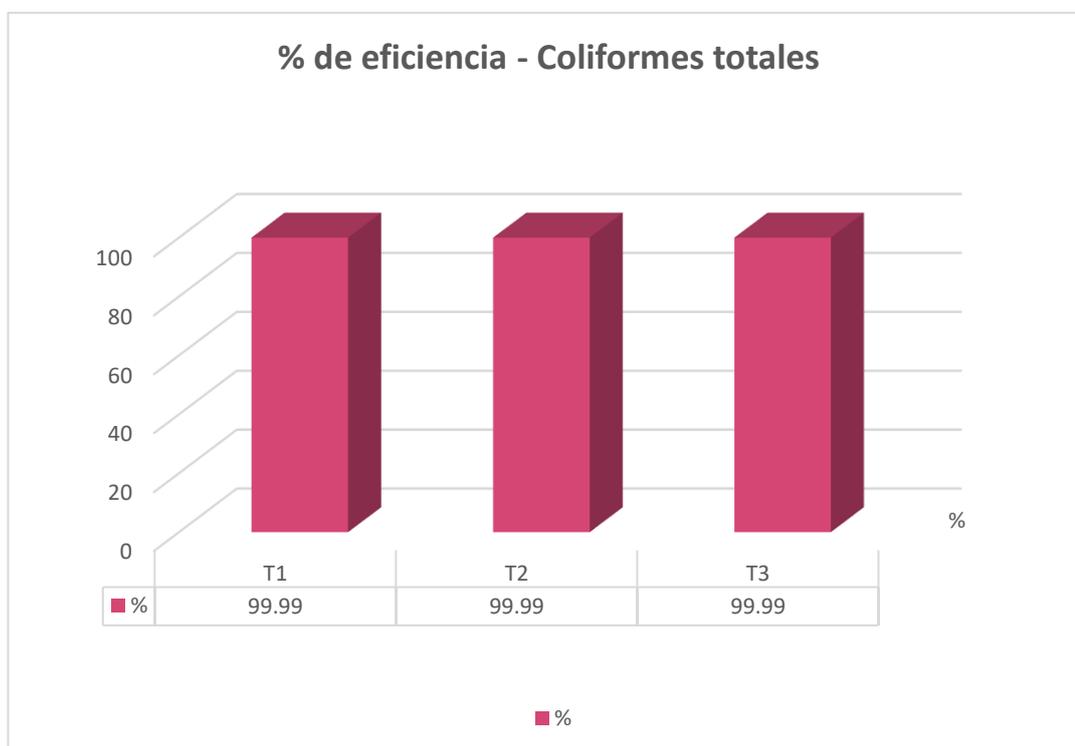
$$E = \frac{(79\,000\,000 - 7\,900)}{79\,000\,000} * 100 \Rightarrow E = 99.99\%$$

### Tratamiento 3 (T)

$$E = \frac{(79\,000\,000 - 3\,300)}{79\,000\,000} * 100 \Rightarrow E = 99.99\%$$

Porcentaje promedio de eficiencia de remoción de Coliformes totales:  
99.99%

**Gráfico N° 16:** % de eficiencia de tratamientos: T1, T2 Y T3



*Fuente:* Datos de la tabla N° 5

### Interpretación:

El gráfico N° 16, nos muestra que el porcentaje de eficiencia de remoción en este parámetro no varía, Este parámetro Coliformes totales tenía una concentración inicial de 70 000 000 NMP/100 ; las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, del sector Shango fueron tratadas durante 40 días con jacinto de agua, obteniendo así que el Tratamiento 1(T1) tuvo 99,99% de eficiencia de remoción, el Tratamiento 2 (T2) alcanzó el 99,99% de eficiencia de remoción y el Tratamiento 3 (T3) el 99,99% de eficiencia de remoción. Los tres tratamientos tuvieron el mismo porcentaje de eficiencia de remoción.

### 3.3.4. % de eficiencia del del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) en la remoción de Coliformes fecales.

#### Tratamiento 1 (T1)

$$E = \frac{(33\ 000\ 000 - 790)}{33\ 000\ 000} * 100 \Rightarrow E = 99.99\%$$

#### Tratamiento 2 (T2)

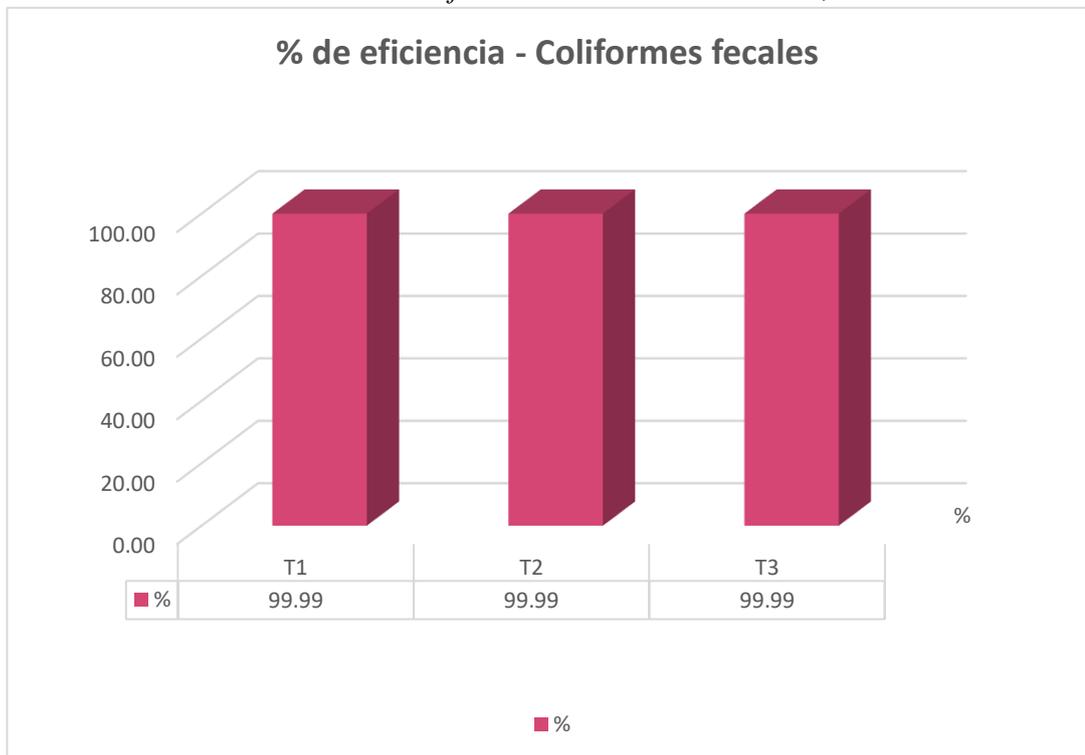
$$E = \frac{(33\ 000\ 000 - 310)}{33\ 000\ 000} * 100 \Rightarrow E = 99.99\%$$

#### Tratamiento 3 (T)

$$E = \frac{(33\ 000\ 000 - 2\ 400)}{33\ 000\ 000} * 100 \Rightarrow E = 99.99\%$$

Porcentaje promedio de eficiencia de remoción de Coliformes fecales:  
99.99%

**Gráfico N° 17:** % de eficiencia de tratamientos: T1, T2 Y T3



*Fuente:* Datos de la tabla N° 5

#### Interpretación:

El gráfico N° 17, nos muestra que el porcentaje de eficiencia de remoción en este parámetro no varía, Este parámetro Coliformes fecales tenía una concentración inicial de 33 000 000 NMP/100 ; las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, del sector Shango fueron tratadas durante 40 días con jacinto de agua,

obteniendo así que el Tratamiento 1(T1) tuvo 99,99% de eficiencia de remoción, el Tratamiento 2 (T2) alcanzó el 99,99% de eficiencia de remoción y el Tratamiento 3 (T3) el 99,99% de eficiencia de remoción. Los tres tratamientos tuvieron el mismo porcentaje de eficiencia de remoción.

### 3.3.5. % de eficiencia del del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) en la remoción de *Escherichia coli*.

#### Tratamiento 1 (T1)

$$E = \frac{(33\ 000\ 000 - 490)}{33\ 000\ 000} * 100 \Rightarrow E = 99.99\%$$

#### Tratamiento 2 (T2)

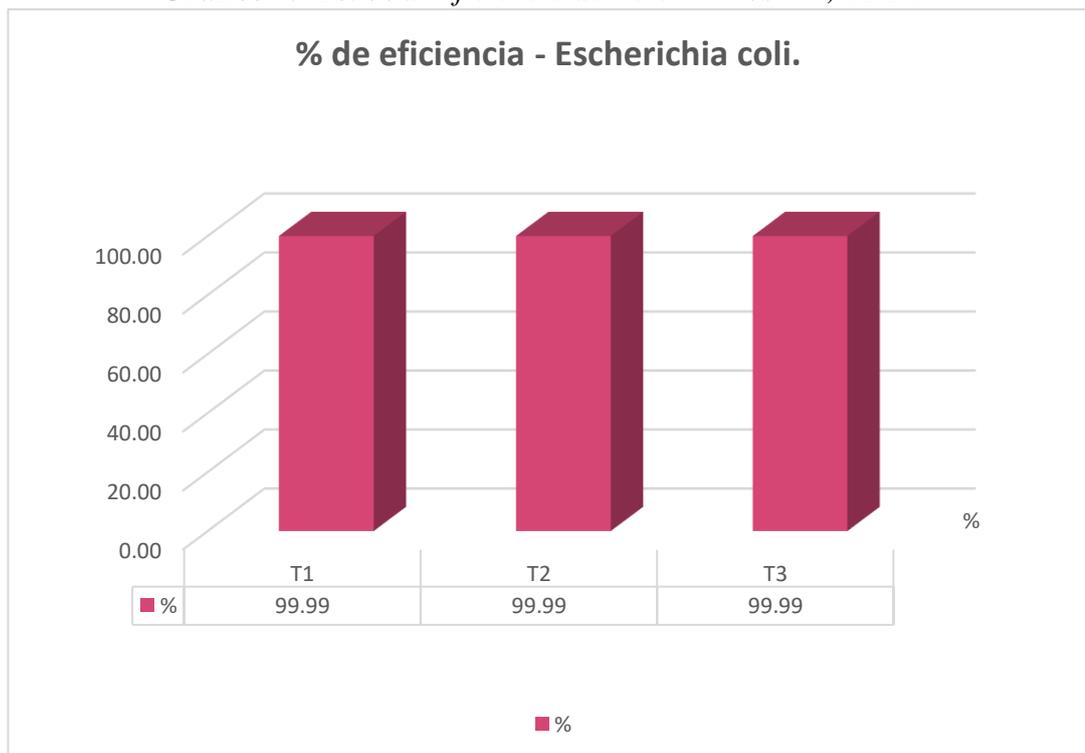
$$E = \frac{(33\ 000\ 000 - 310)}{33\ 000\ 000} * 100 \Rightarrow E = 99.99\%$$

#### Tratamiento 3 (T)

$$E = \frac{(33\ 000\ 000 - 2\ 400)}{33\ 000\ 000} * 100 \Rightarrow E = 99.99\%$$

Porcentaje promedio de eficiencia de remoción de *Escherichia coli*: 99.99%

**Gráfico N° 18:** % de eficiencia de tratamientos: T1, T2 Y T3

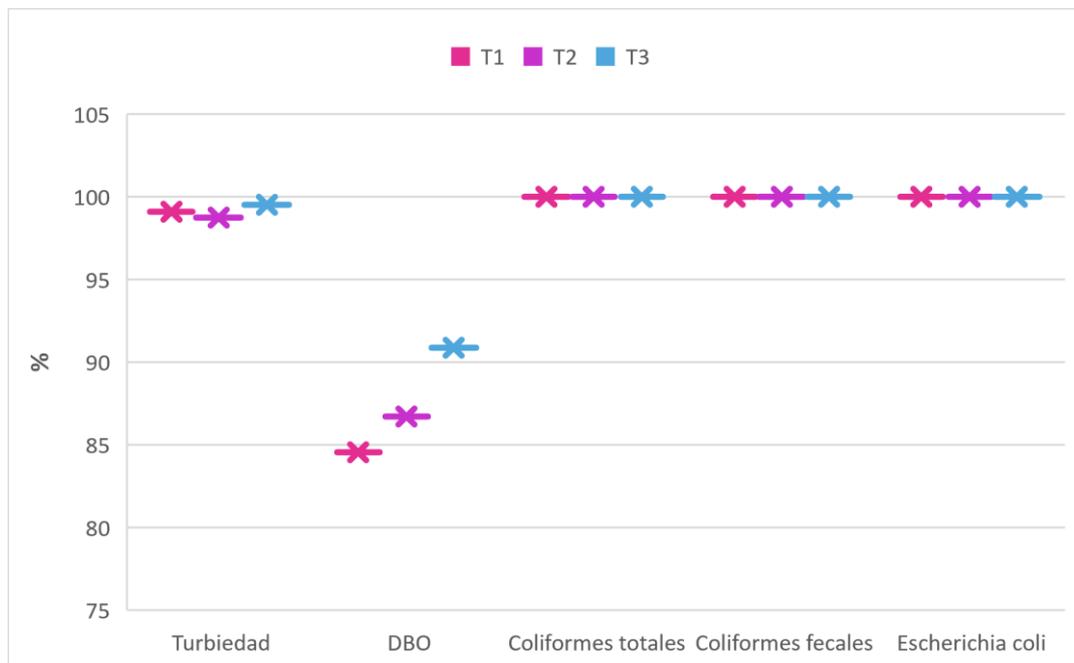


Fuente: Datos de la tabla N° 5

**Interpretación:**

El gráfico N° 18, Observamos que el porcentaje de eficiencia de remoción en este parámetro no varía entre u tratamiento y otro, este parámetro Eschierichia coli tenia una concentración inicial de 33 000 000 NMP/100 ; luego del tratamiento, se obtuvo que el Tratamiento 1(T1) alcanzó el 99,99% de eficiencia de remoción, el Tratamiento 2 (T2) alcanzó el 99,99% de eficiencia de remoción y el Tratamiento 3 (T3) el 99,99% de eficiencia de remoción. Los tres tratamientos tuvieron el mismo porcentaje de eficiencia de remoción.

**Gráfico N° 19:** % total de eficiencia de tratamientos: T1, T2 Y T3 de los parámetros turbiedad, DBO, Coliformes totales, coliformes fecales y Escherichia coli.



Fuente: Gráficos: 14, 15, 16, 17 y 18.

**Interpretación:** En el gráfico N° 19 podemos apreciar el porcentaje de remoción de todos de los parámetros turbiedad, DBO, Coliformes totales, coliformes fecales y Escherichia coli del agua residual doméstica de la quebrada Charhuayacu.

El promedio de remoción en los tres tratamientos es de 97.3%. Es así que se concluye que el uso de jacinto de agua si es eficiente para tratamiento de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango, además de que el Tratamiento con mayor eficiencia fue el tratamiento T3.

**Contrastación de la hipótesis:**

De los resultados obtenidos durante la presente investigación, se concluye que el nivel de eficiencia en los 3 tratamientos fue óptimo, ya que en todos ellos su porcentaje de remoción fue mayor al 80 % llegando hasta el 99% en el caso de Escherichia coli, coliformes totales y coliformes fecales, además de haber logrado en los tres tratamientos T1, T2 y T3 cumplir con lo establecido en los LMP establecidos en el D.S. N° 003-2010 – MINAM ; por lo tanto, se acepta la H1 y se rechaza la H0.

#### IV. DISCUSIÓN:

La finalidad de este trabajo fue demostrar la eficiencia que el jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) tiene para ser utilizada como tratamiento para las aguas residuales domésticas de esta quebrada, por lo que se llevó a cabo el proceso de investigación y experimentación, que nos permitió obtener resultados que contrastan con trabajos como el de Barrios (2018) quien concluye, en su trabajo: “Fitorremediación como alternativa de solución a la remediación de aguas residuales con cargas de material pesado”, que las especies acuáticas que provienen de sistemas de humedal como la *Eichhornia crassipes*, *Lemna minor* y *Azolla filiculoides* tienen características acumuladoras que las hacen idóneas para utilizarlas en procesos de fitorremediación, el uso de estas plantas es conveniente para dar solución a los problemas ambientales. En contraste con lo obtenido en los resultados de nuestro trabajo concordamos con lo antes expuesto, ya que el porcentaje de remoción en el presente trabajo, hace evidencia de las cualidades de esta planta para fitorremediar; ya que removió los parámetros físicos, químicos y biológicos entre 80% y 90% y en el caso de esta quebrada ayudaría en gran proporción a mitigar el problema de contaminación que existe en este cuerpo de agua. Del mismo modo Roldán y Álvarez (2002), al realizar una investigación con base en los estudios de remoción de compuestos tóxicos por plantas acuáticas (*Eichhornia crassipes*) en la fábrica de IMUSA S.A.-Antioquia Colombia, comprobaron con sus resultados que el uso de esta planta si es eficiente para la remoción de diferentes contaminantes, concluyen que se puede considerar este tratamiento como una alternativa ecológica y económicamente viable, tanto para el tratamiento de aguas municipales domésticas como industriales; estos datos concuerdan con los obtenidos en este trabajo, ya que se comprobó que el tratamiento con jacinto de agua es eficiente en la remoción de parámetros físico químicos y microbiológicos, además de que por el costo que se tuvo que hacer y los resultados, sabemos que sería una alternativa ecológica, ya que sería mediante el uso de plantas y económica, porque las plantas se pueden adquirir de cuerpos de agua cercanas. Caso similar es el de Ayala, Calderón, Rascón, Gómez, Collazos (2018), quienes con su trabajo “Fitorremediación de las aguas residuales domésticas utilizando *Eichhornia crassipes*, *Nymphoides humboldtiana* y *Nasturtium officinale*” llegan a la conclusión de que la especie *Eichhornia crassipes* obtuvo una eficiencia promedio de remoción de parámetros físico químicos y microbiológicos del 81.11%, del mismo modo en la

presente investigación la macrófita jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) alcanzó una eficiencia promedio de remoción de 97.29%.

Perales (2018) en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental titulada “Tratamiento de aguas residuales domésticas por fitorremediación con *Eichhornia crassipes* en la zona rural del caserío de Santa Catalina Moyobamba 2017” concluye que la especie jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) es una alternativa costo efectiva para este propósito, y tiene una importante tolerancia en el manejo de aguas contaminadas. Teoría que aprobamos, ya que el nivel de degradación de las aguas residuales de la quebrada Charhuayacu antes de ser tratadas con estas macrófitas era elevado, la concentración de coliformes totales fue de 79 000 000 NMP/100 ml, la concentración de coliformes fecales y de *Escherichia coli* fue de 33 000 000 NMP/100 ml, la concentración de turbiedad fue de 339 UNT; concentraciones que si se comparan con los LMP están dentro de los límites.

## V. CONCLUSIÓN:

Concluimos que:

- ✓ Con la toma inicial de muestras de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango de la ciudad de Moyobamba, se pudo evidenciar el alto grado de contaminación existente, en este cuerpo de agua, por lo que era aplicable un tratamiento con esta especie macrófitas.
- ✓ Las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango fueron sometidas al tratamiento con jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), las mismas que pasados los 40 días de tratamiento presentaron una disminución significativa en las concentraciones de sus parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.
- ✓ Se demostró la eficiencia de la planta jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba.
- ✓ El tratamiento con más alto % de eficiencia fue el tratamiento T3 con 30 individuos de jacinto de agua, removió entre 90.86 % y 99.99% en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que fueron analizados.
- ✓ Un factor negativo del uso de esta planta son la proliferación de insectos, en el caso de este trabajo se evidenció la presencia de zancudos y sus larvas en las aguas tratadas.

## **VI. RECOMENDACIONES:**

- ✓ Se recomienda para futuras investigaciones tener en cuenta los posibles problemas que podrían ocasionar factores como el clima, tiempo, etc, para que se tenga el cuidado necesario al realizar este tipo de experimentos.
- ✓ Se recomienda a futuros a futuros investigadores a tomar las precauciones necesarias para contrarrestar los factores negativos de este tipo de experimento, como lo es la presencia de zancudos debido a su proliferación en las aguas utilizadas para realizar los tratamientos.
- ✓ Se insta a los gobiernos locales a prestar más atención al problema de contaminación existente en esta quebrada, ya que representa un constante malestar para los vecinos de la zona , que día a día tienen que convivir con los malos olores, presencia de animales carroñeros, insectos, roedores, etc, además del riesgo para la salud, en especial para los más pequeños quienes sin medir el peligro que esto representa juegan a orillas de este cuerpo de agua, exponiéndose potencialmente a contraer alguna enfermedad o a accidentarse en este lugar.
- ✓ Se recomienda profundizar los estudios de estas plantas macrófitas, y así poder darles el uso debido, ya que podrían ser una alternativa económica y eficiente para mitigar el problema de contaminación de los cuerpos de agua que se ubican cerca de las zonas, motivo por el cual se convierten en agentes receptores de aguas residuales domésticas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- A. DELGADILLO, C. González, F. Prieto, J. Villagómez y O. Acevedo, *fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación*, Tropical and Subtropical Agroecosystems, vol. 14, pp. 597-612. 2011.
- GARCÍA, Z. Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas. Tesis de pre-grado. Facultad de Ingeniería Ambiental-Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. (2012).
- AYALA Tocto Rosmery Y., Calderón Ordoñez Edith, Rascón Jesús, Gómez Ramírez Víctor Hugo, Collazos Silva Roiser Fitorremediación de aguas residuales domésticas utilizando las especies *Eichhornia crassipes*, *Nymphoides humboldtiana*, *Nasturtium officinale*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A), Instituto de Investigación para el desarrollo sustentable de ceja de selva – Chachapoyas, Universidad Nacional de Jaén (UNJ), Jaén. Revista de Investigación agro producción sustentable pag. 48-53, 2018.
- BARROS, “Fitorremediación como Alternativa de solución a la descontaminación de aguas residuales con cargas de materiales pesado”. Tesis de posgrado, Especialización de Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales. Universidad Militar de Nueva Granada, Bogotá, Colombia. 2018.
- E. GONZÁLEZ, «Concepto y estrategias de biorremediación» - vol.1nº 1, pp. 20-29. 2011.
- FRIONI, L. *Microbiología: básica, ambiental y agrícola*. Orientación Grafica Editora. (2011).
- FERNÁNDEZ Cirelli, Alicia *El Agua: recurso esencial*. *Química Viva*, vol 11, pp. 147 – 170. Buenos Aires, Argentina. 2012.
- HERRERA Pedraza “Eficiencia de *Eichhornia crassipes* y *Lemna spp* nativas en humedales artificiales, remoción de sulfonato de alquilbenceno lineal, detergentes en aguas residuales domésticas, Moyobamba 2017”, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario, Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto., 2018.

- M. GUEVARA y L. Ramírez, «*Eichhornia crassipes*, su invasividad y potencial fitorremediador,» la granja: revista de las ciencias, vol. 22, nº 2, pp. 5-11. 2015
- M. JARAMILLO y E. Flores,. *Fitorremediación mediante el uso de dos especies vegetales Lemna minor (Lenteja de agua), y Eichhornia crassipes (Jacinto de agua) en aguas residuales producto de la actividad minera., Cuenca, 2012*
- ORTEGA P. Luis La hidrósfera: *Contaminación. CTMA IES Santiago Grisolia.* (2015)
- PAREDES, J. *Optimización de la fitorremediación de mercurio en humedales de flujo continuo empleando Eichhornia crassipes.* Tesis de posgrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. (2015).
- PERALES Vásquez, “*Tratamiento de aguas residuales domésticas por fitorremediación con Eichhornia crassipes en la zona rural del caserío Santa Catalina Moyobamba 2017*”, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto 2018.
- PEPPER, I.L., Gerba, Ch. P. y Brusseau, M.L. (Eds). *Pollution Science*, Academic Press, UK. (1996).

## **ANEXOS:**

### Anexo 1: Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnicas e Instrumentos
<p><b>Principal:</b></p> <p>¿Será eficiente el jacinto de agua (Eichhornia crassipes) para el tratamiento de aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019?</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>¿Cuáles son las características físico químicas y microbiológicas de las aguas residuales domésticas, antes y después del tratamiento con densidades de 10, 20 y 30 individuos de jacinto de agua</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Evaluar la eficiencia del jacinto de agua (eichhornia crassipes) para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>Analizar las características físico químicas y microbiológicas, de las aguas residuales domésticas antes (pre) y después (post) del tratamiento con densidades de 10, 20 y 30 individuos de jacinto de agua (Eichhornia crassipes), en la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019.</p>	<p><b>H0:</b> El jacinto de agua (eichhornia crassipes) NO es eficiente para el tratamiento de aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019.</p> <p><b>H1:</b> El jacinto de agua (eichhornia crassipes) ES eficiente para el tratamiento de aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019.</p>	<p><b>Técnicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Análisis documentario.</li> <li>- Análisis de agua</li> <li>-Control de especie.</li> </ul> <hr/> <p><b>Instrumentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cadena de Custodia.</li> </ul>

(*Eichhornia crassipes*), en la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019?

¿Cuál de los tratamientos con densidades de T1, T2 y T3 (de 10, 20 y 30 individuos de jacinto de agua respectivamente) es el más eficiente para la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019?

Determinar cuál de los tratamientos es más eficiente para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu, sector Shango, Moyobamba 2019.

<b>Diseño de investigación</b>	<b>Población y muestra</b>	<b>Variables y Dimensiones:</b>
Diseño pre experimental.	<p><b><u>Población:</u></b> 0,074 m<sup>3</sup>/s.</p> <p><b><u>Muestra:</u></b> 450 litros de agua residual doméstica de la quebrada Charhuayacu, sector Shango.</p>	<p><b><u>Independiente:</u></b> Jacinto de agua “<i>Eichhornia crassipes</i>”</p> <p><b><u>Dependiente:</u></b> Aguas residuales</p>

Fuente: Tesis” EJA(EC)TARD-QCH-SSH-M 2019”



**LABORATORIO INTERMEDIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS Y AGUAS**  
**SOLICITUD DE ENSAYO / CADENA DE CUSTODIA**

**AGUAS**

Edición: 1  
 Pág. 2 de 2

COD. CAMPO	COD. LAB CAMPO (1)	PARAMETROS MEDIDOS EN CAMPO (9)	PARAMETROS FISICOQUIMICO (contenidos)	(10) PARAMETROS MICROBIOLOGICOS					
				Bacteria heterotofica	Coliformos totales	Coliformos termotolerantes	Escherichia coli	Salmonella sp.	Pseudomonas sp.
			pH ( ) Dureza ( ) Alcalinidad ( ) Conductividad ( ) color ( )						
			pH ( ) Dureza ( ) Alcalinidad ( ) Conductividad ( ) color ( )						
			pH ( ) Dureza ( ) Alcalinidad ( ) Conductividad ( ) color ( )						
			pH ( ) Dureza ( ) Alcalinidad ( ) Conductividad ( ) color ( )						

En responsabilidad del solicitante la información que sigue en el presente formulario, solo esta información será considerada en el Informe de Ensayo.  
 El laboratorio no es responsable de muestras sin etiqueta de identificación, así mismo debe estar autorizada mediante oficio por el establecimiento o Red de Salud correspondiente.

Revisión de la solicitud en Lab Analítico (no llenar) ..... Responsable: .....  
 Causas de no aceptación de la muestra .....  
 Fecha: ..... Firma: .....

**NOMBRES Y APELLIDOS DEL SOLICITANTE** ..... **DNI N°** ..... **Firma:** .....

**NOTA:**  
 En solicitante, consignar Puerto de Salud, Centro de Salud, Hospital, Red de Salud u otros.  
 (1), (6), (7), (8) debe ser llenado estrictamente por personal de laboratorio de alimentos.  
 (9) Información obligatoria, para muestras de agua de consumo/piscinas.  
 (10) Marcar con aspa el ensayo que solicita según la naturaleza de la muestra.

C: R. otro estado; CI: T. otro total; CI C: otro combinado

### Anexo 3: Informes de Resultados de Análisis De Parámetros DBO<sub>5</sub>, CT, CF, EC, Ph, Turbiedad.



#### INFORME DE ENSAYO 91326.01

FR-044

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 191022 01 DA  
**N° de Protocolo** : 91326.01  
**Cliente** : RAQUEL LUCANA PINTADO  
**Dirección legal del cliente** : JR. CAJAMARCA 401 - MOYOBAMBA  
**Muestra(s) declarada(s)** : Agua Residual  
**Procedencia de la Muestra** : Proportionado por el cliente  
**Nombre del Proyecto**: EFICIENCIA DEL LACINTO DE AGUA (TICHOYVINA CRASSPES) PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DE LA QUEBRADA GHARHUAYAGU, SECTOR SHANGO MOYOBAMBA 2019  
**Lugar de Muestreo**: ZONA DE ESTUDIO M01 - M02 - M03  
**Cantidad de Muestra(s) para ensayo** : 03 muestras.  
**Forma de Presentación** : 03 Frascos de Plastico de Primer uso por muestra  
**Identificación de la Muestra** : Cod Lab 10-44001-01  
 Cod Lab 10-44001-02  
 Cod Lab 10-44001-03  
**Fecha de recepción de muestra(s)** : 2019-12-04  
**Fecha de Inicio del Análisis** : 2019-12-04  
**Fecha de Emisión de Informe** : 2019-12-10

Código de Laboratorio		10-44-001-01	10-44-001-02	10-44-001-03	
Código de Muestra		M01	M02	M03	
Descripción del Punto de Muestreo		ZONA DE ESTUDIO	ZONA DE ESTUDIO	ZONA DE ESTUDIO	
Tipo de Muestra		Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	
Fecha / Hora de Muestreo		03-12-2019 09:04	03-12-2019 09:05	03-12-2019 09:05	
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados			Limite de Cuantificación de Metodo
<b>Fisicoquímicos</b>					
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	127.0	109.0	75.0	2.0
<b>Metodologías</b>					
Parámetro		Método de Referencia			
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO		SMEWW APHA 521 B WLF Part 510 B 23rd Ed 2017. Distillation-Cropper Demand (COD) 5.0 de 500 Test			



Graciela A. Rojas Paizán  
 C.B.P. 8505  
 Jefe de Laboratorio

Este informe de ensayo sólo es válido para las muestras recibidas en el presente informe. No pudiendo entenderse los resultados presentados a menos que se indique lo contrario. Los resultados no incluyen los datos de los métodos de control de calidad y los resultados de los ensayos de control de calidad de la muestra. El presente informe es un documento de trabajo de carácter confidencial y su divulgación a terceros constituye un delito contra la fe pública y se regirá por las disposiciones penales aplicables en la materia. © INSTITUTO DE TECNOLOGÍA Y SERVICIOS DE PERÚ S.A. - INSTITUTO DE TECNOLOGÍA Y SERVICIOS DE PERÚ S.A. Reservados todos los derechos. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad o parcialmente.

Pág. 1 de 1

Fecha de emisión: 2019-12-10

### INFORME DE ENSAYO 91320.03

Page 1

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 191022.01 DA  
**N° de Protocolo** : 91320.03  
**Cliente** : RAQUEL LUCANA PINTADO  
**Dirección legal del cliente** : JR. CAJAMARCA 401 MOYOBAMBA  
**Muestra(s) declarada(s)** : Agua Residual  
**Procedencia de la Muestra** : Preparado por el cliente  
**Nombre del Proyecto**: EFICIENCIA DEL JACINTO DE AGUA (EICHORNIA CRASSIPES) PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DE LA QUEBRADA CHARHUAYACU, SECRETO SHANGO, MOYOBAMBA 2019.  
**Lugar de Muestreo**: ZONA DE ESTUDIO M01 M02 M03  
**Cantidad de Muestra(s) para ensayo** : 03 muestras.  
**Forma de Presentación** : 03 Frascos de Plástico de Primer uso por muestra.  
**Identificación de la Muestra** : Cod. Lab.10-41003.01  
 Cod. Lab.10-41003.02  
 Cod. Lab.10-41003.03  
**Fecha de recepción de muestra(s)** : 2019-11-23  
**Fecha de Inicio del Análisis** : 2019-11-23  
**Fecha de Emisión de Informe** : 2019-11-29

Codigo de Laboratorio		10-41003.01	10-41003.02	10-41003.03	Limite de Cuantificación de Método
Codigo de Muestra		M01	M02	M03	
Descripción del Punto de Muestreo		ZONA DE ESTUDIO	ZONA DE ESTUDIO	ZONA DE ESTUDIO	
Tipo de Muestra		Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	
Fecha / Hora de Muestreo		22-11-2019 09:24	22-11-2019 09:29	22-11-2019 09:31	
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados			
<b>Fisicoquímicos</b>					
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	498.0	433.0	380.0	2.0

Metodologías		Método de Referencia
Parámetro		
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO		SM 5210 B-20-11 de 2017, Standard Oxygen Demand (COD) 5-Day BOD Test



  
 Jairo Grau A. Huayta  
 C.B.P. 8505  
 Jefe de Laboratorio

FIN DE DOCUMENTO

## INFORME DE ENSAYO 91316.01

FR 04H

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 191022.01 DA  
**N° de Protocolo** : 91316.01  
**Cliente** : RAQUEL LUCANA PINTADO  
**Dirección legal del cliente** : JR. CAJAMARCA 401 - MOYOBAMBA  
**Muestra(s) declarada(s)** : Agua Residual  
**Procedencia de la Muestra** : Proportcionada por el cliente  
**Nombre del Proyecto**: EFICIENCIA DEL JACINTO DE AGUA (EICHORNIA CRASSIPES) PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DE LA QUEBRADA CHARHUAYACU, SECRETO SHANGO, MOYOBAMBA 2019.  
**Lugar de Muestreo**: QUEBRADA CHARHUAYACU  
**Cantidad de Muestra(s) para ensayo** : 01 muestras  
**Forma de Presentación** : 01 Frascos de Vidrio Ambar  
**Identificación de la Muestra** : Cod. Lab.10 36001.01  
**Fecha de recepción de muestra(s)** : 2019-11-15  
**Fecha de Inicio del Análisis** : 2019-11-15  
**Fecha de Emisión de Informe** : 2019-11-21

Codigo de Laboratorio		10 25001.01	
Codigo de Muestra		TDJ1	
Descripción del Punto de Muestreo		QUEBRADA CHARHUAYACU	
Tipo de Muestra		Agua Residual	
Fecha / Hora de Muestreo		14-11-2019 08:25	
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados	Límite de Cuantificación de Método
Fisicoquímicos			
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	785.0	2.0

**Metodologías** :

Parámetro	Método de Referencia
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SM 521 B APHA AWWA WEF Part 5210 B 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5 Day H <sub>2</sub> O Test



  
 Day Grover A. Vayfalcón  
 C.R.P. 8505  
 Jefe de Laboratorio

FIN DE DOCUMENTO

El Informe de ensayo es una copia para el cliente y se emite en el presente informe, en poder del responsable de las conclusiones de la forma y responsabilidad de los datos que se han suministrado. Los resultados no están sujetos a un control de calidad interno del laboratorio, sino que se basan en los estándares de referencia de los métodos de ensayo utilizados. El presente informe es una copia de los datos de ensayo y no constituye un certificado de garantía de calidad. El presente informe es una copia de los datos de ensayo y no constituye un certificado de garantía de calidad. El presente informe es una copia de los datos de ensayo y no constituye un certificado de garantía de calidad.

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.  
 Págs. 1 de 1  
 Fecha de revisión 2019-08-15

**INFORME DE ENSAYO Nº 275 - 2019 - LICCAYA-HOSP.MINSA. II-1.MOY.**

**I.- DEL SOLICITANTE:** Srta. Raquel Lucana Pintado.  
Dirección: Jr. Cajamarca Nº 401 – Barrio Calvario - Moyobamba – San Martín.  
Motivo del ensayo: Tesis de investigación.

**II.- DATOS DEL MUESTREO:**

Localidad : Moyobamba  
Distrito : Moyobamba  
Provincia : Moyobamba  
Departamento: San Martín  
Fecha/Hora de muestreo: 14 – noviembre - 2019 – 08.25 a.m.  
Fecha/Hora de recepción en el Lab.: 14 – noviembre, - 2019 – 09.15 a.m.  
Fecha de inicio del análisis: 14 – noviembre - 2019.  
Cantidad de muestra: 01 Fsc. de vidrio estéril por 500 ml. Aprox. En cadena de frío.  
Muestra tomada por: Personal de Salud: Tec. Limber Lozano Perea.

**III.- RESULTADOS:**

COD. LAB.		ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADO
275		Bacterias Heterotróficas (35°C)	UFC/ ml	**
MATRIZ	ORIGEN DE LA FUENTE	PUNTO DE MUESTREO	Coliformes Totales (35 ±0.5°C)	7,9 x 10 <sup>7</sup>
AGUA RESIDUAL	Cuebrada Charhuayacu	Cruce Jr. Charhuayacu con Jr. Miraflores	NMP/100 ml	
COORDENADAS (UTM)		Coliformes Fecales (44.5 ±0.2°C)	NMP/100 ml	3,3 x 10 <sup>7</sup>
ESTE	NORTE	Escherichia coli (44.5 ±0.2°C)	NMP/100 ml	3,3 x 10 <sup>7</sup>
280710	63329293	pH		7,0 (°)
		Turbiedad	UNT	339 (°)

(°): Parámetros medidos en campo; (\*\*) No corresponde.

MÉTODOS DE ENSAYO EMPLEADOS	Bacterias Coliformes Totales: SMEWW, APHA, AWWA, WEF, Part.9221 B. Ed.23.2017. Coliformes Termotolerantes: APHA, AWWA, WEF, Part.9221 E. Ed.23.2017. Bacterias Heterotróficas: SMEWW, AWWA, WEF, Part.9215 B. Ed.23.2017. Escherichia coli: SMEWW, APHA, AWWA, WCF, Part.9221 F1. Ed.23.2017. Turbiedad: Nefelométrico; pH: Potenciométrico.
DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWWA, WEF, Ed.23.2017.
REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA)
REQUISITOS FÍSICO-QUÍMICOS Y QUÍMICOS	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA)

**IV.- OBSERVACIONES:** La muestra analizada presenta contaminación bacteriológica. Dependiendo del uso destinado para este tipo de agua, se sugiere el tratamiento respectivo.

*Emisión de resultados: Moyobamba, 18 de noviembre del 2019.*

MINISTERIO DE SALUD  
HOSPITAL II - 1 MOYOBAMBA  
Dr. José María Rodríguez Guevara  
Ingeniero Químico  
CDP 15125 4NE10011



REPÚBLICA PERUANA  
GOBIERNO REGIONAL  
MAYORADO AUGUSTO T. PÉREZ ROCA  
DIRECTOR HOSPITAL MOYOBAMBA



**INFORME DE ENSAYO N° 291 - 2019 - LICCAYA-HOSP.MINSA. II-1.MOY.**

**I.- DEL SOLICITANTE:** Srta. Raquel Lucana Pintado.  
Dirección: Jr. Cajamarca N° 401 – Barrio Calvario - Moyobamba – San Martín.  
Motivo del ensayo: Tesis de investigación.

**II.- DATOS DEL MUESTREO:**  
Localidad : Moyobamba Fecha/Hora de muestreo: 22 – noviembre - 2019 – 09:29 a.m.  
Distrito : Moyobamba Fecha /Hora de recepción en el Lab.:22 – noviembre, - 2019 – 10:10 a.m.  
Provincia : Moyobamba Fecha de inicio del análisis: 22 – noviembre - 2019.  
Departamento: San Martín Cantidad de muestra: 01 Fscs. de vidrio estéril por 500 ml. Aprox. En cadena de frío.  
Muestra tomada por: Personal de Salud: Tec. Limber Lozano Perea.

**III.- RESULTADOS:**

COD. LAB.			ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADO
291			Bacterias Heterotróficas (35°C)	UFC/ml	**
MATRIZ	ORIGEN DE LA FUENTE	PUNTO DE MUESTREO	Coliformes Totales (35 ±0.5°C)	NMP/100 ml	1,7 x 10 <sup>4</sup>
AGUA RESIDUAL CON TRATAMIENTO NATURAL	Quebrada Charhuayacu	TANQUE N° 2 20 plantas de Eichornia crassipes			
COORDENADAS (U/M)			Coliformes Fecales (44.5 ±0.2°C)	NMP/100 ml	1,1 x 10 <sup>4</sup>
ESTE	NORTE		Escherichia coli (44.5 ±0.2°C)	NMP/100 ml	1,1 x 10 <sup>4</sup>
282073	9332135		pH		6.6 n
			Turbiedad	UNT	20.7 n

(\*): Parámetros medidos en campo; (\*\*) No corresponde.

MÉTODOS DE ENSAYO EMPLEADOS	Bacterias Coliformes Totales: SMEWW,APHA, AWWA, WEF, Part.9221 B. Ed.23.2017. Coliformes Termotolerantes: APHA, AWWA, WEF, Part.9221 E. Ed.23. 2017. Escherichia coli: SMEWW,APHA, AWWA, WEF, Part.9221 F1. Ed.23.2017. Turbiedad: Nefelométrico; PH: Potenciométrico.
DOCUMENTO DE REFERENCIA *	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA,AWWA,WEF. Ed.23.2017.
REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA)
REQUISITOS FÍSICO-QUÍMICOS-ORGANOLÉPTICOS.	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA)

**IV.- OBSERVACIONES:** La muestra analizada presenta contaminación bacteriológica. Dependiendo del uso destinado para este tipo de agua, se sugiere el tratamiento respectivo.

**Emisión de resultados: Moyobamba, 26 de noviembre del 2019.**

MINISTERIO DE SALUD  
HOSPITAL N° 1 MOYOBAMBA  
M.Sc. Juan Carlos Gudiño  
Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos y Aguas  
C.R. 5124 85-91321

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD DE SAN MARTÍN  
M.Sc. José Augusto Roca  
DIRECTOR HOSPITAL MOYOBAMBA

1 de 1



**INFORME DE ENSAYO N° 309-2019 - LICCAYA-HOSP.MINSA, II-1.MOY.**

**I- DEL SOLICITANTE:** Srta. Raquel Lucana Pintado.  
Dirección: Jr. Cajamarca N° 401 – Barrio Calvario - Moyobamba – San Martín.  
Motivo del ensayo: Tesis de investigación.

**II.- DATOS DEL MUESTREO:**

Localidad : Moyobamba  
Distrito : Moyobamba  
Provincia : Moyobamba  
Departamento: San Martín

Fecha/Hora de muestreo: 03 – diciembre - 2019 – 09:04 a.m.  
Fecha/Hora de recepción en el Lab.03 – diciembre, - 2019 – 09:30 a.m.  
Fecha de inicio del análisis: 03 – diciembre - 2019.  
Cantidad de muestra: 01 Fscs. de vidrio estéril por 500 ml. Aprox. En cadena de frío.  
Muestra tomada por: Personal de Salud: Tec. Limber Lozano Perea.

**III.- RESULTADOS:**

COD. LAB:			ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADO
309			Bacterias Heterotróficas (35°C)	UFC/ ml	**
MATRIZ	ORIGEN DE LA FUENTE	PUNTO DE MUESTREO	Coliformes Totales (35 ±0.5°C)	NMP/100 ml	7,9 x 10 <sup>2</sup>
AGUA RESIDUAL CON TRATAMIENTO NATURAL	Cuebrada Charhuayacu	TANQUE N° 1 10 plantas de Eichornia crassipes	Coliformes Fecales (44.5 ±0.2°C)	NMP/100 ml	7,9 x 10 <sup>2</sup>
COORDENADAS (UTM)			Escherichia coli (44.5 ±0.2°C)	NMP/100 ml	4,9 x 10 <sup>2</sup>
ESTE	NORTE		pH		6.7 n
282073	9332135		Turbiedad	UNT	3.07 n

(\*) : Parámetros medidos en campo; (\*\*) No corresponde.

MÉTODOS DE ENSAYO EMPLEADOS	Bacterias Coliformes Totales: SMEWW.APHA. AWWA. WEF. Part.9221 B. Ed.23.2017. Coliformes Termotolerantes: APHA. AWWA. WEF. Part.9221 E. Ed.23. 2017. Escherichia coli: SMEWW.APHA. AWWA. WEF. Part.9221 F1. Ed.23.2017. Turbiedad: Nefelométrico; PH: Potenciométrico.
DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA.AWWA.WEF. Ed.23.2017.
REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA)
REQUISITOS FÍSICO-QUÍMICOS-ORGANOLÉPTICOS.	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA)

**IV.- OBSERVACIONES:** La muestra analizada presenta contaminación bacteriológica. Dependiendo del uso destinado para este tipo de agua, se sugiere el tratamiento respectivo.

Emisión de resultados: Moyobamba, 07 de diciembre del 2019.

MINISTERIO DE SALUD  
HOSPITAL II - MOYOBAMBA  
M.Sc. Joanyla Villavicencio Gardini  
Responsable del Lab. Central de Calidad de Alimentos y Aguas  
CBP: 5128 RNE: 0231



DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD SAN MARTÍN  
MUEVA Y 2178 N. ALTOS DE SAN ALFONSO  
Méd. Radoligo Augusto P. Pillaca Roca  
DIRECTOR HOSPITAL MOYOBAMBA

1 de 1

**INFORME DE ENSAYO N° 310- 2019 - LICCA YA-HOSP.MINSA. II-1.MOY.**

**I.- DEL SOLICITANTE:** Srta. Raquel Lucana Pintado.  
Dirección: Jr. Cajamarca N° 401 – Barrio Calvario - Moyobamba – San Martín.  
Motivo del ensayo: Tesis de investigación.

**II.- DATOS DEL MUESTREO:**  
Localidad : Moyobamba  
Distrito : Moyobamba  
Provincia : Moyobamba  
Departamento: San Martín  
Fecha/Hora de muestreo: 03 – diciembre - 2019 – 09:05 a.m.  
Fecha /Hora de recepción en el Lab 03 – diciembre, - 2019 – 09:30 a.m.  
Fecha de inicio del análisis: 03 – diciembre - 2019.  
Cantidad de muestra: 01 Fscs. de vidrio estéril por 500 ml. Aprox. En cadena de frío.  
Muestra tomada por: Personal de Salud: Tec. Limber Lozano Perea.

**III.- RESULTADOS:**

COD. LAB.			ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADO
310			Bacterias Heterotróficas (35°C)	UFC/ ml	**
MATRIZ	ORIGEN DE LA FUENTE	PUNTO DE MUESTREO	Coliformes Totales (35 ±0.5°C)	NMP/100 ml	7,9 x 10 <sup>3</sup>
AGUA RESIDUAL CON TRATAMIENTO NATURAL	Quebrada Charhuayacu	TANQUE N° 2 20 plantas de Eichornia crassipes	Coliformes Fecales (44.5 ±0.2°C)	NMP/100 ml	3,1 x 10 <sup>3</sup>
COORDENADAS (UTM)			Escherichia coli (44.5 ±0.2°C)	NMP/100 ml	3,1 x 10 <sup>3</sup>
ESTE	NORTE		pH		6,7 n
282073	9332135		Turbiedad	UNT	4,28 n



(\*) : Parámetros medidos en campo; (\*\*) No corresponde.

MÉTODOS DE ENSAYO EMPLEADOS	Bacterias Coliformes Totales: SMEWW/AFHA, AWWA, WEF, Part.9221 B. Ed.23.2017. Coliformes Termotolerantes: APHA, AWWA, WEF, Part.9221 E. Ed.23. 2017. Escherichia coli: SMEWW/AFHA, AWWA, WEF, Part.9221 F1. Ed.23.2017. Turbiedad: Nefelométrico; PH: Potenciométrico.
DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA/AWWA/WEF. Ed.23.2017.
REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA)
REQUISITOS FÍSICO-QUÍMICOS-ORGANOLÉPTICOS.	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA)

**IV.- OBSERVACIONES:** La muestra analizada presenta contaminación bacteriológica. Dependiendo del uso destinado para este tipo de agua, se sugiere el tratamiento respectivo.

Emisión de resultados: Moyobamba, 07 de diciembre del 2019.

MINISTERIO DE SALUD  
HOSPITAL II-1 MOYOBAMBA  
MSc. Joanna Villavieja Gardini  
Responsable del Lab. Control de Calidad de alimentos y agua  
CBP: 5128 RNE: 0221

D.I.B.S.A.  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD SAN MARTÍN  
MAYOR C/ DEPARTAMENTO DE SALUD Y BIENESTAR  
Med. Radiólogo Augusto F. Pillaca Roca  
DIRECTOR HOSPITAL MOYOBAMBA

**INFORME DE ENSAYO N° 311- 2019 - LICCAYA-HOSP.MINSA. II-1.MOY.**

**I.- DEL SOLICITANTE:** Srta. Raquel Lucana Pintado.  
Dirección: Jr. Cajamarca N° 401 - Barrio Calvario - Moyobamba - San Martín.  
Motivo del ensayo: Tesis de investigación.

**II.- DATOS DEL MUESTREO:**

Localidad : Moyobamba  
Distrito : Moyobamba  
Provincia : Moyobamba  
Departamento: San Martín  
Fecha/Hora de muestreo: 03 - diciembre - 2019 - 09.06 a.m.  
Fecha/Hora de recepción en el Lab 03 - diciembre, - 2019 - 09:30 a.m.  
Fecha de inicio del análisis: 03 - diciembre - 2019.  
Cantidad de muestra: 01 Fsc. de vidrio estéril por 500 ml. Aprox. En cadena de frío.  
Muestra tomada por: Personal de Salud. Tec. Limber Lozano Perea.

**III.- RESULTADOS:**

COD. LAB.			ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADO
311			Bacterias Heterotróficas (35°C)	UFC/ml	**
MATRIZ	ORIGEN DE LA FUENTE	PUNTO DE MUESTREO	Coliformes Totales (35 ± 0.5°C)	NMP/100 ml	3,3 x 10 <sup>3</sup>
AGUA RESIDUAL CON TRATAMIENTO NATURAL	Quebrada Charhuayacu	TANQUE N° 3 30 plantas de Eichornia crassipes	Coliformes Fecales (44.5 ± 0.2°C)	NMP/100 ml	2,4 x 10 <sup>3</sup>
COORDENADAS (UTM)			Escherichia coli (44.5 ± 0.2°C)	NMP/100 ml	2,4 x 10 <sup>3</sup>
ESTE	NORTE		pH		6.6 n
282073	9332135		Turbiedad	UNT	1,58 n

(\*) Parámetros medidos en campo; (\*\*) No corresponde.

MÉTODOS DE ENSAYO EMPLEADOS	Bacterias Coliformes Totales: SMEWW/APHA, AWWA, WEF, Part.9221 B, Ed.23.2017. Coliformes Termotolerantes: APHA, AWWA, WEF, Part.9221 E, Ed.23. 2017. Escherichia coli: SMEWW/APHA, AWWA, WEF, Part.9221 F1, Ed.23.2017. Turbiedad: Nefelométrico; PH: Potenciométrico.
DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA,AWWA,WEF, Ed.23.2017.
REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA)
REQUISITOS FÍSICO-QUÍMICOS-ORGANOLÉPTICOS.	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA)

**IV.- OBSERVACIONES:** La muestra analizada presenta contaminación bacteriológica. Dependiendo del uso destinado para este tipo de agua, se sugiere el tratamiento respectivo.

Emisión de resultados: Moyobamba, 07 de diciembre del 2019.

MINISTERIO DE SALUD  
HOSPITAL II-1 MOYOBAMBA  
MSc. Joaquina Villavicencio Gardini  
Responsable del Lab. Control de Calidad de Alimentos y Agua  
CBP: 5128 RNE: 0231



Md. Rodrigo Augusto P. Páucar Roca  
DIRECTOR HOSPITAL MOYOBAMBA

1 de 1

**Anexo N° 3: Panel fotográfico**



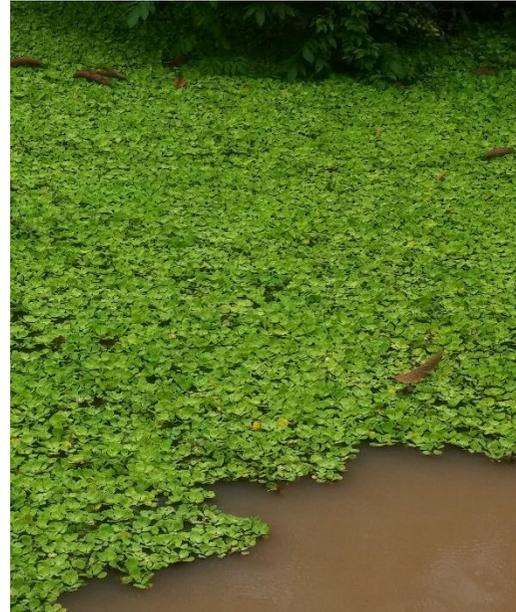
*.Lugar de extracción de muestra de agua, cruce de Jr. Charhuayacu y Jr. Miraflores, Shango.*



*Tesista y Personal de apoyo sacando la muestra de agua (450 l)*



*Acondicionamiento para traslado del jacinto de agua*



*Población de jacinto de agua en la laguna Burrucucha.*



*Extracción de jacinto de agua de la laguna Burrucucha*



*Adaptación de jacinto de agua antes del tratamiento*



*Acondicionamiento de tanques para tratamientos*



*Llenado de los tanques con agua extraída de la quebrada Charhuayacu*



*Tanques llenos, listos para la incorporación de las plantas jacinto de agua*



**Incorporación de jacinto de agua a los tanques de tratamiento.**



**Tanques T1, T2 y T3 listos para tratamiento con jacinto de agua**



**Personal de MINSA**



**Toma de muestra para medir la turbiedad y el pH**



**Tanques con los 3 Tratamientos.**



**Medición de la turbiedad**



**Medición del pH**



**Toma de muestra para ser enviada al laboratorio**



**Muestras acondicionadas para ser llevadas a laboratorio.**



**Tanque 1(T1) A 41 días de tratamiento**



**Tanque (T2) A 41 días de tratamiento**



**Tanque 3 (T3) A 41 días de tratamiento.**