



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Utilización de las semillas de Tara (*Caesalpinia spinosa*) para la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas del distrito de Querocoto”

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

AUTOR:

Bach. Jairo Ernesto Rojas Cubas (ORCID:0000-0001-5240-8612)

ASESOR:

Dr. John William Caján Alcántara (ORCID:0000-0003-2509-9927)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres y hermanos, por ser el cimiento fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto a nivel académico, como personal, por su incondicional apoyo que me han brindado durante todo este tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Jairo Ernesto

Agradecimiento

En primer lugar, a Dios, por ser la luz que me guía día a día con el fin de alcanzar esta meta profesional.

A mis amados padres, por darme la estabilidad emocional y sentimental; para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiese podido lograra sin ellos. A mis hermanos, que serán siempre mi inspiración para alcanzar mis metas, por enseñarme que todo se aprende y que todo esfuerzo es al final recompensa.

Jairo Ernesto

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

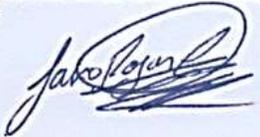
Yo Jairo Ernesto Rojas Cubas, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo - Filial Chiclayo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada:

“Utilización de las semillas de Tara (*Caesalpinia spinosa*) para la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas del distrito de Querocoto”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 07 de septiembre 2020

Rojas Cubas Jairo Ernesto	
DNI: 46148801	Firma: 
ORCID: 0000-0001-5240-8612	

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	13
2.1. Tipo y diseño de investigación	13
2.2. Operacionalización de variables	13
2.3. Población, muestra y muestreo	14
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
2.5. Procedimiento.....	14
2.6. Método de análisis de datos.....	15
2.7. Aspectos éticos	16
III. RESULTADOS	17
IV. DISCUSIÓN	21
V. CONCLUSIONES	26
VI. RECOMENDACIONES	27
REFERENCIAS	28
ANEXOS	30
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	41
Acta de aprobación de originalidad de tesis	42
Reporte de turnitin	43
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	44

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Análisis de las estadísticas de cada una de las dosis de Tara (Caesalpina spinosa)</i>	17
Tabla 2. <i>Grupos de dosis de tara (Caesalpina spinosa) formados por la prueba de Tukey</i>	17
Tabla 3. <i>Parámetros físico-químicos en muestras de agua residual antes de aplicar el experimento</i>	19
Tabla 4. <i>Parámetros físico-químicos en muestras de agua residual después de aplicar el experimento</i>	19
Tabla 5. <i>Parámetros físico-químicos en muestras de agua residual antes y después de aplicar el experimento.....</i>	20
Tabla 6. <i>Prueba Estadística.....</i>	254

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Representación de las medias de turbidez con diferentes dosis de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>).....	18
<i>Figura 2.</i> Parámetros físico-químicos en muestras de agua residual antes y después de aplicar el experimento	20

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar que la utilización de las semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) permite la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas del distrito de Querocoto; este estudio fue de tipo cuasi experimental con un diseño de muestras relacionadas (antes y después), se aplicó un muestreo no probabilístico ya que se trabajó con cinco muestras de agua que fueron sometidas a las pruebas de jarras bajo las dosis de 0.75 ,1 ,1.25, 1.50 y 2 gr de harina de tara a velocidades de 100 RPM por 5 minutos y a 80 RPM por 20 minutos con cinco dosis diferentes en dos momentos de tiempo con el fin de evaluar la remoción de sólidos suspendidos. Para determinar la dosis óptima de tara, se utilizó la prueba de análisis de varianza de un factor ANOVA, en donde además por intermedio de la prueba de Tukey se determinó que la dosis de 1 gramo era la óptima para la investigación; siendo como principal resultados: que al comparar los parámetros analizados antes y después de la aplicación de semillas de Tara (*Caesalpinia spinosa*) se concluye que la turbidez, SST, DBO y la DQO disminuyeron notablemente, con énfasis en el último parámetro que de 895.5 mg O₂/L bajó a 80.7 mg O₂/L; sin embargo se encontró un pH de 4.47 antes de aplicar el experimento e incrementó a 7.08 posterior a la aplicación de la tara.

Palabras claves: Efectividad, Turbidez, DBO, DQO y Tara (*Caesalpinia spinosa*).

Abstract

The objective of this study was determine that the use of tara (*Caesalpinia spinosa*) seeds allows the removal of suspended solids and organic matter from the domestic wastewater of the Querocoto district; This study was of an cuasi experimental type with a design of related samples (before and after), a non-probabilistic sampling was applied since we worked with five water samples that were submitted to the jug tests under the doses of 0.75, 1, 1.25 , 1.50 and 2 gr of tare flour at speeds of 100 RPM for 5 minutes and 80 RPM for 20 minutes with five different doses at two times in order to evaluate the removal of suspended solids. To determine the optimal dose of tare, the ANOVA factor variance analysis test was used, where in addition, through the Tukey test, it was determined that the 1 gram dose was the optimum for the investigation; being as main results: That when comparing the parameters analyzed before and after the application of seeds of Tara (*Caesalpinia spinosa*) it is concluded that turbidity, SST, DBO y DQO decreased markedly, with emphasis on the last parameter that from 895.5 mg O₂/ L fell to 80.7 mg O₂ / L; however, a pH of 4.47 was found before applying the experiment and increased to 7.08 after the application of the tare.

Keywords: Effectiveness, turbidity, DBO, DQO and tara (*Caesalpinia spinosa*)

I. INTRODUCCIÓN

El mundo viene mostrando inquietud por un tema que está aquejando en los últimos años en donde ya se está asistiendo la práctica de los líquidos que provienen del uso casero, industrial y comercial del abastecimiento de agua. Es una cifra alarmante ya que actualmente más del 75 % de las H₂O que son residuales no pueden ser tratadas anterior a su uso, lo que causa, adicionalmente una gran contaminación de la fauna y flora, así mismo, muertes y enfermedades prematuras que tienen una cifra significativa, siendo anualmente miles de millones de PBI que le cuesta al planeta. (Domínguez, 2017, p. 12).

Este grave problema que es la contaminación ambiental se revela con mayor énfasis en los países que presentan mayor cantidad de industrias, así como en el trabajo de la agricultura, en el medio oriente, específicamente en la China, actualmente más del 82 % de los ríos de esta nación se encuentran bajo un problema de contaminación, ya que el agua no contiene los LMP ni para agua potable y ni para lavado. La situación es muy parecida en Estados Unidos, ya que dos de cada cinco ríos, presentan esta problemática, que los mandos en el área de salud tuvieron que insinuar a los habitantes que no utilicen el agua por ningún motivo. (Domínguez, 2017, p. 12).

República Dominicana tiene un panorama que es todavía más crítico, debido a que no posee una estrategia nacional de purificación en donde establezca habilidades a seguir para solucionar este problema. La gran escasez de plantas de tratamiento para las aguas residuales en diferentes zonas del mundo, incluyendo las empresas que se dedican a la industria minera, ganadera y agrícola ya que producen grandes cantidades de aguas contaminadas, consideradas como desechos que en la actualidad perjudican enormemente el hábitat natural de las personas, denominada “medio ambiente”. La gran cantidad de estas aguas contaminadas son vertidas directamente en los lagos, ríos, mares y todo su entorno, es más, en el suelo y subsuelo a través de los rellenos sanitarios.

En nuestro país, como en el gran conjunto de países del tercer mundo, se tienen dos formas de desechos para estas aguas residuales, teniendo en primer lugar a las aguas residuales de uso doméstico o industriales que van directamente a la alcantarilla, y, la otra forma de desecho de estas aguas provenientes de las empresas privadas o públicas, quienes bajo su responsabilidad las desechan a los mares abiertos incumpliendo así los ECAs nacionales.

En Perú se pueden encontrar varias plantas de tratamiento de agua residual que marchan de forma incorrecta (sobredimensionadas y que no son competentes), varias de ellas fueron obtenidas como cánones importados y no precisamente tienen que marchar en el contexto peruano; así, se podría especificar diversas condiciones donde supuestamente el interés económico de la empresa privada o la falta de profesionalismo de las empresas instaladoras, hace que se encuentren plantas desmanteladas, o, peor aún, utilizadas pero cuya agua termina en un río o laguna, sin ningún tipo de inspección. (Sánchez, 2017, p. 71).

Todo ello hace que las compañías reformadoras tengan que estar persiguiendo estas situaciones y no se pueda dar una alternativa concreta en la que se pueda generar mejoras, entre ellas la concientización de la población. En una problemática tan grande como es la contaminación en donde se relaciona la salud pública, es momento que tanto entidades públicas y privadas tracen un objetivo en común, el cual sea priorizar la atención del tratamiento de las aguas residuales. (Sánchez, 2017, p. 72)

Esta situación problemática no es ajena en el distrito de Querocoto perteneciente a la provincia de Chota, con más de 200 familias que cuentan con un sistema de alcantarillado instalado dentro de las viviendas, sin embargo el destino de estas aguas residuales son almacenadas en pozas no acondicionadas para tal fin, para luego ser expulsadas a los ríos y comunidades cercanas, en donde los campesinos utilizan esas aguas para el regadío de sus áreas verdes, es por ello que teniendo esta problemática es que se propone una alternativa natural para esta problemática a través de la tara (*Caesalpinia spinosa*), que es una leguminosa que abunda en el distrito y sus alrededores, considerando también que su precio es bajo en el mercado.

Para enfocar a detalle este estudio se indagó diversas investigaciones relacionadas a este objeto de estudio, siendo las siguientes:

En el estudio de Burgos (2015), en donde el objetivo del estudio fue analizar el contenido de plantas ornamentales para eliminar los contaminantes provenientes de aguas contaminadas de origen rural, mediante un sistema de lodazales edificados del tipo subsuperficial horizontal. Para desarrollar esta investigación el autor construyó varios sistemas de lodazales a escala de laboratorio con especies tales como Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*); Lirio acuático (*Iris pseudacorus*); Papiro egipcio (*Cyperus papyrus*) y Tulbagia (*Tulbaghia violacea*), considerando un humedal al 25 %, 50 % y 100 % de carga de aguas servidas, considerando un contenido de exclusión y ajuste en las especies. Se tiene por resultados que existe una eliminación mayor al 90 % de materia orgánica y de sólidos.

Se encontró además que hubo una expulsión de nutrientes, en donde la especie papiro egipcio (*Cyperus papyrus*) expulsó valores mayores al 90 %, siendo mayor a las especies Tulbagia (*Tulbaghia violácea*), Lirio acuático (*Iris pseudacorus*), y Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*). La exclusión de microorganismos patógenos estuvo entre 100 - 200 UL, para cada una de las muestras. Por último, de las especies analizadas, el Lirio acuático (*Iris pseudacorus*) no pudo resistir el periodo de ejercicio planteado, motivo por el cual no está considerado como apto para que sea usado en edificaciones, además la especie Papiro egipcio (*Cyperus papyrus*) logró separar los nutrientes de las aguas contaminadas (servidas) de origen rural.

Según Pavón (2015) desplego capas que pudieran recubrir la goma de tara para que pueda ser comestible (GT) y goma laca (GL) con la adición de glicerol (GLY), mezclas con cera de abeja (BW) y de ácido esteárico, como plastificante y emulgente, proporcionalmente. Durante la primera prueba, la GT se conservó firme y se modificó la estructura con un BW y GL del 0 - 60 % para una base seca. Estas mezclas se definieron en sus propiedades físicas, químicas, geológicas y de estabilidad. El pH se transformó significativamente en la enunciación que contenía 60 % de BW.

Se optó por escoger la disolución de 30 % BW y 30 % GL para así analizar el efecto que tiene el GLY y el ácido esteárico en la porosidad del vapor de agua (PVA) y propiedades mecánicas de capas creadas en placa. Además, se encontró que existe una relación altamente significativa entre la PVA con la composición de la capa y las propiedades mecánicas. El porcentaje de alargamiento fue mayor para la enunciación con mayor contenido de GLY (20 %).

Según, Bravo y Gutiérrez (2016) cuyo objetivo fue evaluar el uso de un floculante natural haciendo uso de las semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) como técnica para purificar el agua, para esta investigación, se acopiaron distintas muestras de agua procedentes del río Pollo de Otuzco ubicadas en la región de La Libertad y consecutivamente se realizaron pruebas a escala de laboratorio, a través de la prueba de jarras, el mismo que logró establecer diferentes concentraciones con distintas velocidades de agitación óptima. Se trabajó con diferentes velocidades de agitación rápida (200 rpm y 300 rpm), concentraciones de floculante (2000 ppm y 3000 ppm), y velocidad de agitación lenta (30 rpm y 45 rpm), considerando para cada uno de estos procedimientos dos niveles; para determinar su efecto sobre la turbidez, DBO, DQO y SST.

En conclusión, se logró demostrar la eficacia de la goma extirpada de la tara (*Caesalpinia spinosa*), en la remoción de valores de turbidez que inició en 42,6 NTU y obteniendo valores de hasta 8.92 NTU. Se encontró además que la concentración óptima de tara (*Caesalpinia spinosa*) para disminuir los valores de turbidez fue de 3000 ppm, considerando una velocidad de agitación menor de 200 rpm durante 1 minuto y medio; teniendo además una velocidad de agitación lenta mayor a 45 rpm, por el periodo de 25 minutos. Encontrando además que los porcentajes considerando estos valores fueron de hasta 79.06 %.

Por otro lado, se pudo hacer una remoción en los parámetros de DBO (43.52 %; desde 455 mg/l hasta 257 mg/l), DQO (38.00 %; desde 821 mg/l hasta 509 mg/l) y SST (17.07 %, desde 41 mg/l hasta 34 mg/l) considerando una concentración de coagulante-floculante de 3000 ppm, a un nivel de pH aproximadamente neutro se pernotó una velocidad de agitación rápida mayor, de 300 rpm durante 1 minuto y medio; y velocidad de agitación lenta mayor, de 45 rpm durante un tiempo de 25 minutos.

En base al estudio de Montenegro (2014) realizó este estudio para implementar nuevas alternativas de tratamiento en la medicina, específicamente en el aspecto antibacterial, ya que hoy en día la se vuelve más amplia la resistencia bacteriana a los antibióticos convencionales, generando incluso reacciones adversas en algunos pacientes. Esta investigación tuvo por objetivo principal el determinar la actividad antibacteriana de un extracto alcohólico de tara (*Caesalpinia spinosa*) sobre cepas de *Porphyromonas gingivalis*. Se consideró un estudio de tipo experimental, prospectivo, comparativo e in vitro, la misma que se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Odontología de la UNMSM.

Para el desarrollo de este se utilizó cepas de *Porphyromonas gingivalis* anticipadamente identificadas por los laboratorios MICROBIOLOGIC, siendo estas importadas a través de una Casa Comercial “GENLAB”. En este estudio se investigó la actividad antibacteriana, del extracto alcohólico de tara (*Caesalpinia spinosa*) en cinco concentraciones (6,25 mg/ml; 12,5 mg/ml; 25 mg/ml; 50 mg/ml y 75 mg/ml) sobre la cepa ATCC 33277 *Porphyromonas gingivalis* mediante el test de difusión en Agar, encontrando que el extracto alcohólico de la tara (*Caesalpinia spinosa*) tiene actividad antibacteriana sobre *Porphyromonas gingivalis*. No existió diferencia significativa en las concentraciones.

En el estudio de Vigo, (2018) el fin fue evaluar la eficiencia de la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) en la remoción de Sólidos Suspendedos de las aguas del Rio Chonta, por ello se determinó concentración, tiempo y velocidad de agitación. El método utilizado para dicho estudio fue de tipo experimental; el cual se desarrolló a través de pruebas en el laboratorio “Innodevel SAC”, en donde se hizo uso de las prueba de Jarras; se hizo uso de la prueba estadística ANOVA; encontrando una concentración de 6 ml/L, con una agitación en velocidades de 40 RPM en un intervalo de tiempo para 20 minutos; siendo estos los resultados más óptimos en esta investigación; logrando una turbidez de 8.1 UNT con un 62 % de disminución de esta; no cumpliendo de esta manera con ECA, categoría I. Por lo que se concluyó que no es un buen coagulante- floculante ya que fue menor a un 80 %, por otro lado, se puede considerar que si es un buen coadyuvante porque estuvo en el rango de 20 - 80 %.

En la investigación de Moreno, (2016) lo que se pretendió fue analizar las especies “*Opuntia ficus indica*, *Aloe vera* y *Caesalpinia spinosa*”, con el fin de que contribuyeran a reducir los niveles de turbidez del agua en la localidad, esta investigación que duró en promedio 9 meses, para estudiar el tiempo de contacto con ayuda de la prueba de jarras, la velocidad de agitación y la cantidad del recurso vegetal aplicada a la población que estuvo formada por un total de 108 L de H₂O del río Crisnejas en la comunidad de Chuquibamba-Cajabamba, para determinar los niveles de turbidez fue necesario hacer uso del equipo de Turbidímetro Nefelómetro portátil HI 93703, en donde se llegó a la conclusión que el desarrollo del experimento si disminuyen los niveles de turbidez del agua que consumen los habitantes de Chuquibamba - Cajabamba, logrando disminuir el nivel de turbidez en un 61.09 % usando la *Opuntia ficus*, y disminuyendo a un 48.47 % cuando se usó la *Caesalpinia spinosa* y para el caso de *Aloe vera*, este disminuyó en un 42.48 % .

Es en base a las investigaciones revisadas que surge la necesidad de mencionar algunas definiciones como:

El agua como recurso humano es de gran valor para el crecimiento de la humanidad en todos sus ámbitos, pudiendo extenderse en todas las regiones del mundo. El agua debemos compartirla entre toda la humanidad ya que es una necesidad del mundo entero. (Fernández, 2012, p. 64)

Durante muchos años, toda clase de recursos se podían considerar como utilizables en distintos usos, sin considerar la importancia que este tenía y como repercutiría en el aspecto ambiental. Regularmente este recurso hídrico se obtiene de aguas superficiales o subterráneas, en donde su uso va depender de varios factores, pero en inicio la disponibilidad de este. Regularmente estas aguas superficiales brindan una cantidad superior a un plazo muy corto, sin embargo, las aguas del subsuelo son consideradas como un bien necesario e inquebrantable, que pueden ser recuperables a corto plazo.

Existen muchas superficies en todo el mundo donde el requerimiento de agua supera la oferta, para estos casos se puede apelar a otros tipos de recursos de esta clase, siendo, por ejemplo, el agua que proviene de las lluvias, que es usada como recurso desde la época bíblica y hasta entonces continua en uso. Se considera como otras soluciones las aguas procedentes del sereno o aguas del mañana, pudiéndose decir que hay una gran correlación entre los problemas sanitarios y el uso de aguas residuales sin tratamiento (Fernández, 2012, p. 64)

La creciente capacidad por el recurso del cual se viene hablando hace que la comunidad científica busque alternativas de solución que conlleven a un mejor uso de la misma. Es importante resaltar como el agua cada vez que se utiliza para mayor cantidad de fines y es por ello que su uso debe ser exclusivo para cada una de las actividades en la que esta se vea involucrada. El suministro de agua para uso casero es el más demandante, en términos de calidad y seguridad del suministro, la calidad de agua tiene resultados perennes en la salud de la humanidad, contexto que se vuelve más peligroso por su demanda creciente. (Fernández, 2012, p. 64)

El agua potable es de gran importancia para la vida para una coexistencia productiva y la salud, en donde el estado saludable de las personas no sólo va estar dependiendo de la cantidad de agua que sea proveída, sino que es muy importante la calidad de esta.

Según la OMS se puede decir que gran parte de las áreas en los hospitales del mundo están ocupadas por personas enfermas cuyos sufrimientos es debido a la insalubridad del agua. (Fernández, 2012, p. 64)

Se puede decir que la contaminación del agua es, hoy en día, uno de los inconvenientes más alarmantes a nivel global, visto desde el aspecto de salud pública como ambiental. La contaminación hídrica llega a todo ser viviente, ya que se acopia y se transfiere, a través de las cadenas tróficas. Muchas de las actividades que desarrolla el hombre están empeorando y dicha problemática en un corto periodo de tiempo, lo cual va generar un gran impacto en la fisiología y ecología de numerosos organismos. (Toro, 2015, p. 47)

Es por ello, que son importantes las investigaciones que analizan los contaminantes tóxicos sobre todo ser viviente, ya que permite estudiar la función biológica de los distintos organismos, lo que trae como resultado la exhibición a diferentes contaminantes. Estudiar este tipo de problemáticas contribuye a conocer con exactitud cómo se encuentran los mecanismos de resistencia que tienen los diferentes seres vivos, y por ende conocer de qué forma se puede buscar agentes de resguardo a los efectos dañinos de contaminación.

Los diferentes estudios han permitido encontrar de qué manera se pueden desarrollar habilidades de protección, tales como la inmovilización, degradación, y transformación. Esta información resulta muy relevante en términos de biodetección y/o biorremediación para invertir la contaminación del agua. Tan encantador es poder hacer uso de organismos como biomarcadores o bioindicadores de contaminación con el fin de pretender su uso como estrategias de eliminación de contaminantes. (Toro, 2015, p. 47)

Al hacer referencia de contaminación de agua se debe indagar acerca de los medios de contaminación hacia la población humana, y, es resaltante mencionar las distintas enfermedades, que traen una gran exposición a diferentes agentes patógenos. El agua contaminada afecta a miles de países en todo el mundo, siendo más alarmante en aquéllos dónde no existen buenas prácticas de gestión del agua. Para poder tramitar los recursos hídricos es forzoso poner en marcha programas que protejan la calidad de las aguas como costumbres en el tratamiento de las aguas contaminadas (Toro, 2015, p. 47).

Para el consumo humano, la OMS, manifiesta que no se debe sobrepasar en ningún caso una cantidad por encima a 5 NTU, siendo ideal una medida que no sobrepase los valores de 1 NTU. En las plantas de tratamiento de agua para consumo de la población, existen sistemas filtrantes, que aseguran que la turbidez no supere 1 NTU. (Méndez, 2011, p. 29)

La tara (*Caesalpinia spinosa* o *Caesalpinia tinctoria*) es una planta muy conocida en nuestro país, sin embargo, de menor importancia debido a su falta de desconocimiento en relación a sus propiedades es la conocida comúnmente como "taya", esta planta viene siendo utilizada desde épocas incaicas como parte de la medicina ancestral y que recientemente se ha vuelto muy popular y es demandado en el mercado mundial.

Con características como un pequeño arbusto cuyas dimensiones varían en un máximo de 3 m de altura; sin embargo han habido casos en los que este ha podido mediar más de 10 mts., al describir su taxonomía una de las partes más grandes como lo es su tronco está compuesto por una cáscara espinosa y gris, con ramas con abundantes hojas, iniciando desde su base, lo que lo hace ver como tallos; de aproximadamente 15 cm de largo y de color verde oscuro son sus hojas, teniendo una forma ovoide con singulares brillos y un poco espinosas; sus flores son de color amarillo rojizo, que están acomodados en porciones de entre 8 - 15 cm de largo; al hablar de sus frutos, se considera que son vainas de color naranja con unas medidas de 8 - 10 cm por largo y 2 cm de ancho con color indehiscentes, este tipo de arbustos pueden contener de 4 - 7 granos de semilla que son redondas con unas dimensiones de 0.6 - 0.7 cm de diámetro; pudiendo rendir este arbusto en promedio entre 20 - 40 Kg de vaina que pudiéndose cosechar hasta dos veces al año. (ASOCAM, s.f)

Otra de las partes que se viene utilizando de la tara (*Caesalpinia spinosa*), son las semillas, que están conformadas por el 40 % de la cáscara, abarcando así el 27 % de su goma, un 26.5 % de su germen como un alto volumen de proteínas de gran concentración de metionina y triptófano de buena calidad; de estas semillas podemos obtener aceites, goma (para la elaboración de los helados), harina proteica y derivados como: pinturas, barnices, jabones, esmaltes, tintes de imprenta, margarinas comestibles y mantecas ya que puede llegar a contener un 1.4 % de ácidos libres, la misma que permite ser comercializable por tener bajos niveles de acidez. (ASOCAM, s.f).

Se viene estudiando hace unos años esta planta silvestre , ya que las investigaciones van aportando resultados impactantes, actualmente de toda esta planta se viene aprovechando un 62 % de su peso, considerada como la mayor proporción aprovechada, ya que entre un 40 - 60 % de este contenido se tienen a los taninos, los mismos que actualmente se utilizan en la industria para la elaboración de varios productos, o como base directa de algunos cueros, plásticos y distintos adhesivos; dentro de sus usos también tiene la bondad de ser un clarificador de vino, así como la malta para dar cuerpo a la cerveza, se tiene también su uso de la farmacia , ya que se viene utilizando como terapeuta en diferentes lesiones del cuerpo e incluso como agente anticorrosivo en la industrial de la pintura; dentro de las bondades de los taninos de la tara, está el llamado ácido gálico, que se viene utilizando como un antioxidante en la industria del aceite, en la fotografía, e la cosmetología para con los tintes como agente curtiembre, en la empresa manufactura del papel y otros relacionado al grabado y litografía. (ASOCAM, s.f)

Una de las tendencias más llamativas en las cuales se viene aplicando la tara es la industria farmacéutica, específicamente en los productos gastroenterológicos, ya que se tiene el poder de curar las úlceras, debido a sus agentes cicatrizantes, antiinflamatorios, astringentes, antisépticos, antimicóticos, antidiarreicos, odontálgicos y antibacterianos, teniendo mayor uso aquellos que producen constricción y sequedad. Son muchas las bondades que tiene la tara (*Caesalpinia spinosa*), puesto que tradicionalmente se ha venido utilizando muy comúnmente en la medicina tradicional, puesto que puede disminuir malestares de la sinusitis, garganta, infecciones vaginales y micóticas, e incluso en situaciones oftalmológicas (lavado de los ojos inflamados), en heridas crónicas, dientes cariados, diarreas, dolor de estómago, reumatismo, cólera y resfriado, e incluso como depurativo del colesterol. (ASOCAM, s.f)

Posterior a la narrativa de la problemática, la revisión de los estudios previos y la teoría científica se expresa la interrogante: ¿En qué medida el uso de las semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) separa los sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas del distrito de Querocoto?

Para justificar la presente investigación se tuvo en cuenta el por qué y para qué se realizó el estudio, por lo que es importante resaltar el uso de las semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) en separar la materia orgánica y los sólidos suspendidos de las aguas residuales del distrito de Querocoto, debido a que es común ver como las personas vierten los residuos sólidos a los ríos logrando con ello altos niveles de contaminación y, trayendo por consecuencia, la muerte de muchos seres vivos.

Es por lo antes mencionado este estudio se origina con el fin de buscar una alternativa de solución ante esta problemática local y mundial, ya que en el distrito de Querocoto provincia de Chota existen más de 200 familias que cuentan con un sistema de drenaje que desemboca en un vertedero, en donde estas aguas posteriormente son desechadas a los ríos y comunidades cercanas.

Concluyendo así su importancia para tratar este tipo de aguas y más aún de forma natural, haciendo uso de los recursos que nos brinda naturaleza y que se pueden obtener a un mínimo costo, tal es el caso de la tara (*Caesalpinia spinosa*), que contribuye a proteger la salud pública y el medio ambiente, y, en segundo lugar, reutilizar este tipo de aguas tratada para otros fines, como por ejemplo del riego de zonas verdes.

Las hipótesis planteadas en la investigación se detallan de la siguiente forma: Ha: Si se utiliza las semillas de Tara (*Caesalpinia spinosa*) de una manera tecnificada, entonces se logrará separar los sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas del distrito de Querocoto y Ho: Si, Si se utiliza las semillas de Tara (*Caesalpinia spinosa*) de una manera no tecnificada, entonces no se logrará separar los sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas del distrito de Querocoto

Se consideró como objetivo general: determinar que la utilización de las semillas de Tara (*Caesalpinia spinosa*) permite la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas del distrito de Querocoto. Teniendo por objetivos específicos de investigación los siguientes: identificar los niveles de turbiedad de las aguas residuales domésticas del distrito de Querocoto antes de aplicar las semillas de Tara (*Caesalpinia spinosa*), aplicar las semillas de Tara (*Caesalpinia spinosa*) a las aguas residuales domésticas para la remoción de los sólidos suspendidos y materia orgánica, evaluar los niveles de turbiedad de las aguas residuales domésticas del distrito de Querocoto después de aplicar las semillas de Tara (*Caesalpinia spinosa*) y comparar los niveles de turbiedad de las aguas residuales domésticas antes y después del uso de las semillas de Tara (*Caesalpinia spinosa*).

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

Palella y Martins, (2010, p. 62), definen el diseño cuasi experimental como el ensayo en el cual el investigador maneja una variable empírica no comprobada. Para estos investigadores, las circunstancias deben estar extremadamente detalladas, con el objetivo de relatar de qué modo y por cuál causa se produce o puede generarse un fenómeno.

Es por ello que se plantea utilizar estas semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) para evaluar la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas del distrito de Querocoto.



Dónde:

PFQ₁: Parámetros físico-químico de las aguas residuales domésticas antes del experimento

X: Experimento en base a las semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*)

PFQ₂: Parámetros físico-químico de las aguas residuales domésticas después del experimento

ARD: Aguas residuales domésticas del distrito de Querocoto

2.2. Operacionalización de variables

VI: Semilla de tara (*Caesalpinia spinosa*)

VD: Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica

2.3. Población, muestra y muestreo

La población estuvo conformada por las aguas residuales domésticas que circundan al distrito de Querocoto, provincia de Chota, específicamente situada en el centro poblado de Mitobamba.

Haciendo uso del muestreo no probabilístico por conveniencia, la muestra estuvo conformada por 5 muestras de agua que fueron sometidas a las pruebas de jarras bajo las dosis de 0.75 ,1 ,1.25, 1.50 y 2 gr de harina de tara a velocidades de 100 RPM por 5 minutos y a 80 RPM por 20 minutos con cinco dosis diferentes en dos momentos de tiempo con el fin de evaluar la remoción de sólidos suspendidos

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para elaborar la harina de las semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) se hizo uso de un horno de secado y un mortero de laboratorio, para realizar el peso respectivo se utilizó una balanza analítica con el fin de pesar las dosis que se pretenden estudiar.

Se realizó las pruebas del laboratorio con el fin de evaluar los parámetros fisicoquímicos antes y después de aplicar la harina de las semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*), ello a través del laboratorio SGS que cumple con la normativa para realizar este tipo de análisis. En donde los parámetros evaluados fueron: pH, Turbiedad, SST, DBO y DQO.

2.5. Procedimiento

Con el desarrollo de esta investigación, se puede describir el procedimiento en tres fases: el antes, el durante y el después de la experimentación; detallándose cada una de las fases de la siguiente manera:

Antes de realizar el experimento de esta investigación se realizó una visita de campo a los exteriores de la fosa donde desembocan las aguas residuales de más de 200 familias del distrito de Querocoto con el fin de estudiar la problemática actual e identificar los parámetros a evaluar que sean pertinentes para este trabajo. Se extrajo cuatro muestras de agua residual en frascos esterilizados que derivó el laboratorio SGS antes de aplicar el experimento. Se elaboró harina de las semillas de tara mediante el secado y posterior molido de las mismas.

Durante el desarrollo del experimento en primer lugar se procedió a pesar la harina de las semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) para iniciar el experimento, en donde se trabajó con cinco muestras de agua que fueron sometidas a las pruebas de jarras bajo las dosis de 0.75 gr ,1 gr,1.25 gr, 1.50 gr y 2 gr de harina a velocidades de 100 RPM por 5 minutos y a 80 RPM por 20 minutos, posterior a ello se dejó sedimentar por 15 minutos, para luego ser filtrado hasta retirar la goma formada por la tara, en donde se optó por trabajar con la dosis de 1 gr. debido a que era la que menor turbidez presentaba. Habiendo encontrado la dosis óptima se trabajó con esta para las muestras experimentales con el fin de analizar los parámetros físico-químicos (pH, Turbiedad, SST, DBO, DQO).

Después de haber realizado el experimento y tener las muestras control (sin harina de tara) y experimental (con harina de tara), se procedió a derivar nuevamente estas muestras al laboratorio SGS, las mismas que fueron trasladadas en un cooler con gel de hielo.

2.6. Método de análisis de datos

Para analizar los datos presentes en este estudio se hizo uso del programa de análisis “software estadístico al SPSS 25”, en donde se generaron cuadros y gráficos que permitieron mostrar los niveles de los parámetros físico-químicos que tienen las aguas residuales domésticas antes y después de aplicar el experimento basado en las semillas de Tara (*Caesalpinia spinosa*), así mismo se realizó una gráfica de tendencia con el fin de comparar los parámetros iniciales y posteriores al experimento.

Para lograr determinar que dosis (Tara (*Caesalpinia spinosa*)) es la óptima para evaluar los distintos parámetros, se utilizó la prueba de análisis de varianza de un factor ANOVA, en la que se encontró diferencias significativas en las dosis, en donde además por intermedio de la prueba de Tukey se dispuso que la dosificación de 1 gr era la óptima para la investigación.

2.7. Aspectos éticos

Principio de Respeto por las personas: para esta investigación se respetará a todas las personas involucradas para el desarrollo del estudio, ya que se tendrá contacto directo con el personal de mantenimiento encargado de la fosa que almacena las aguas con las que se trabajará en la investigación, las mismas que son las residuales domésticas procedentes del distrito de Querocoto.

Beneficencia: Se respetará la autonomía de los habitantes del distrito de Querocoto quienes serán informados de la propuesta de estudio, dándoles a conocer el beneficio que tendrían las comunidades cercanas ya que se pretende realizar la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de sus aguas residuales domésticas.

Valor social: los resultados de esta investigación promoverán potencialmente la salud futura de los pobladores del distrito en estudio, ya que se conoce la gran problemática de las aguas contaminadas procedentes de la localidad antes mencionada, motivo por el cual le podemos asignar un gran valor a la investigación que se viene desarrollando.

Validez científica: El estudio en curso seguirá la metodología apropiada que asegure que los resultados responderán a la pregunta de investigación formulada. Así mismo se seguirá el protocolo establecido para las pruebas de laboratorio que la investigación requiera; cabe mencionar que de igual forma será el tratamiento estadístico de los datos.

Siendo estos principios de Belmont y Report tomados por el investigador para la realización de su tesis como se detalló en todo el trabajo dado a conocer.

III. RESULTADOS

Tabla 1. Análisis de las estadísticas de cada una de las dosis de Tara (*Caesalpinia spinosa*)

Dosis	fi	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0.75 gr	3	6,1667	,70812	,40883	4,4076	7,9257	5,35	6,61
1 gr	3	6,1433	,57830	,33388	4,7068	7,5799	5,71	6,80
1.25 gr	3	7,3767	,71619	,41349	5,5975	9,1558	6,55	7,81
1.5 gr	3	8,0633	,09074	,05239	7,8379	8,2887	7,98	8,16
2 gr	3	7,9300	,33181	,19157	7,1057	8,7543	7,62	8,28
Total	15	7,1360	,97666	,25217	6,5951	7,6769	5,35	8,28

Fuente: Elaboración del investigador

Los resultados de las diferentes dosis de tara (*Caesalpinia spinosa*) nos muestran que la dosis de 1 gr es la que presenta menor promedio de turbidez (6,1433 NTU), mientras que la dosis que presenta una mayor media es la dosis de 1.5 gr.

Tabla 2. Grupos de dosis de tara (*Caesalpinia spinosa*) formados por la prueba de Tukey

	DOSIS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD de Tukey ^a	1 gr	3	6,1433	
	0.75 gr	3	6,1667	
	1.25 gr	3	7,3767	7,3767
	2 gr	3		7,9300
	1.5 gr	3		8,0633
	Sig.			,108
Tukey B ^a	1 gr	3	6,1433	
	0.75 gr	3	6,1667	
	1.25 gr	3	7,3767	7,3767
	2 gr	3		7,9300
	1.5 gr	3		8,0633

Fuente: Elaboración del investigador

Se puede observar que la prueba de Tukey forma grupos significativos con las dosis de 1 y 0.75 gr, así como con las dosis de 2 y 1.5 gr.; ya que la dosis de 1.25 gr. resulta no tener ninguna diferencia significativa entre las medias de las otras dosis.

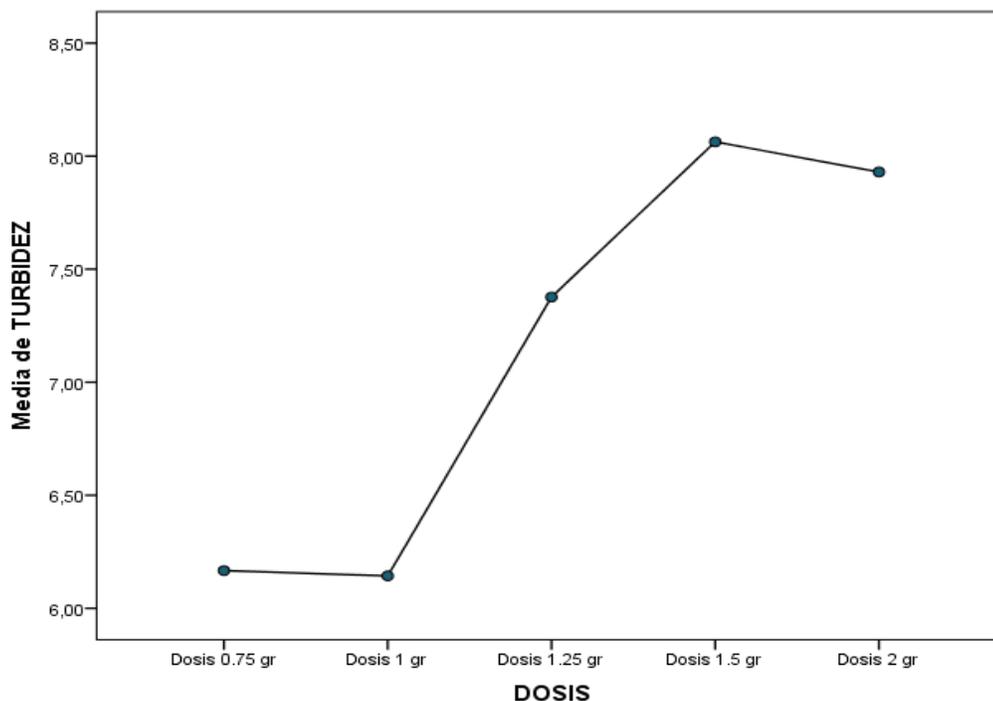


Figura 1. Representación de las medias de turbidez con diferentes dosis de tara (*Caesalpinia spinosa*)

Al haber analizado la turbidez con las diferentes dosis de tara, y estas siendo reforzadas por intermedio de la prueba de Tukey, se determina que la dosis óptima para evaluar los parámetros físico-químicos es la de 1 gramo, ya que presenta menor media y desviación estándar en relación a la dosis de 0.75 gr.

Tabla 3. *Parámetros físico-químicos en muestras de agua residual antes de aplicar el experimento*

Parámetro	Unidad	Resultado
Turbidez	NTU	168.0
SST	mg/L	142
pH	Ph	4.74
DBO	mg/L	37.6
DQO	mg O ₂ /L	895.5

Fuente: Laboratorio SGS – Cajamarca

Los resultados muestran que antes de aplicar la harina de tara, se obtuvo un resultado de 168 NTU de turbidez, 142 mg/L SST, 4.74 PH, 37.6 mg/L de DBO y 895.5 mg O₂/L de DQO.

Tabla 4. *Parámetros físico-químicos en muestras de agua residual después de aplicar el experimento*

Parámetro	Unidad	Resultado
Turbidez	NTU	123.0
SST	mg/L	94
pH	pH	7.08
DBO	mg/L	11.9
DQO	mg O ₂ /L	80.7

Fuente: Laboratorio SGS - Cajamarca

Los resultados muestran que después de aplicar la harina de tara, se obtuvo un resultado de 123 NTU de turbidez, 94 mg/L SST, 7.08 pH, 11.9 mg/L de DBO y 80.7 mg O₂/L de DQO.

Tabla 5. *Parámetros físico-químicos en muestras de agua residual antes y después de aplicar el experimento*

Parámetro	Unidad	Antes	Después
		experimento	experimento
Turbidez	NTU	168.0	123.0
SST	mg/L	142	94
pH	pH	4.74	7.08
DBO	mg/L	37.6	11.9
DQO	mg O ₂ /L	895.5	80.7

Fuente: Laboratorio SGS - Cajamarca

Al comparar los parámetros analizados se puede observar que la Turbidez, SST, DBO y DQO disminuyeron al aplicar la harina de tara con una dosis de 1 gr.

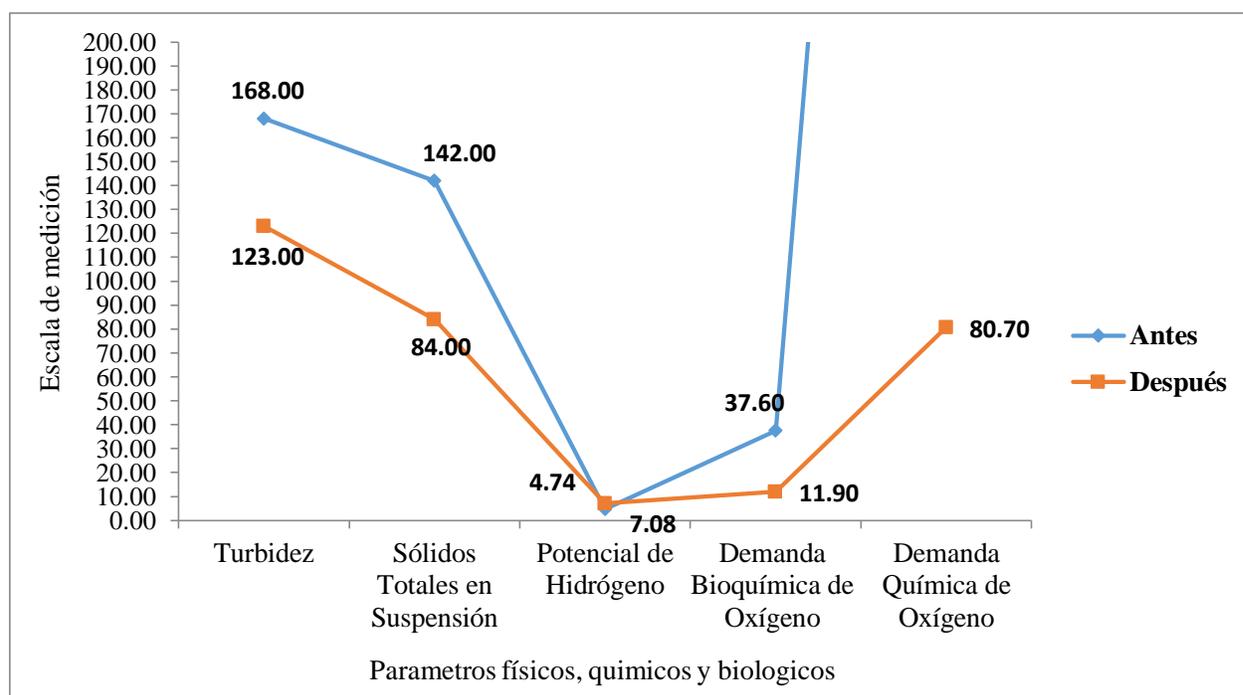


Figura 2. Parámetros físico-químicos en muestras de agua residual antes y después de aplicar el experimento

Al comparar los parámetros analizados se puede observar que la turbidez, SST, DBO y DQO disminuyeron al aplicar la harina de tara con una dosis de 1 gramo, con énfasis en el último parámetro que de 895.5 mg O₂/L cayó a 80.7 mg O₂/L; sin embargo, se encontró un pH 4.47 antes de aplicar el experimento e incrementó a 7.08 posterior a la aplicación de la tara.

IV. DISCUSIÓN

Se puede comparar esta investigación con la desarrollada por Burgos en el año 2015, ya que ambos estudios buscan nuevas alternativas naturales para mejorar lo que denominamos “variable respuesta”, ya que aquí se tuvo por objetivo analizar el contenido de plantas ornamentales para eliminar los contaminantes provenientes de aguas contaminadas de origen rural, mediante un sistema de lodazales edificados del tipo subsuperficial horizontal.

Para desarrollar esta investigación el autor construyó varios sistemas de lodazales a escala de laboratorio con especies tales como Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*); el Lirio acuático (*Iris pseudacorus*); Papiro egipcio (*Cyperus papyrus*) y Tulbagia (*Tulbaghia violacea*), considerando un humedal al 25 %, 50 % y 100 % de carga de aguas servidas, considerando un contenido de exclusión y ajuste en las especies. Se tiene por resultados que existe una eliminación mayor al 90 % de materia orgánica y de sólidos. Se encontró además que hubo una expulsión de nutrientes, en donde la especie papiro egipcio expulsó valores mayores al 90 %, siendo mayor a las especies Tulbagia (*Tulbaghia violacea*), Lirio acuático (*Iris pseudacorus*), y Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*). La exclusión de microorganismos patógenos estuvo entre 100 - 200 UL, para cada una de las muestras.

Por último, de las especies analizadas, el Lirio acuático (*Iris pseudacorus*) no pudo resistir el periodo de ejercicio planteado, motivo por el cual no está considerado como apto para que sea usado en edificaciones, además la especie *Cyperus papyrus* logró separar los nutrientes de las aguas contaminadas (servidas) de origen rural.

Se trabajó con diferentes velocidades de agitación rápida (200 rpm y 300 rpm), concentraciones de floculante (2000 ppm y 3000 ppm), y velocidad de agitación lenta (30 rpm y 45 rpm), considerando para cada uno de estos procedimientos dos niveles; para determinar su efecto sobre la turbidez, DBO, DQO y SST. En conclusión, se logró demostrar la eficacia de la goma extirpada de la *Caesalpinia spinosa*, en la remoción de valores de turbidez que inició en 42,6 NTU y obteniendo valores de hasta 8.92 NTU.

Al igual que en esta investigación propuesta por Pavón en el año 2015, en el trabajo se pudo ver la efectividad de las propiedades de la tara, siendo la diferencia que esta investigación no trabajó directamente con la goma sino con el pulverizado de las semillas, la diferencia es que en tal estudio se indica en donde se desplegaron capas que pudieron recubrir la goma de tara para que pueda ser comestible (GT) y goma laca (GL) con la adición de glicerol (GLY), mezclas con cera de abeja (BW) y de ácido esteárico, como plastificante y emulgente, proporcionalmente. Durante la primera prueba, la GT se conservó firme y se modificó la estructura con un BW y GL del 0 - 60 % para una base seca. Estas mezclas se definieron en sus propiedades físicas, químicas, geológicas y de estabilidad. El pH se transformó significativamente en la enunciación que contenía 60 % de BW. Se optó por escoger la disolución de 30 % BW y 30 % GL para así analizar el efecto que tiene el GLY y el ácido esteárico en la porosidad del vapor de agua (PVA) y propiedades mecánicas de capas creadas en placa. Además, se encontró que existe una relación altamente significativa entre la PVA con la composición de la capa y las propiedades mecánicas. El porcentaje de alargamiento fue mayor para la enunciación con mayor contenido de GLY (20 %).

Se encontró además que la concentración óptima de *Caesalpinia spinosa* para disminuir los valores de turbidez fue de 3000 ppm, considerando una velocidad de agitación menor de 200 rpm durante 1 minuto y medio; teniendo además una velocidad de agitación lenta mayor a 45 rpm, por el periodo de 25 minutos.

Encontrando además que los porcentajes considerando estos valores fueron de hasta 79.06%. Por otro lado, se pudo hacer una remoción en los parámetros de DBO (43.52 %; desde 455 mg/l hasta 257 mg/l), DQO (38.00 %; desde 821 mg/l hasta 509 mg/l) y SST (17.07 %, desde 41 mg/l hasta 34 mg/l) considerando una concentración de coagulante-floculante de 3000 ppm, a un nivel de pH aproximadamente neutro se pernotó una velocidad de agitación rápida mayor, de 300 rpm durante 1 minuto y medio; y velocidad de agitación lenta mayor, de 45 rpm durante un tiempo de 25 minutos.

Tal como lo indica Montenegro (2014) realizó esta investigación para implementar nuevas alternativas de tratamiento en la medicina, específicamente en el aspecto antibacterial, ya que hoy en día la se vuelve más amplia la resistencia bacteriana a los antibióticos convencionales, generando incluso reacciones adversas en algunos pacientes. Esta investigación tuvo por objetivo principal el determinar la actividad antibacteriana de un extracto alcohólico de tara (*Caesalpinia spinosa*) sobre cepas de *Porphyromonas gingivalis*. Se consideró un estudio de tipo experimental, prospectivo, comparativo e in vitro, la misma que se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Odontología de la UNMSM.

Para el desarrollo de este se utilizó cepas de *Porphyromonas gingivalis* anticipadamente identificadas por los laboratorios MICROBIOLOGIC, siendo estas importadas a través de una Casa Comercial “GENLAB”. En este estudio se investigó la actividad antibacteriana, del extracto alcohólico de tara (*Caesalpinia spinosa*) en cinco concentraciones (6,25 mg/ml; 12,5 mg/ml; 25 mg/ml; 50 mg/ml y 75 mg/ml) sobre la cepa ATCC 33277 *Porphyromonas gingivalis* mediante el test de difusión en Agar, encontrando que el extracto alcohólico de la tara (*Caesalpinia spinosa*) tiene actividad antibacteriana sobre *Porphyromonas gingivalis*. No existió diferencia significativa en las concentraciones.

De igual manera Vigo, (2018) cuyo fin fue evaluar la eficiencia de la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) en la remoción de Sólidos Suspendidos de las aguas del Rio Chonta, por ello se determinó concentración, tiempo y velocidad de agitación. El método utilizado para dicho estudio fue de tipo experimental; el cual se desarrolló a través de pruebas en el laboratorio “Innodevel SAC”, en donde se hizo uso de las prueba de Jarras; se hizo uso de la prueba estadística ANOVA; encontrando una concentración de 6 ml/L, con una agitación en velocidades de 40 RPM en un intervalo de tiempo para 20 minutos; siendo estos los resultados más óptimos en esta investigación; logrando una turbidez de 8.1 UNT con un 62 % de disminución de esta; no cumpliendo de esta manera con ECA, categoría I.

Por lo que se concluyó que no es un buen coagulante- floculante ya que fue menor a un 80 %, por otro lado, se puede considerar que si es un buen coadyuvante porque estuvo en el rango de 20 - 80 %. Se menciona nuevamente la efectividad del producto que se propone en esta investigación, ya que al igual que en este estudio los resultados permiten confirmar que el uso de las semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) permite la remoción de materia orgánica y sólidos suspendidos, para el caso de esta investigación en las aguas residuales domésticas del distrito de Querocoto.

Según Moreno (2016) se pretendió analizar las especies “*Opuntia ficus indica*, *Aloe vera* y *Caesalpinia spinosa*”, con el fin de que contribuyeran a reducir los niveles de turbidez del agua en la localidad, esta investigación que duró en promedio 9 meses, para estudiar el tiempo de contacto con ayuda de la prueba de jarras, la velocidad de agitación y la cantidad del recurso vegetal aplicada a la población que estuvo formada por un total de 108 L de H₂O del río Crisnejas en la comunidad de Chuquibamba-Cajabamba, para determinar los niveles de turbidez fue necesario hacer uso del equipo de Turbidímetro Nefelómetro portátil HI 93703, en donde se llegó a la conclusión que el desarrollo del experimento si disminuye la turbidez del agua que consumen los habitantes de Chuquibamba-Cajabamba, logrando disminuir el nivel de turbidez en un 61.09 % usando la *Opuntia ficus*, y disminuyendo a un 48.47 % cuando se usó la *Caesalpinia spinosa* y para el caso de *Aloe vera*, este disminuyó en un 42.48 % ; cabe resaltar que este autor no sólo trabaja con un floculante natural, sino también con la *Opuntia ficus*, en donde es significativo ver que este producto tiene mayor efectividad sobre la *Caesalpinia spinosa*, lo cual es motivo de realizar mayores investigaciones relacionadas a este producto.

ANOVA de un factor para determinar diferencia entre las medias de las dosis de tara
(Caesalpina spinosa)

Hipótesis

H₀: No existe diferencia significativa entre las medias de las dosis de tara (*Caesalpina spinosa*)

H₁: Existe diferencia significativa entre las medias de las dosis de tara (*Caesalpina spinosa*)

Significancia $\alpha = 5\% = 0.05$

Criterio para evaluar la prueba

Si p-value $\geq \alpha$ ----- Se acepta **H₀**

Si p-value $< \alpha$ ----- No Se acepta **H₀** y Se acepta **H₁**

Tabla 6. Prueba Estadística

ANOVA de un factor					
TURBIDEZ	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	10,420	4	2,605	8,878	,003
Intra-grupos	2,934	10	,293		
Total	13,354	14			

Fuente: Elaboración del investigador

Decisión: Considerando un p-value = 0.003, se decide rechazar H₀ y ACEPTAR H₁

Conclusión: Se concluye que existe diferencia significativa entre las medias de las dosis de tara (*Caesalpina spinosa*).

V. CONCLUSIONES

1. Al evaluar los niveles de turbiedad de las aguas residuales domésticas del distrito de Querocoto antes de aplicar las semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*), los resultados evidenciaron que se encontró en 168 NTU, así mismo se encontró 142 mg/L SST, 4.74 pH, 37.6 mg/L de DBO y 895.5 mg O₂/L de DQO, cabe resaltar que todos estos parámetros formaron parte del análisis físico-químico.
2. Después de corroborar mediante la prueba de ANOVA de un factor que evidenció la diferencia significativa entre las medias de las dosis, en donde el estudio de la prueba de Tukey permitió determinar que la dosis óptima de tara (*Caesalpinia spinosa*) para evaluar los parámetros físico-químico fue la de 1 gramo, ya que presenta menor media y desviación estándar en relación a la dosis de 0.75 gr, y por ende la demostró mayor claridad del agua.
3. Posterior a la aplicación de las semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) en las aguas residuales domésticas del distrito de Querocoto los resultados del laboratorio revelaron 123 NTU de turbidez, 94 mg/L SST, 7.08 pH, 11.9 mg/L de DBO y 80.7 mg O₂/L de DQO.
4. Al comparar los parámetros analizados antes y después de la aplicación de semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) se concluye que la turbidez, SST, DBO y DQO disminuyeron notablemente, con énfasis en el último parámetro que de 895.5 mg O₂/L bajó a 80.7 mg O₂/L; sin embargo, se encontró un pH de 4.47 antes de aplicar el experimento e incrementó a 7.08 posterior a la aplicación de la tara (*Caesalpinia spinosa*).
5. Luego de haber realizado la comprobación científica, se concluye que el uso de las semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) permite la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas del distrito de Querocoto.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seguir realizando investigaciones que aporten a la mejora del medio ambiente buscando otras alternativas naturales a parte de la presentada en esta investigación, ya que este medio es el espacio en el que interactuamos los seres humanos, pudiendo ser esta interacción a mayor o menor grado es que debemos preocuparnos por su estado.
2. Para las futuras investigaciones con tara (*Caesalpinia spinosa*) se sugiere evaluar los taninos de esta planta natural, ya que este estudio permite dar un punto inicial para confirmar la remoción de la turbidez y por ende la carga orgánica, pudiéndose determinar como una alternativa a la purificación de las aguas a un bajo costo.
3. A las autoridades presentes en municipalidades y gobiernos regionales se les recomienda financiar investigaciones que puedan promover alternativas naturales para solucionar problemas relacionados al medio ambiente, pudiendo realizar convenios con algunas ONG que permitan desarrollar estudios como el que se presenta.
4. Se recomienda a los investigadores y público interesado seguir realizando experimentos de ensayo con la harina proveniente de las semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*), pudiendo incorporar en estos nuevos estudios variables intervinientes que aporten a la floculación – coagulación, pudiendo además realizar nuevas dosis, tiempo y velocidades con equipos alternos a la prueba de jarras, ya que esto puede permitir obtener mejores valores que se basen en la normativa peruana vigente.

REFERENCIAS

ASOCAM. Todo sobre la Tara [En línea]. [Fecha de consulta: 01 de abril del 2019] Recuperado de: <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/b3c71f39d9c60acfd2fd4785095f28b9.pdf>

BRAVO, Milagros. y Gutiérrez, Jorge. (2016). Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas del Rio Pollo en Otuzco empleando semillas de *Caesalpinia spinosa* (Tara), (Tesis de pregrado). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2016. Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3275>

BURGOS Viviana (2015). Evaluación de humedales construidos plantados con Especies ornamentales en la eliminación de materia orgánica, nutriente y contaminante patógenos de aguas servidas de origen rural, (Tesis de pregrado). Chile: Universidad de Concepción

Las aguas residuales y sus efectos contaminantes. [Blog]. Domínguez, H. (13 de Marzo del 2017) Recuperado de: <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>

FERNÁNDEZ, Alicia. (2012). El agua un recurso esencial. Revista Química Viva, 3(11). Recuperado de: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v11n3/fernandez.pdf>

FIBRAS y normas de Colombia (2019). Coagulación y floculación: definición, tipos y factores. Recuperado de: <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminos-definiciones/coagulacion-floculacion-definicion/>

FRIONI, Lilian. (2011). Microbiología: básica, ambiental y agrícola. Orientación Grafica Editora: España

MÉNDEZ Ángeles. 11 de enero de 2011. Turbidez. Recuperado de: <https://quimica.laguia2000.com/propiedades/turbidez>

MINAM, (2011). Cuarto informe nacional de residuos sólidos municipales y no municipales. Disponible en: <http://www.redrrss.pe/material/20130104110940.pdf>.

MINAM, (2017). Estándares de calidad ambiental. Recuperado de: <http://www.minam.gob.pe/estandares-de-calidad-ambiental/pagina-ejemplo/>

NCYT. (2015). Floculación del agua. Recuperado de: <https://noticiasdelaciencia.com/art/21859/floculacion-del-agua>

MORENO Sandy. (2016). Disminución de la turbidez del agua del río Crisnejas en la comunidad de Chuquibamba-Cajabamba utilizando *Opuntia ficus indica*, *Aloe vera* y *Caesalpinia spinosa* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. Perú

PALELLA Stracussi y MARTINS Feliberto. (2010). Metodología de la investigación cuantitativa. Venezuela: FEDUPEL

PASTOR José. (2016). Prueba de jarras. Recuperado de: <http://sistemajpii.blogspot.com/2016/10/prueba-de-jarras.html>

PAVÓN Dario (2015). Uso potencial de la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) para el desarrollo de nuevas películas y recubrimientos comestibles compuestos, (Tesis de pregrado). Chile: Universidad de Concepción

PÉREZ Luis. (2005). Teoría de la sedimentación. Recuperado de: http://www.fi.uba.ar/archivos/institutos_teoria_sedimentacion.pdf

SÁNCHEZ María. (13 de marzo del 2017). Las aguas residuales en Perú, realidad al 2017 [Blog]. Recuperado de: <https://www.iagua.es/blogs/maria-sanchez-montes/aguas-residuales-peru-costo-improvisacion>

TORO Silvia. (2015). Contaminación del agua. Recuperado de: <http://iberorest.com/contaminacion-del-agua/>

VIGO Leidy. (2018). Eficiencia de la goma de *Caesalpinia Spinosa* de la remoción de sólidos suspendidos, en las aguas del río Chonta, Los Baños del Inca-2018, (Tesis de pregrado). Cajamarca: Universidad Privada Antonio Guillermo Urre

ANEXOS

Anexo N° 1: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Técnica e instrumento
Variable Independiente semillas de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>)	Conocida como "taya", es un vegetal de origen peruano cuyo uso de viene desarrollando desde la época pre-hispánica para actividades como la medicina natural o popular y hoy en día se viene utilizando sus pepas o semillas molidas como un extraordinario producto para el desarrollo en actividades industriales, entre otras.	Velocidad de agitación	Unidades (rpm)	Balanza analítica
		Concentración del floculante	Unidades (mg/l)	Prueba de jarras
Variable Dependiente Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica	Se define como la expulsión de partículas que permanecen en suspensión en el agua debido al movimiento del líquido o debido a que la densidad de la partícula es menor o igual que la del agua, para el caso de materia orgánica se define como la materia elaborada de compuestos orgánicos que provienen de los restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos, tales como plantas, animales y sus productos de residuo en el ambiente natural.	Físico-Químico	<p>pH</p> <hr/> <p>Turbiedad</p> <hr/> <p>SST</p> <hr/> <p>DBO</p> <hr/> <p>DQO</p>	Multiparámetro Técnica de tubos múltiples

Anexo N° 2: Resultados de análisis físicos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA

TIPO DE ANÁLISIS : Físico
USUARIO : Rojas Cubas Jairo Ernesto
N° DE MUESTRA : 01
FECHA DE EMISIÓN : 18 de octubre del 2019

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

N° DE MUESTRA	DOSIS DE TARA	RPM	TIEMPO	EQUIPO
1	0.75 gr	100 80	5' 20'	Prueba de jarras
1	1.00 gr	100 80	5' 20'	Prueba de jarras
1	1.25 gr	100 80	5' 20'	Prueba de jarras
1	1.50 gr	100 80	5' 20'	Prueba de jarras
1	2.00 gr	100 80	5' 20'	Prueba de jarras

Nota: muestra tomada por el usuario.

Se realizó el tratamiento de la muestra utilizando la prueba de jarras, agregando dosis de 0.75, 1, 1.25, 1.5 y 2 gramos de harina de tara a velocidades de 100 RPM por 5 minutos y 80 RPM por 20 minutos. Terminando el proceso se dejó sedimentar por 15 minutos, luego se filtró hasta retirar la goma formada por la tara de la muestra.

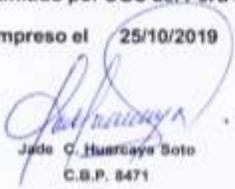
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Diana Karolín Quiroz Incio
Laboratorio de biotecnología y microbiología

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3,5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Anexo N° 3: Estación de muestreo

	DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002			
INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1926451 Rev. 0				
<hr/> JAIRO ERNESTO ROJAS CUBAS CASERIO MITOBAMBA S/N-QUEROCOTO-CHOTA-CAJAMARCA ENV / LB-346263-003 <hr/>				
Fecha de Recepción SGS :	18-10-2019			
Fecha de Ejecución :	Del 18-10-2019 al 25-10-2019			
Muestreo Realizado Por :	CLIENTE			
<table border="1" style="margin: 20px auto;"><tr><td style="text-align: center;">Estación de Muestreo</td></tr><tr><td style="text-align: center;">PTARD1QM</td></tr></table>			Estación de Muestreo	PTARD1QM
Estación de Muestreo				
PTARD1QM				
 Emitido por SGS del Perú S.A.C. Impreso el 25/10/2019  Jairo C. Huaráya Boto C.B.P. 8471 Jefe de Oficina				
Página 3 de 4				
SGS del Perú S.A.C.	Av. Eimer Faucett 3348 Dennis Guertler 275 Jr. Arnaldo Meneses	Celso 1 Parque Industrial Ba. San Antonio Cajamarca Celso Amazapa Cajamarca t 0511 517 1900 t 0541 213 506 t 0761 366 082 www.sgs.pe P: servicios@sgs.com		
<small>Member of Group 3221</small>				

Anexo N° 4: Resultados de análisis de agua



DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1926451 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PTARIDUM
FECHA DE MUESTREO					18/10/2018
HORA DE MUESTREO					02:30:00
CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Alcalinidad y dureza					
Turbidez	EN_APH42108_CX	NTU	0.1	0.2	100.0
Sólidos Totales en Suspensión	EN_APH425400_CX	mg Sólidos Totales en Suspensión	1	3	142
Colorimétrico de Hútigeno	EN_APH425098_CX	PCU	-	-	0.74.1
Dureza Bicarbonato de Calcio	EN_APH42108_CX	mg/L	1.0	2.0	37.6
Dureza Calcio de Origen	EN_APH42200_CX	mg/L	1.0	4.5	395.5

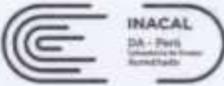
Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.

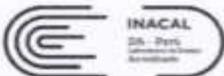
Anexo N° 5: Resultados de muestra tratada con floculante natural

	DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002						
INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1926450 Rev. 0							
<hr/> JAIRO ERNESTO ROJAS CUBAS CASERIO MITOBAMBA S/N-QUEROCOTO-CHOTA-CAJAMARCA ENV / LB-346263-002 PROCEDENCIA : FISCAL <hr/>							
Fecha de Recepción SGS :	18-10-2019						
Fecha de Ejecución :	Del 18-10-2019 al 25-10-2019						
Muestreo Realizado Por :	CLIENTE						
Observación :	MUESTRA TRATADA CON FLOCULANTE NATURAL DE TARA A 1.00 GR.						
<table border="1" style="margin: 10px auto;"><tr><td style="text-align: center;">Estación de Muestreo</td></tr><tr><td style="text-align: center;">PTARD1QM</td></tr></table>			Estación de Muestreo	PTARD1QM			
Estación de Muestreo							
PTARD1QM							
 Emitido por SGS del Perú S.A.C. Impreso el 25/10/2019  Jade C. Huarcaya Soto C.B.P. 8471 Jefe de Oficina							
Página 1 de 4							
<hr/> <table border="0" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 33%;">SGS del Perú S.A.C.</td><td style="width: 33%;">Av. Elmer Faucett 3348 Ernesto Gutther 275 Jr. Arnaldo Márquez</td><td style="width: 33%;">Calleo 1 Parque Industrial Ila. San Antonio</td><td style="width: 33%;">Calleo t (511) 517 1800 Arequipa t (054) 213 506 Cajamarca t (076) 368 092</td><td style="width: 33%;">www.sgs.pe ✉ Pa.servicos@sgs.com</td></tr></table> <hr/> <p style="text-align: right; font-size: small;">Miembro del Grupo SGS</p>			SGS del Perú S.A.C.	Av. Elmer Faucett 3348 Ernesto Gutther 275 Jr. Arnaldo Márquez	Calleo 1 Parque Industrial Ila. San Antonio	Calleo t (511) 517 1800 Arequipa t (054) 213 506 Cajamarca t (076) 368 092	www.sgs.pe ✉ Pa.servicos@sgs.com
SGS del Perú S.A.C.	Av. Elmer Faucett 3348 Ernesto Gutther 275 Jr. Arnaldo Márquez	Calleo 1 Parque Industrial Ila. San Antonio	Calleo t (511) 517 1800 Arequipa t (054) 213 506 Cajamarca t (076) 368 092	www.sgs.pe ✉ Pa.servicos@sgs.com			

Anexo N° 6: Resultados de laboratorio



**DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Control
Acreditado

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1926450 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PTARDIGM
FECHA DE MUESTREO					18/02/19
HORA DE MUESTREO					08:05:00
CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORÍA					DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Pruebas Fisicoquímicas					
Terminales	EW_APH42139E_CK	ml/l	0.1	0.2	123.0
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APH4254KD_CK	mg Sólidos Totales en Suspensión/l	1	3	94
Potencial de Hidrógeno	EW_APH4430YB_CK	ph	-	-	7.08 *
Demanda Química de Oxígeno	EW_APH45117B_CK	mg/L	1.0	2.0	11.8
Demanda Química de Oxígeno	EW_APH45225D_CK	mg/20L	1.8	4.8	80.7

Notas:
 El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
 Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
 (*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.

Página 2 de 4

SGS del Perú S.A.C.

Avenida Eitel Faustini 3348 - Calleo 1
 Ernesto Gunther 275 - Parque Industrial
 Jr. Amaltdo Márquez - St. San Antonio

Calleo 1 ☎ 0111 517 1900 www.sgs.pe
 Arequipa ☎ 0541 213 506 📧 ft.servicio@sgs.com
 Cajamarca ☎ 0761 366 092

Miembro del Grupo SGS

Anexo N° 7: Resultados analisis (parámetros)



**DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1926451 Rev. 0**



REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APH42130B_CX	Cajamarca	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.; 2017, Turbidity, Nephelometric Method
EW_APH42540D_CX	Cajamarca	Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D, 23rd Ed.; 2017, Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C
EW_APH44500HE_CX	Cajamarca	Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed.; 2017, pH Value: Electrometric Method
EW_APH45210B_CX	Cajamarca	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.; 2017, Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APH45220D_CX	Cajamarca	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.; 2017, Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página www.sgs.com.pe/da/condiciones-generales. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su atención o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se reserva por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión: Junio 2015

SGS del Perú S.A.C.

Ax. César Fajardo 3348
Ernesto Gurrero 275
Jr. Arnaldo Miróqari

Cajón 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Cajón ☎ 011 517 7800 www.sgs.pe
Arequipa ☎ 054 213 508 ✉ pe.servicios@sgs.com
Cajamarca ☎ 076 386 092

Miembro del Grupo SGS

Anexo N° 8: Fotografías de las pruebas del laboratorio

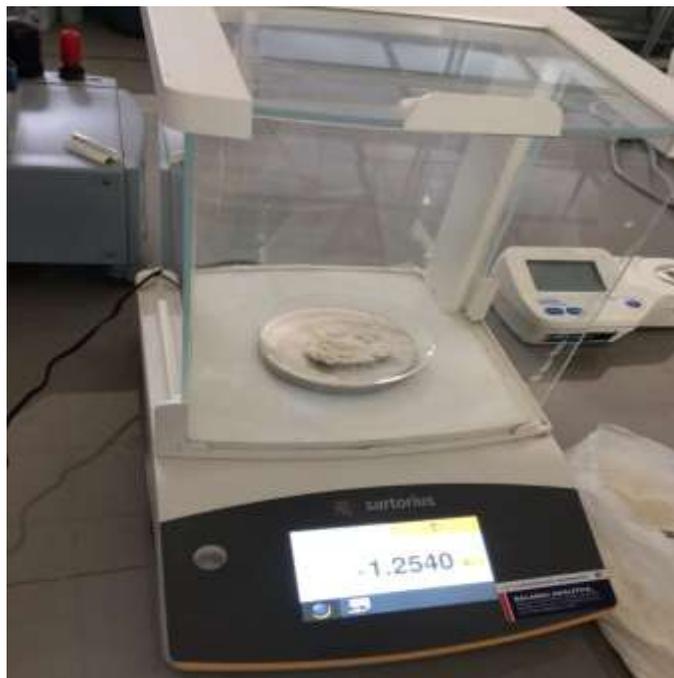
Fotografía N° 01: Toma de muestras de aguas residuales domésticas para ser tratadas en laboratorio



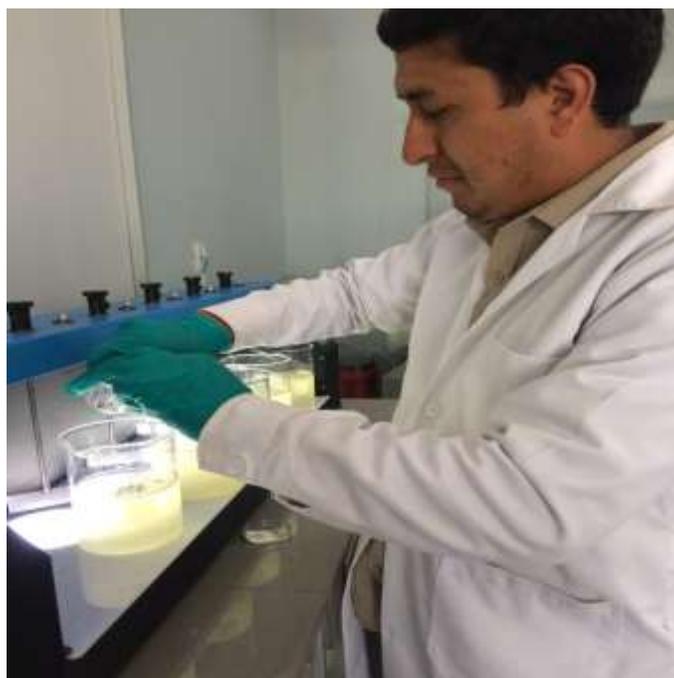
Fotografía N° 02: Instalación de vasos para realizar la prueba de jarras



Fotografía N° 03: Pesado de tara (*Caesalpinia spinosa*)



Fotografía N° 04: Agregado de tara (*Caesalpinia spinosa*) a los vasos precipitados



Anexo N° 9: Decreto supremo N°003 – 2010 – MINAM

El Peruano
Lima, miércoles 17 de marzo de 2010

 **NORMAS LEGALES**

415675

de impuestos o de derechos aduaneros de ninguna clase o denominación.

Artículo 5°.- La presente Resolución Suprema será refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN
Presidente del Consejo de Ministros

469446-6

AMBIENTE

Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

**DECRETO SUPREMO
N° 003-2010-MINAM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;

Que, el numeral 32.1 del artículo 32° de la Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permissible - LMP, como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33° de la Ley N° 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplique el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, establece como función específica de dicho Ministerio, elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 121-2009-MINAM, se aprobó el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el año fiscal 2009 que contiene dentro de su anexo la elaboración del Límite Máximo Permissible para los efluentes de Plantas de Tratamiento de fuentes domésticas;

Que el artículo 14° del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, establece que el proceso de evaluación de impacto ambiental comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo a la legislación ambiental vigente; del mismo modo, en su artículo 28° el citado reglamento señala que, la modificación del estudio ambiental o la aprobación de instrumentos de gestión ambiental complementarios,

implica necesariamente y según corresponda, la actualización de los planes originalmente aprobados al emitirse la Certificación Ambiental;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1°.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)

Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

Artículo 2°.- Definiciones

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR):** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.

- **Límite Máximo Permissible (LMP):** Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

- **Protocolo de Monitoreo:** Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo.

Artículo 3°.- Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR

3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

3.2 Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino.

3.3. Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

3.4 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres (03) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

Artículo 4°.- Programa de Monitoreo

4.1 Los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El Programa de Monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.

4.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

4.3 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.

Artículo 5º.- Resultados de monitoreo

5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.

5.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.

Artículo 6º.- Fiscalización y Sanción

La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.

Artículo 7º.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

Única.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, aprobará el Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un anexo al Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un plazo no mayor a doce (12) meses contados a partir de la vigencia del presente dispositivo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

JUAN SARMIENTO SOTO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARAMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
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 Suspensión	en mL/L	150
Temperatura	°C	<35

469446-2

Designan responsable de brindar información pública y del contenido del portal de internet institucional del Ministerio

RESOLUCIÓN MINISTERIAL Nº 036-2010-MINAM

Lima, 16 de marzo de 2010

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Legislativo Nº 1013, se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

Que, la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, cuyo Texto Único Ordenado fue aprobado por Decreto Supremo Nº 043-2003-PCM, tiene por finalidad promover la transparencia de los actos del Estado y regular el derecho fundamental del acceso a la información consagrado en el numeral 5 del artículo 2º de la Constitución Política del Perú;

Que, el artículo 3º de la citada Ley, señala que el Estado tiene la obligación de entregar la información que demanden las personas en aplicación del principio de publicidad, para cuyo efecto se designa al funcionario responsable de entregar la información solicitada;

Que, asimismo, de acuerdo a lo previsto en el artículo 5º de la mencionada Ley, las Entidades Públicas deben identificar al funcionario responsable de la elaboración de los Portales de Internet;

Que, mediante Resolución Ministerial Nº 070-2008-MINAM, se designó a la señorita Cristina Miranda Beas, como funcionaria responsable de brindar información que demanden las personas, y responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet del Ministerio del Ambiente;

Que, por razones del servicio y considerando la renuncia al cargo que desempeñaba en el Ministerio del Ambiente la servidora citada en el considerando precedente, resulta necesario designar al personal responsable de brindar información en el marco de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y responsable del Portal de Internet Institucional;

Con el visado de la Secretaría General y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y

De conformidad con lo establecido en el Decreto Legislativo Nº 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente; el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo Nº 043-2003-PCM; y el Decreto Supremo Nº 007-2008-MINAM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- Designar al abogado Hugo Milko Ortega Polar como Responsable de brindar la información pública del Ministerio del Ambiente y Responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet Institucional, de conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo Nº 043-2003-PCM.

Artículo 2º.- Todos los órganos del Ministerio del Ambiente, bajo responsabilidad, deberán facilitar la información y/o documentación que les sea solicitada como consecuencia de lo dispuesto en el artículo precedente, dentro de los plazos establecidos en la normatividad vigente.

Artículo 3º.- Disponer que la presente Resolución se publique en el Diario Oficial El Peruano y en Portal de Internet del Ministerio del Ambiente.

Artículo 4º.- Notificar la presente Resolución a todos los órganos del Ministerio del Ambiente, al Órgano de Control Institucional y al responsable designado.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

469445-1

A
lr