



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Comparación de la eficiencia de la moringa (*Moringa oleifera*) y el mucilago de tuna (*Opuntia ficus indica*), en el tratamiento de aguas del río Reque

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

Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

Br. Anthony Danny, Esquivel Cubas (ORCID: 0000-0002-2227-100X)

**ASESOR(ES):**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

CHICLAYO – PERÚ

2019

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación se lo dedico principalmente a Dios por guiarme y poner en mi camino personas como mis amigos y profesores que me apoyaron y a mi familia por los consejos y el apoyo incondicional tanto de mis padres como de mis hermanos y tíos puesto que son la base de mi impulso para salir adelante.

**ANTHONY**

## **Agradecimientos**

Agradecer a Dios sobre todas las cosas por darme la fortaleza que me impulso a culminar mi carrera universitaria con éxito.

A mis maestros, personas de gran conocimiento quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro.

A mi familia tan maravillosa y en especial a mis padres por el apoyo incondicional.

**AUTOR**



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 14.00 horas del día, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Carrera Profesional N° 0211-2019/UCV-EPIA, de fecha 2 de diciembre de 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación del Trabajo de Investigación titulado: "COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA MORINGA (*Moringa oleifera*) Y EL MUCILAGO DE TUNA (*Opuntia ficus indica*), EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS DEL RÍO REQUE", presentado por el Bach. ESQUIVEL CUBAS ANTHONY DANNY, para optar el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- PRESIDENTE : Mgtr. José Modesto Vásquez Vásquez  
SECRETARIO : Dr. José Elías Ponce Ayala  
VOCAL : Dr. John William Caján Alcántara

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

Aprobado por Unanimidad

Siendo las 14.50 horas del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 06 de diciembre de 2019

Mgtr. José Modesto Vásquez Vásquez  
Presidente

Dr. José Elías Ponce Ayala  
Secretario

Dr. John William Caján Alcántara  
Vocal



## Declaratoria de Autenticidad

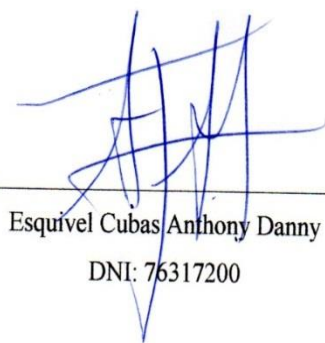
Yo, Esquivel Cubas Anthony Danny, estudiante de la Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, Identificado con DNI N° 76317200, con la tesis titulada “Comparación de la eficiencia de la moringa (*Moringa oleifera*) y el mucilago de tuna (*Opuntia ficus indica*), en el tratamiento de aguas del río Reque”.

Declaro bajo juramento que:

El contenido de la presente tesis es de mi autoría; así mismo declaro también que los datos e información que se presentan son auténticos y veraces.

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 de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 12 de diciembre del 2019



---

Esquivel Cubas Anthony Danny  
DNI: 76317200

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	v
Índice.....	vi
Índice de figuras .....	ix
Índice de gráficos .....	x
Índice de tablas .....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Realidad problemática .....	2
1.2. Trabajos previos.....	4
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	8
1.3.1. El agua .....	8
1.3.2. Coloides .....	10
1.3.3. Coagulación .....	12
1.3.4. Floculación .....	14
1.3.5. Prueba de jarras .....	16
1.3.6. Moringa .....	17
1.3.7. Tuna .....	18
1.4. Formulación del problema .....	19
1.5. Justificación del estudio.....	20
1.6. Hipótesis .....	21

1.7.	Objetivos .....	21
1.7.1.	Objetivo general .....	21
1.7.2.	Objetivos específicos .....	21
II.	MÉTODO .....	22
2.1.	Diseño de investigación .....	22
2.2.	Variables y operacionalización .....	22
2.2.1.	Variables .....	22
2.2.2.	Operacionalización .....	23
2.3.	Localización, población y muestra .....	25
2.3.1.	Localización.....	25
2.3.2.	Población .....	25
2.3.3.	Muestra .....	25
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	26
2.4.1.	Fuentes de recolección de datos .....	26
2.4.2.	Técnicas de recolección de datos.....	26
2.5.	Métodos de análisis de datos .....	30
2.6.	Aspectos éticos .....	30
III.	RESULTADOS .....	31
IV.	DISCUSIÓN.....	48
V.	CONCLUSIONES.....	49
VI.	RECOMENDACIONES .....	50
	REFERENCIAS .....	51
	ANEXOS.....	54
	Matriz de consistencia .....	56
	Acta de originalidad de Tesis .....	67
	Reporte de Turnitin.....	68

Autorización de publicación en el repositorio institucional UCV.....	69
Autorización de la versión final del Trabajo de Investigación.....	70



## Índice de figuras

<b>Figura N° 01.-</b> Distribución del tamaño de partículas en el agua.....	11
<b>Figura N° 02.-</b> Proceso de coagulación.....	12
<b>Figura N° 03.-</b> Etapas del proceso de coagulación.....	13
<b>Figura N° 04.-</b> Mecánica del proceso de floculación.....	15

## Índice de gráficos

<b>Gráfico N° 01.-</b> Resultados de pH con ambos tratamientos.....	32
<b>Gráfico N° 02.-</b> Resultados de conductividad eléctrica con ambos tratamientos.....	33
<b>Gráfico N° 03.-</b> Resultados de Oxígeno disuelto con ambos tratamientos.....	34
<b>Gráfico N° 04.-</b> Resultados de DBO con ambos tratamientos.....	35
<b>Gráfico N° 05.-</b> Turbidez con tratamiento de moringa.....	36
<b>Gráfico N° 06.-</b> Turbidez con tratamiento de tuna.....	37
<b>Gráfico N° 07.-</b> DBO <sub>5</sub> con tratamiento de moringa.....	40
<b>Gráfico N° 08.-</b> Eficiencia de remoción para dbo <sub>5</sub> tratamiento con moringa.....	42
<b>Gráfico N° 09.-</b> DBO <sub>5</sub> con tratamiento de tuna.....	44
<b>Gráfico N° 10.-</b> Eficiencia de remoción para dbo <sub>5</sub> tratamiento con tuna.....	46
<b>Gráfico N° 11.-</b> Eficiencia de remoción para dbo <sub>5</sub> de ambos tratamientos.....	47

## Índice de tablas

<b>Tabla N° 01.-</b> Características químicas del agua.....	9
<b>Tabla N° 02.-</b> Características físicas del agua.....	9
<b>Tabla N° 03.-</b> Composición de la semilla de Moringa.....	18
<b>Tabla N° 04.-</b> Clasificación taxonómica de la Tuna.....	18
<b>Tabla N° 05.-</b> Etiquetas de dosis en ambos tratamientos.....	31
<b>Tabla N° 06.-</b> Resultados de pH.....	32
<b>Tabla N° 07.-</b> Resultados de Conductividad (CC).....	33
<b>Tabla N° 08.-</b> Resultados de Oxígeno Disuelto (OD).....	34
<b>Tabla N° 09.-</b> Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	35
<b>Tabla N° 10.-</b> Resultados de Turbidez.....	36
<b>Tabla N° 11.-</b> Estandar de Calidad del Agua (ECA).....	54
<b>Tabla N° 12.-</b> Tratamientos, análisis y resultados de aguas del río Reque.....	55

## RESUMEN

La disponibilidad de agua potable presenta un problema cada vez más grande a nivel mundial, es por ello que amerita la búsqueda de nuevas alternativas de solución, para poder contrarrestar este problema.

En la presente investigación se determina la eficiencia de las semillas de *Moringa oleifera* y mucilago de *Opuntia ficus indica*, en el tratamiento de las aguas de río Reque, mediante la prueba de jarras. Se parte de la dosis óptima de la *Moringa oleifera* para posteriormente comprobar mediante el análisis fisicoquímico el porcentaje de eficiencia de cada dosis, de igual manera al tratamiento con la *Opuntia ficus indica*. La muestra de agua fue tomada del río Reque, ubicado en el distrito de Reque, provincia de Chiclayo, Perú.

El tratamiento de agua con *Moringa oleifera* 0.5 g/L, proporcionó los valores más altos de remoción, turbidez 93.7% de eficiencia, DBO<sub>5</sub> 70.6% de eficiencia y DQO 47.3% de eficiencia, por otro lado, no se observó variaciones significativas en pH y conductividad eléctrica. En el tratamiento de agua con tuna 10 ml/L, se obtuvieron los valores más altos de remoción de turbidez un 63% de eficiencia, DBO<sub>5</sub> 61.8% de eficiencia y DQO 45.3% de eficiencia. Los resultados demostrados con coagulantes naturales son muy importantes en casos de tratamiento de aguas, ya que se puede decir que la dosis óptima para remoción de turbidez, DBO<sub>5</sub> y DQO es de 0.5 g/L en *Moringa oleifera* y 10 ml/L con *Opuntia ficus indica*.

**Palabras claves:** Prueba de Jarras, tratamiento de agua, coagulante natural.

## ABSTRACT

The availability of drinking water presents a growing problem worldwide, so it deserves to seek new alternatives to counteract this problem.

In the present investigation the efficiency of the seeds of *Moringa oleifera* and mucilago of *Opuntia ficus indica* is determined, in the treatment of the waters of river Reque, by means of the test of jars. The optimal dose of the Moringa is taken as a starting point and then the percentage of efficiency of each dose is checked by means of physicochemical analysis, in the same way as the treatment with the Tuna. The water sample was taken from the river Reque, located in the district of Reque, province of Chiclayo, Peru.

The water treatment with *Moringa oleifera* 0.5 g/L, provided the highest values of removal, turbidity 93.7% efficiency, BOD5 70.6% efficiency and COD 47.3% efficiency, on the other hand, no significant variations were observed in pH and electrical conductivity. In the water treatment with *Opuntia ficus indica* 10 ml/L, the highest values of turbidity removal were obtained: 63% efficiency, BOD5 61.8% efficiency and COD 45.3% efficiency. The results demonstrated with natural coagulants are very important in cases of water treatment, since it can be said that the optimum dose for removal of turbidity, BOD5 and COD is 0.5 g/L in *Moringa oleifera* and 10 ml/L with *Opuntia ficus indica*.

**Keywords:** Jar Test, water treatment, natural coagulant.

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la sociedad es testigo de los cambios probablemente más visibles que han ido ocurriendo en las últimas dos décadas, debido a una gran cantidad de actividades naturales y antrópicas que afectan la estructura natural del recurso hídrico.

La contaminación ambiental es un problema latente, con el paso del tiempo el hombre está deteriorando cada vez más el entorno en el que nos desarrollamos como sociedad, lo cual genera un efecto en la naturaleza alterando sus características físicas y químicas de igual forma en la salud humana.

Actualmente el vertimiento excesivo de sustancias tóxicas que contienen elementos químicos perjudiciales al medio acuático, es por lo que, se requiere la implementación de nuevas tecnologías, que puedan diversificarse a la cantidad de problemas ambientales en cuerpos de agua, para que estas ayuden a estabilizar las condiciones físicas y químicas.

En el Perú se vierten miles de metros cúbicos de agua diariamente a fuentes hídricas, provenientes de industria manufacturera, derrames de combustibles, uso de químicos en campos agrícolas, agua residual de comercios, doméstico, entre otros, los dos últimos sin tratamiento previo. Es por ello, que se busca ampliar más, fuentes de información relevantes a estos temas tan importantes para la subsistencia de la vida misma.

En la presente investigación, nos muestra cuán eficiente es el poder de reducción de algunos agentes físicos y químicos mediante métodos naturales a partir de la utilización de semillas de *Moringa oleífera*, considerándolo así una planta con grandes beneficios y en la actualidad esta planta crece en todo tipo de suelo.

## **1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Los seres vivos en su totalidad utilizan el agua como un recurso con determinaciones básicas y otros usos con fines de desarrollo, lo cual garantiza la subsistencia, no obstante, la contaminación y escases de agua genera que miles de personas no tengan un acceso eficiente a este recurso tan necesario, generalmente se habla que dicha contaminación de las principales fuentes de agua dulce, es causada principalmente por el hombre, debido aquellas actividades extractivas de combustibles fósiles, mediana y gran minería, agricultura, entre otras actividades industriales, que se ven afectadas de diversas formas, con los vertidos de los residuos industriales, los cuáles generan un aumento de la temperatura y consecuente a ello generan la alteración de los componentes del agua al disminuir el oxígeno presente, también cabe mencionar que producto de la deforestación, lo cual provoca la aparición de bacterias bajo el suelo y por ende se contamina el agua subterránea, lo mismo sucede con el uso de los agroquímicos que son utilizados en campos de cultivo agrícola y los vertimientos intencional o casualmente de los hidrocarburos, ya que estos logran interactuar con redes de consumo y se infiltran por algunos canales de agua subterránea.

Los cambios que afronta dicho recurso son susceptibles de previsión y por eso muchos investigadores están realmente convencidos de qué, si existiera un incremento de dichos contaminantes, ascenso que ya es ineludible ira acompañado de ciertas situaciones en las que el recurso se escasee.

A lo largo de los años se han sumado esfuerzos para incrementar el acceso a fuentes de agua potable mejorada, cabe resaltar que en la actualidad más de 600 millones de personas que no cuentan con este acceso, esta situación se da en lugares que se encuentran en zonas rurales que se encuentran en vías de desarrollo, generando esta problemática a que dichas población tengan que recurrir a varios de kilómetros por pequeñas cantidades de agua, principalmente se abastecen de fuentes superficiales o subterráneas que actualmente se encuentran contaminadas.

Según el Ministerio del Ambiente (2013), afirma que en varias zonas al sur de Europa se producen sequias y se intensifican los periodos de calor, creciendo la propagación de enfermedades, primordialmente en climas tropicales.

En el tratamiento de agua superficiales, en el Perú comúnmente se utiliza como coagulante el sulfato de aluminio, el cual según la Organización Mundial de la Salud (2012) informa que este puede ser totalmente nocivo para salud de las personas si estas son ingeridas en altas cantidades. Es por ello, que surge la necesidad de identificar o evaluar especies de origen vegetal, las cuales no generen problemas en la salud de las personas, de tal manera que se compruebe su efectividad, logrando así sustituir total o parcialmente los productos a base de químicos (Ramírez, H, Jaramillo, J., 2014).

El uso de agentes químicos que sirven para el tratamiento de las aguas superficiales es muy complicado, ya que este se dificulta puesto que es un tratamiento continuo de muy alto costo. Las poblaciones más vulnerables, en este caso, en zonas rurales donde existe gran escasez de recursos económicos y al acceso del recurso hídrico se complica aún más debido a su geografía. Cabe mencionar que, debido al riesgo al riesgo que estos agentes químicos causan tanto al ambiente como a la salud humana, alteran el pH, afectando gravemente la seguridad hídrica (Ramírez H., Jaramillo, J., 2015).

Actualmente se han encontrado estudios de relaciones directas entre la calidad del agua y la morbilidad de las personas, ya sea por causa de enfermedades entre otras, como ya se mencionó anteriormente, que se está utilizando el sulfato de aluminio industrialmente, estas pueden generar grasas en el agua y ya no podrían ser potables, debido a que estas queden suspendidas sin ser sintetizados en nuestro organismo.

El tratamiento con coagulantes-floculantes artificiales generan grandes volúmenes de lodos, el cual también contiene trazas de Aluminio. Entonces se puede denotar con claridad que en las zonas con bajos recursos económicos que no tienen acceso a dicho recurso, son el reflejo de muchas situaciones que aquejan la sociedad en mundo, debido a las deficiencias en su tratamiento.



## 1.2. TRABAJOS PREVIOS

Urquía Collantes, K. (2017), en su investigación, se determinó la eficiencia de la *Moringa oleifera* frente a la *Opuntia ficus-indica* para el tratamiento de aguas del Río Huaycoloro, SJL. Su diseño fue experimental, de enfoque cuantitativa.

Los resultados obtenidos con dicho polímero que fue obtenido a partir de semillas de moringa se obtuvo un pH de 7.29 a 7.6, una turbidez de 560 a 6.21 NTU, sólidos suspendidos totales (SST) de 303 gr/L a 30.33 gr/L, ciertas concentraciones de DQO también disminuyeron, la que se obtuvo mejores resultados fue la de la dosis de 0,75 gr/L de igual manera se obtuvo para la DBO<sub>5</sub>, la mejor reducción se notó con ambos coagulantes con dosis de 0,5 gr/L para los dos polímeros, se trabajó en la prueba de jarras con una velocidad rápida de 240 rpm por 5 minutos y una velocidad lenta de 60 rpm por 20 minutos, el tiempo de sedimentación fue de 1 hora, en comparación con la *Opuntia ficus indica* se obtuvo un pH de 7.49 a 7.64, una turbidez de 560 a 14.68 NTU, sólidos suspendidos totales de 300 gr/L a 34,33 gr/L mientras que las concentraciones de DQO, DBO<sub>5</sub> también disminuyeron.

Según Moreno Pérez, S. (2016), en su investigación realizada, tuvo como objetivo determinar la disminución de la turbidez del agua del Río Criznejas que consume la población de Chuquibamba-Cajabamba utilizando *Opuntia ficus indica*, *Aloe vera* y *Caesalpinia spinosa*. Para el tratamiento fue necesario trabajar con el equipo de pruebas de jarras B-KER, de igual manera para determinar la turbidez se utilizó el Nefelómetro portátil, los resultados de esta investigación fueron parcialmente buenos reduciendo la turbidez en un 61.09% utilizando *Opuntia ficus indica*, un 48.47 % utilizando *Caesalpinia spinosa* y un 42.48% al usar el *Aloe vera*.

Según Sandoval Arreola, et al. (2013) en su artículo de rigor científico se basó en comparar la eficiencia de coagulación entre tres tipos de soluciones obtenidas de las semillas de *Moringa oleifera* y el sulfato de aluminio mediante la prueba de jarras.

La muestra fue recolectada del río Samaria que alimenta la planta de tratamiento el Manguito, ubicada en Nacajuca, México. Los resultados obtenidos que aplican el sulfato de aluminio proporciono valores más altos en cuanto a la remoción de la turbidez (95.60%) y color (98.32%), seguida por el tratamiento de la solución de moringa en NaCl. Cuando se trató con la *Moringa oleifera* sus propiedades químicas del agua tratada con NaCl cambiaron.

Según Villabona Ortiz Á. y otros (2013), en su artículo de investigación denominada “Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural menciona que en la actualidad los municipios de la Costa Atlántica colombiana no se cuentan con un buen suministro de agua potable. Al momento de aplicar el tratamiento en diversos lugares de la parte sierra se vienen haciendo de manera artesanal. La presente investigación se basó en caracterizar la tuna que se produce de manera natural en el departamento de Bolívar, dicho recurso paso por un proceso en cual, se obtuvo un polvo. El objetivo principal fue determinar dichos elementos asociados a su poder de coagulante para la remoción de turbidez y el color de aguas superficiales. La penca de *Opuntia ficus indica*, se sometió al siguiente proceso de corte y pelado, molienda, secado y posteriormente fu tamizado y despigmentado para obtener el coagulante. Se obtuvo un resultado de 65 gramos de coagulante por kilogramo de materia vegetal, también se mostraron índices de alta humedad y pequeñas proporciones de saponinas, sales minerales, flavonoides, lo cual se permitió deducir que estos metabolitos y sales no son los causantes de su poder coagulante, ya que las cantidades que se encontraron era muy significativas. También se concluyó que otras especies químicas tales como el ácido poligacturónico y compuestos algínicos son verdaderamente los que le confieren esa característica propia del biomaterial. Posterior a ello se analizó el efecto de tres dosis sobre la turbidez, color y el pH del agua tratada, sus resultados fueron que tiene la capacidad de remover 70% de turbidez, 50% de color de aguas crudas con alta turbidez inicial, y este no altera su pH.

Según Contreras, et al (2015), en su artículo “El nopal (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural complementario en la clarificación del agua”, propone el uso del nopal como coagulante natural, comúnmente llamado tuna, el cual tiene como objetivo principal determinar la eficiencia del mucilago de tuna extraído, para usarlo como coayudante del sulfato de aluminio para el tratamiento de aguas del río Magdalena en Sucre, para dicho experimento se utilizó la prueba de jarras, utilizando dosis de 15 y 20 ml/L, “teniendo en cuenta el pH, la porción y concentración del coagulante y la velocidad a la que se agitará la muestra”; al finalizar dicho tratamiento se concluyó que la eficiencia del mucilago de tuna se dio con la dosis de 15 ml/L siendo superior a un 50%, el cual dicho recurso no afectó el pH de manera significativa, manteniendo las características iniciales de este, obteniendo como conclusión la alta efectividad del coagulante de nopal, reduciendo altamente la coloración y turbidez del agua, llegando a un aproximado de 80% de efectividad.

Según Ramírez y Jaramillo (2015), en su artículo “Agentes naturales como alternativa para el tratamiento del agua”, dicho artículo propone el uso de diferentes coagulantes de origen vegetal para el tratamiento natural de y clarificación de agua, el cual tuvo como objetivo hacer el análisis de diversas fuentes de información que sean referentes al tipo de coagulantes naturales de origen vegetal, evaluando su eficiencia y ciertos criterios que se puedan emplear para la remoción de la turbiedad de las aguas, el experimento se realizó utilizando la Jar test, el cual se determinó la eficiencia de dichas especies utilizadas, que en su mayoría se tomaron en cuenta parámetros como la velocidad de agitación entre 100 y 200 rpm, el tiempo de contacto usando de 15-20 y 30 minutos; entre los más importantes coagulantes naturales que han sido estudiados se encuentran los siguientes: *Moringa oleifera*, *Aloe vera*, cactus, almidones y taninos. Se llegó a concluir que el uso de estos materiales de origen vegetal (naturales) minimizan la colisión de coagulantes artificiales de origen químico (metálicos), llegando así a minimizar el costo del tratamiento de agua, si se dispone de estos a nivel local, como conclusión general se determinó que el coagulante natural con mejores resultados de efectividad fueron la moringa y el cactus con hasta 95% de remoción de turbidez.

Según Melo y Turriago (2012), en su proyecto “Evaluación de la eficiencia de la utilización de semillas de *Moringa oleífera* como una alternativa de biorremediación en la purificación superficiales del caño cola de pato ubicado en el sector rural del municipio de Acacias”, este propone la utilización de la *Moringa oleífera*, coloquialmente conocida como Moringa, como un coagulante en la clarificación y depuración de las aguas superficiales, llegando a evaluar su eficacia en el proceso de clarificación, cabe mencionar que se tomó en cuenta ciertas variables tales como la alcalinidad, dureza, el tiempo de agitación y la dosis optima, DQO y su color; posteriormente se realizó el análisis correspondiente, tomando 2 muestras de agua y se aplicó una dosis de 40 mg/L de dicho recurso vegetal, en la prueba de jarras se agito durante quince minutos y en el cual se logró observar los resultados, llegando a observar una gran acumulación de los flóculos las cuales posteriormente fueron decantados mediante el proceso de filtración, se llegó a la conclusión que en el tratamiento con moringa se obtuvo un una reducción de turbidez en un 84.34% de tal manera que redujo de 230 NTU a 36 NTU, se podría decir que las semillas de moringa oleifera puede ser considerada como un sustituto natural en el proceso del tratamiento de aguas turbias actuando como floculante-coagulante.

### **1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

#### **1.3.1. EL AGUA**

El agua está conformada por un átomo oxígeno y dos átomos de hidrogeno, unidos con un enlace muy estable llamado puente de hidrogeno, la molécula de agua tiende a unirse con otras formado grandes cadenas tridimensionales.

El agua es además un excelente disolvente, la mayor parte de las sustancias pueden disolverse en ella de forma que prácticamente no existe agua pura, sin ningún otro elemento. El agua es muy importante para el proceso de la fotosíntesis, además el agua contiene sustancias que sirven de alimento a las plantas.

Este interviene en muchos procesos biológicos que la transforman en aquel elemento indispensable en todos los seres vivos. El agua tiene un enorme potencial de conservar el calor, el mar y el océano funcionan como auténticos reguladores térmicos, aportando de gran manera a minimizar las diferencias de temperatura entre las diversas regiones.

##### **1.3.1.1. CALIDAD DEL AGUA**

Palacio D. y otros (2014), mencionan que el agua dulce es un recurso limitado y su calidad ha estado bajo presión constante, la búsqueda de mejores condiciones de vida generado una sobre explotación de los recursos naturales. La alteración de los factores ambientales influye sin duda alguna en la calidad de vida de todo organismo, incluyendo al hombre. Preservar la calidad de del agua dulce es muy importante para la producción de alimentos, la ganadería y el abastecimiento de agua para consumo humano. Por ello es necesario evaluar constantemente que la composición de la misma no sea perjudicial para la salud. La calidad requerida para el consumo de este vital líquido, es un tema urgente y sus estándares de calidad deben ser irrefutables.

En la actualidad la calidad de agua se ha visto en deterioro y esto ha llevado una disminución en su disponibilidad, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2016) 1100 millones de personas no tienen una fuente de agua mejorada, este es un recurso vital para el ser humano y el acceso del agua potable forma parte importante de los derechos humanos. Ha quedado demostrado por mucho tiempo que la falta de agua se

convierte en pobreza recurrente, además que determina la salud general de cualquier población, por esto el futuro cercano plantea un reto enorme.

### 1.3.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

#### Características químicas:

Cuando se habla de características químicas del agua se hace referencia a las que determinan como cambia o la forma en la que otras sustancias reaccionan (Barrenechea M. , 2002).

**Tabla N° 01.-** Características químicas del agua.

<b>Características químicas</b>	En condiciones normales de presión y temperatura se encuentra en estado líquido.
	Su punto de fusión es de 0 °C
	Es químicamente neutra, su pH es de 7
	Peso atómico es 18
	Su punto de ebullición es de 100 °C

**Fuente:** Elaboración propia.

#### Características físicas:

Hace referencia a todas las características que sean visibles sin que estas presenten cambio alguno en su composición o que se transforme en alguna otra sustancia.

**Tabla N° 02.-** Características físicas del agua.

<b>Características físicas</b>	Es insípida.
	Es incolora.
	Es inodora.
	Fresca y limpia.
	No contiene materia orgánica en suspensión o disolución.
	Contener cierta proporción de gases disueltos.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **1.3.2. COLOIDES**

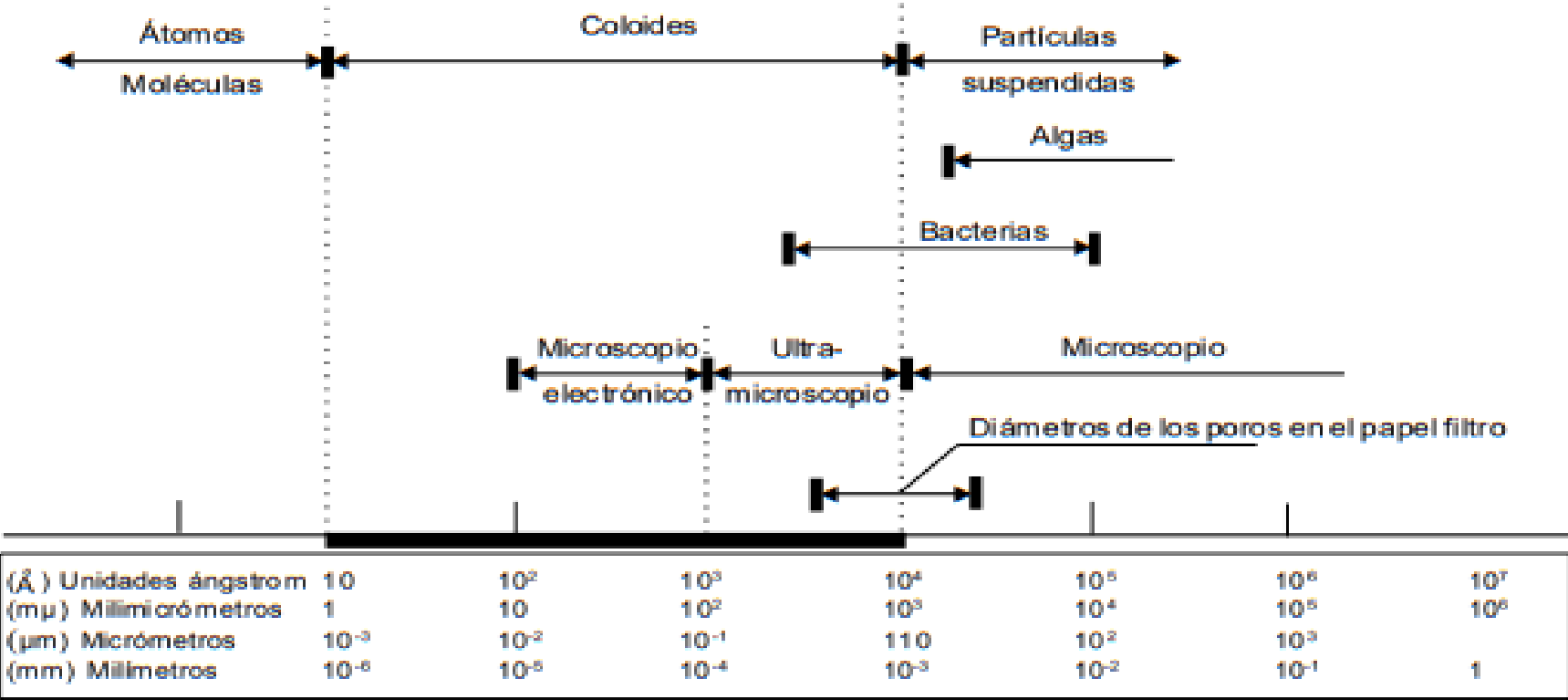
Llamamos coloides a una mezcla heterogénea constituido por partículas de soluto dispersas en un disolvente, estas partículas son tan pequeñas que es necesario un microscopio para poder verlas.

Córdova Ana (2018) refiere que sus principales características son que a diferencia de las disoluciones los coloides no pueden traspasar las membranas. Sus partículas no sedimentan en reposo, pero sus componentes pueden separarse mediante centrifugación o diálisis.

El tamaño que presentan por lo general las partículas coloidales varía un diámetro entre 1 y 1.000 mil micrómetros y su comportamiento depende de su naturaleza y origen. No obstante, dichas partículas son las únicas responsables de la turbidez del recurso hídrico (Benedicto C. A., 2013).

En términos genéricos, los denominados coloides representan un tamaño medio entre las partículas en solución con las partículas en suspensión. La figura N° 01 ilustra sobre el tamaño aproximado de las partículas y su distribución. Cabe mencionar también que el tamaño del coloide depende mucho de su naturaleza.

Figura N° 01.- Distribución del tamaño de partículas en el agua.



Fuente: Quím. Barnechea Martel Ada.

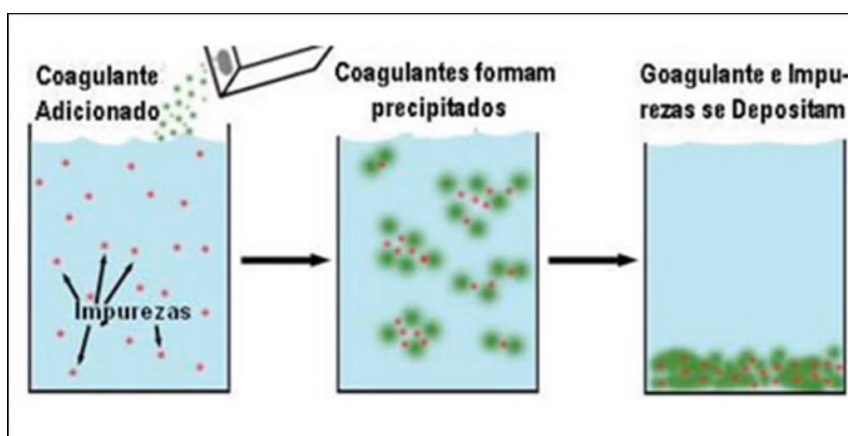


### 1.3.3. COAGULACIÓN

Según Collazos D., menciona que la coagulación es el proceso más importante en el tratamiento del agua, el propósito de la coagulación es adicionar ciertas sustancias químicas solubles al agua, que tienen propiedades coagulantes, las cuales transfieren sus iones a las sustancias que se encuentran en suspensión y que se desea remover.

Lo que neutraliza la carga eléctrica de los coloides las cuales permiten que las partículas se agrupen, formando agregados de mayor densidad que pueden sedimentar, tal como se muestra en la figura N° 02.

**Figura N° 02.-** Proceso de coagulación.



**Fuente:** Collazos Delgado A.

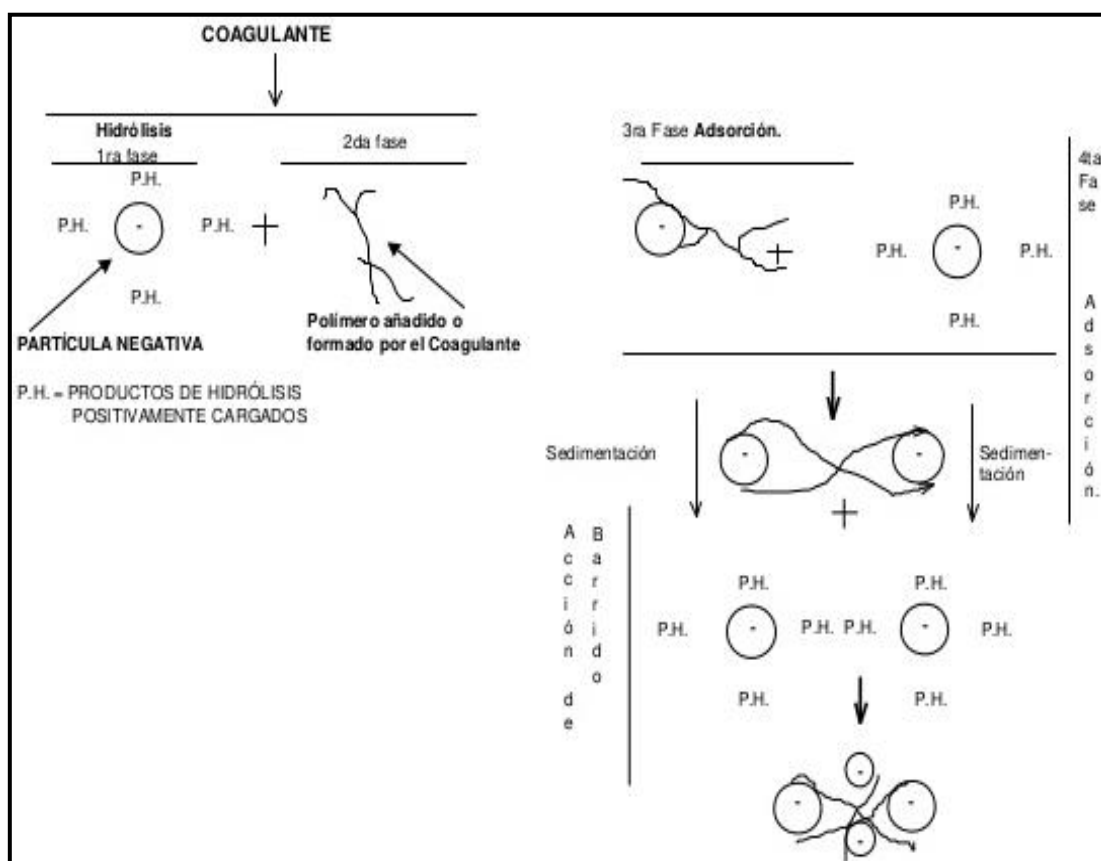
#### 1.3.3.1. ETAPAS DE LA COAGULACIÓN

Las etapas de la coagulación que intervienen en dicho proceso son 5:

- ✓ Hidrólisis del coagulante y la desestabilización de la partícula en suspensión.
- ✓ Formación de compuesto químico polimérico.
- ✓ Adsorción de la cadena polimérica por el coloide.
- ✓ Adsorción mutua del coloide.
- ✓ Acción de barrido.

Algunas de estas etapas ocurren en secuencia y otras parcialmente coinciden, sin embargo, también ocurren simultáneamente. En la siguiente imagen se puede observar que parte de la reacción pueden resultar controlables en un determinado porcentaje, bajo distintas condiciones químicas (Véase la figura N° 03).

**Figura N° 03.-** Etapas del proceso de coagulación.



**Fuente:** Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL).

### 1.3.3.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE COAGULACIÓN

- ✓ **pH:** El pH tanto del agua como la del coagulante a utilizar, debido a que el agua potable tiene un pH diferente que del coagulante natural. Este parámetro tiene que mantenerse en un rango de 6.5 a 8.5 máximo.
- ✓ **Turbidez:** La turbiedad es un factor que influye, ya que de este depende el coagulante que se va a utilizar, ya que, si el agua no es tan turbia, se utiliza un coagulante de menor capacidad a comparación del agua que está más turbia.
- ✓ **Sales disueltas:** La mayoría de los coagulantes son sales de aluminio o hierro, entonces es por ello, que se pretende regular dicho parámetro para no generar alteración del recurso a tratar.
- ✓ **Temperatura del agua:** Este factor debe de estar en óptimas condiciones, ya que, si el agua está en temperaturas muy altas, entonces las partículas del agua se moverán mucho más rápido y a su vez genera un movimiento acelerado a las

partículas coloidales, lo cual desacelerada la velocidad del proceso de coagulación.

- ✓ **Condiciones de mezcla:** Tipo de insumos en el cual se va a potabilizar el agua y a qué condiciones se va a tener.
- ✓ **Sistema de aplicación:** Método que se tiene para aplicar este coagulante a la muestra de agua.

#### **1.3.4. FLOCULACIÓN**

Básicamente consiste en la agitación de una masa coagulada, el cual este hace referencia a la dosificación o al proceso de coagulación que es anterior a este. Este proceso ya se tendría que tener en cuenta una agitación lenta, el cual va a permitir el crecimiento y la aglomeración de flóculos recién formados. La finalidad de este proceso es aumentar el tamaño de los flóculos que se consiguieron mediante la adición del coagulante, para que de esa manera se pueda sedimentar con mayor facilidad.

La floculación es favorecida por el mezclado lento, este es uno de los puntos o unidad de tratamiento muy importante dentro de la floculación, ya que este le permite juntar poco a poco formados mediante el agitado lento, hasta formar una masa muy pesada y de esta manera sedimente.

Por otro lado, Soto (2000), menciona que el proceso de floculación mantiene una relación estrecha con los fenómenos de transporte dentro del agua para que las partículas logren hacer contacto. El cual esto implicaría la formación de nuevos puentes químicos entre las partículas de tal modo que se formen una malla de coágulos, la cual sería porosa y tridimensional.

##### **1.3.4.1. MECÁNICA DE FLOCULACIÓN**

Según Diaz Claro José (2014) hace referencia que la floculación usualmente es un proceso en donde se produce la colisión entre dos o más partículas. Cabe mencionar que en dicho proceso existen tres mecanismos de transporte o movimiento las cuales actúan de manera secuencial.

- ✓ La floculación peri cinética: cuando las partículas coloidales de menor tamaño (menos de 1  $\mu\text{m}$ ) empiezan a aglutinarse, es decir empiezan a formar el flóculo.

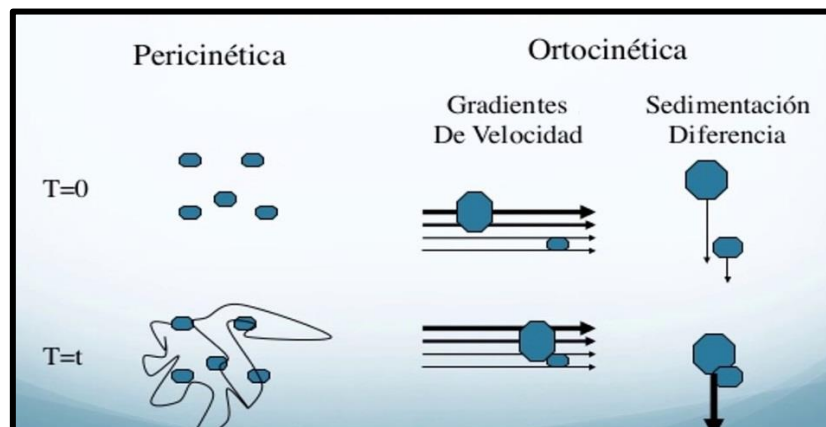
La floculación orto cinética:

- ✓ Gradiente de velocidad: sucede cuando el micro flóculo que se formó alcanza el tamaño de un  $\mu\text{m}$  el cual se produce en la masa que está en movimiento.
- ✓ Sedimentación diferencial: sucede cuando las partículas grandes empiezan a precipitar y colisionan con las más pequeñas y van descendiendo con las más pequeñas.

La floculación ortocinética actúa siempre y cuando la partícula alcance el tamaño de un micrómetro, lo cual promueve un avance de crecimiento mucho mayor del micro flóculo.

Recién cuando este alcanza el tamaño de un micrómetro empieza a actuar la floculación orto cinética, promoviendo un desarrollo mayor del micro fóculo. Dicho ensayo ha sido investigado en sitios donde la temperatura se encuentra alrededor de los cero centígrados, rango dentro del cual el movimiento browniano se anula y, por consiguiente, también lo hace la floculación peri cinética. En este caso, se comprobó que la floculación orto cinética es totalmente ineficiente y no tiene importancia alguna sobre partículas tan pequeñas (Véase la figura N° 04).

**Figura N° 04.-** Mecánica del proceso de floculación.



**Fuente:** Ardila Diaz Jineth.

#### **1.3.4.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FLOCULACIÓN**

Según Mendoza M. y Ibáñez W. (2006) refieren que para que se consiga un proceso de floculación eficiente hay diferentes factores que intervienen.

- ✓ **NATURALEZA DEL AGUA:** Cuando se habla de la naturaleza del agua, se está refiriendo a las características fisicoquímicas propias del mismo, tales como la turbiedad, pH y la alcalinidad.
  
- ✓ **INTENSIDAD DE AGITACIÓN:** Tiene que ver con el gradiente de velocidad de la floculación orto cinética, el cual debe ser graduado para permitir que se aglomeren adecuadamente las partículas.
  
- ✓ **TIEMPO DE FLOCULACIÓN:** Es la velocidad de aglomeración de las partículas, el cual es proporcional al tiempo, lo que quiere decir que el tiempo de floculación inferiores o superiores al optimo van a aumentar la eficiencia del proceso.

#### **1.3.5. PRUEBA DE JARRAS**

Aguilar (2002), menciona que las partículas a unirse con el coagulante-floculante, su masa aumenta y descenden a mayor velocidad. El método más convencional usado para el ensayo de la reducción de turbidez es la prueba de jarras. Dicho procedimiento tiene las ventajas de flexibilidad y simplicidad, no obstante, simula los procesos de coagulación, floculación y sedimentación.

Por otro lado, Jiménez (2001) menciona que, el presente ensayo consiste en colocar agua residual en vasos de precipitado y añadir diferentes cantidades de coagulante. El cual se debe someter a la prueba de jarras rápida para lograr una mejor homogenización de la muestra, y posteriormente una agitación más lenta para que favorezca a la formación del flóculo. Pasado cierto tiempo, se dejan los vasos en reposo y se analiza tanto el sobrenadante como los lodos producidos. Mediante estos ensayos es posible determinar el coagulante o floculante óptimo.

### **1.3.5.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRUEBA DE JARRAS**

#### **CANTIDAD DE RECURSO VEGETAL**

Según Revelo y otros (2015), refieren que, para la obtención de mejores resultados, es de suma importancia en dicho proceso, dependerá mucho de la cantidad que disponga el recurso vegetal al usarlo como coagulante-floculante. Por lo tanto, se deberán manejar con cuidado la dosis óptima del coagulante natural, para lograr disminuir la turbiedad del agua a tratar. Dicha cantidad puede ser considerada en gramos, teniendo en cuenta aspectos como la cantidad de agua a tratar en las pruebas de laboratorio.

#### **TIEMPO DE CONTACTO**

Mojica y otros (2016), mencionan que el tiempo de contacto es simplemente el tiempo del contacto en el que interactúan tanto el coagulante-floculante vegetal y las muestras de agua a usar. Sin embargo, dicho proceso tiene que ser debidamente vigilado, ya que, se deben considerar el punto inicial desde el momento de contacto y el tiempo de efectividad hasta la formación de los principales flóculos.

#### **VELOCIDAD DE AGITACIÓN**

Según Olivero R., y otros (2014) refieren que en este punto es necesario saber, que para acelerar la formación de flóculos con los coloides se debe tomar en cuenta la velocidad de agitación, ya que, por ser partículas muy pequeñas con difíciles de sedimentar, es por ello, que se debe ayudar a que se aglomeren de forma rápida las partículas que causan la turbidez en el agua a tratar. La velocidad se medirá en revoluciones por minuto (rpm), lo cual, se puede iniciar con intervalos de tiempo de manera rápida a lenta o contantemente.

### **1.3.6. MORINGA**

La moringa (*Moringa oleifera*) es también llamado el árbol de la vida, este es originario del norte de la india y en la actualidad abunda por todo el trópico, esta planta nos brinda innumerables productos valiosos, los cuales han sido aprovechados por miles años. Las semillas de Moringa presentan una forma redonda, con tres alas blanquecinas de color castaño, al momento de quitar la cascara se encuentra un endospermo blanquecino oleaginoso rico en proteínas, minerales y vitaminas. (Jahn, S.A.A., 1997).

Es un árbol que alcanza una altura de 7 a 12m de altura y de 20 a 40 cm de diámetro, con raíces fuertes y profundas.

**Tabla N° 03.-** Composición de la semilla de moringa.

<b>Composición de la semilla de Moringa</b>	
Humedad	4%
Proteína cruda	38.4%
Aceite	34.7%
Fibra	3.5%
Cenizas	3.2%

**Fuente:** Elaboración propia.

### 1.3.7. TUNA

Kiesling, Roberto (1998) refiere que la tuna (*Opuntia ficus indica*), perteneciente a la familia de las cactáceas, en su gran mayoría los miembros de este tipo ya sean, los segmentos o cladodios en los que se dividen, son aquellos tallos capaces de ramificarse, emitiendo flores y frutos, dichos tallos son de forma plana y un color medio verdoso.

Poseen 02 clases de espinas unidas en los gloquidios (especie de cojincillos) de las areolas, unas largas y duras, y otras cortas y finas con aspecto veloso. Las flores, en forma de corona, nacen de las areolas en los bordes de los segmentos.

**Tabla N° 04.-** Clasificación taxonómica de la tuna.

<b>TAXONOMÍA</b>	
Reino	Vegetal
Subreino	Embryophita
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledonea
Subclase	Dialipétalas
Orden	Opuntiales
Familia	Cactaceae

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿De qué manera la Moringa (*Moringa oleífera*) y mucilago de la Tuna (*Opuntia ficus indica*), son eficientes en el tratamiento de aguas del río Reque?



## 1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El presente proyecto de investigación se justifica porque permite evaluar y determinar la eficiencia de coagulantes naturales, en el tratamiento de aguas superficiales, impulsando a la gestión óptima del recurso hídrico, ya que actualmente estos temas ameritan un amplio estudio de investigación para contrarrestar los cambios que presenta este recurso tan vital para todos los seres vivos en las últimas décadas.

En el departamento de Lambayeque no existe una cultura ambiental propiamente establecida, y las redes de alcantarillado en mal estado, la conservación del recurso hídrico es fundamental e imprescindible, para desarrollar diversas actividades que satisfagan sus necesidades, es por ello, la necesidad de abordar este tema de investigación es para aportar estrategias óptimas que mitiguen los efectos sobre la salud humana y el ambiente.

En este proyecto de investigación se busca usar ciertos recursos naturales, que se encuentran en la zona de estudio, las cuales son de fácil alcance y en su gran mayoría recursos vegetales de muy poco interés o uso por parte de los pobladores, cabe resaltar que podrían variar la efectividad de tratamiento dependiendo siempre de las características del agua de la zona a estudiar. De igual manera se ve involucrado la reducción del costo monetario, ya que dichos coagulantes metálicos, son de un costo mucho mayor, también mejora el conocimiento de los coagulantes naturales como la *Moringa oleifera* y la *Opuntia ficus indica* y su aplicación en el tratamiento de aguas superficiales.

Su propósito es cambiar y utilizar productos naturales, ya que estos según estudios no afectan a la cadena alimenticia, no son tóxicos, disminuyen el impacto ambiental de dichos contaminantes como, metales pesados, y a su vez motivar a la población a generar prácticas del cuidado y conservación del agua.

## **1.6. HIPÓTESIS**

La utilización de la moringa (*Moringa oleifera*) es más eficiente que el mucilago de tuna (*Opuntia ficus indica*) en el tratamiento de aguas del río Reque.

## **1.7. OBJETIVOS**

### **1.7.1. OBJETIVO GENERAL**

- ✓ Comparar la eficiencia de la semilla de moringa (*Moringa oleifera*) y el mucilago de tuna (*Opuntia ficus indica*), en el tratamiento de aguas del río Reque.

### **1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Analizar la muestra de aguas del río Reque antes de aplicar los tratamientos a partir de semillas de moringa (*Moringa oleifera*) y mucilago de tuna (*Opuntia ficus indica*).
- ✓ Aplicar la semilla de moringa (*Moringa oleifera*) y mucilago de tuna (*Opuntia ficus indica*), en el tratamiento de aguas de río Reque.
- ✓ Analizar la muestra de aguas del río Reque después de aplicar el tratamiento a partir de las semillas de moringa (*Moringa oleifera*) y mucilago de tuna (*Opuntia ficus indica*).
- ✓ Evaluar la eficiencia de cada tratamiento a partir de semillas de moringa (*Moringa oleifera*) y mucilago de tuna (*Opuntia ficus indica*) con tres dosis diferentes.

## II. MÉTODO

### 2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto de investigación tiene como enfoque cuantitativo, con un diseño preexperimental, ya que manejamos una única variable. En este tipo de investigación solo se maneja la variable independiente en donde por medio de un estímulo manejamos la preprueba y posprueba.

$O_1 \quad x \quad O_2$

$O_1$  = Muestra antes del tratamiento

X = Estimulo

$O_2$  = Muestra después del tratamiento

### 2.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

#### 2.2.1. VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE:

- ✓ Tratamiento de aguas del río Reque

VARIABLE INDEPENDIENTE:

- ✓ Eficiencia de la moringa (*Moringa oleifera*) y mucilago de tuna (*Opuntia ficus indica*)

### 2.2.2. OPERACIONALIZACIÓN

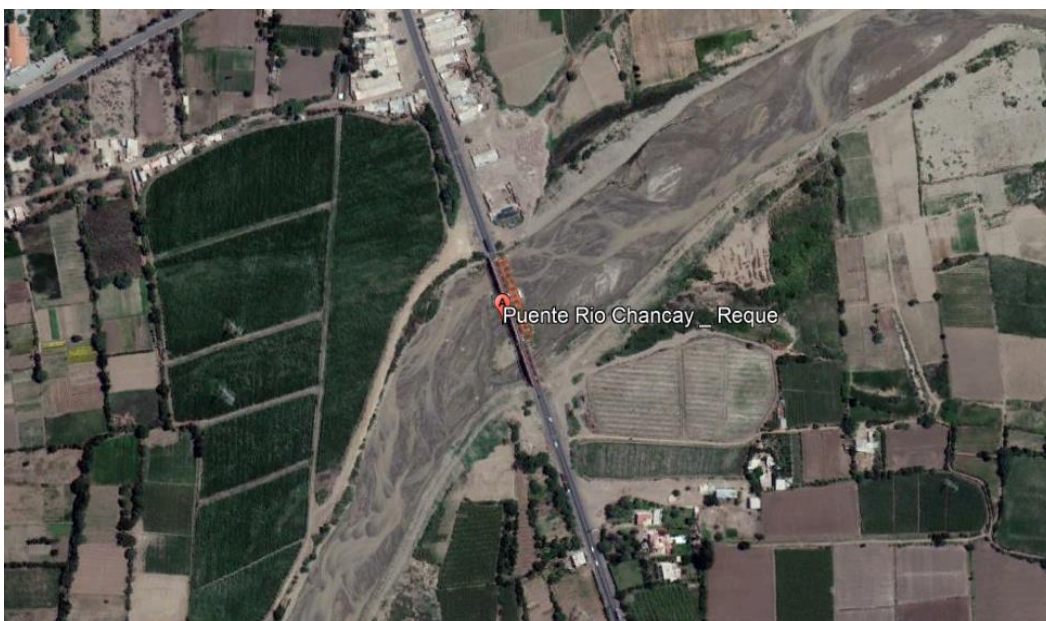
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN
Tratamiento de aguas del río Reque	El proceso de tratamiento de aguas potables y aguas residuales se basa en un tratamiento químico inicial a base de coagulantes y floculantes, para remover la mayoría de los contaminantes. En el mundo se utiliza como coagulante tradicional el sulfato de aluminio, llamado también alúmina, sin embargo, la oferta de este coagulante en países en vías de desarrollo no logra satisfacer la demanda total. Es por ello que se pretende difundir el uso de coagulantes naturales amigables con el medio ambiente.	Para el tratamiento de aguas se tomará en cuenta desde la toma de muestra siguiendo un protocolo de muestreo, posterior a eso se tendrán en cuenta ciertos criterios de análisis de agua para la determinación de parámetros fisicoquímicos.	Parámetros Físicos	Sólidos suspendidos totales	mg/L	Razón
				Turbidez	NTU	Razón
				pH	Número	Intervalo
			Parámetros Químicos	Conductividad eléctrica	μS/cm	Razón
				Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	Razón
				Demanda Química de Oxígeno	mg/L	Razón
				Tiempo de contacto	Minutos	min
Velocidad de agitación	Revoluciones por minuto	rpm	Razón			

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN
Comparación de la eficiencia de la moringa ( <i>Moringa oleífera</i> ) y tuna ( <i>Opuntia ficus indica</i> )	El mucilago de tuna sirve como una alternativa para la remoción de contaminantes, la baba contiene glucosa, la cual es soluble en el agua y, por lo tanto, atrapa los contaminantes de la materia fecal y a su vez actúa reemplazándolos por nutrientes, al mismo tiempo que elimina olores, regula el pH y proporciona buen sabor	La <i>Opuntia ficus indica</i> serán recolectadas, lavadas y picadas en pequeños pedazos y filtradas hasta obtener el mucilago de forma pura.	Características de la <i>Opuntia ficus-indica</i>	Dosis	ml/L	Razón
	Las semillas de moringa actúan como floculante que capturan las partículas en suspensión en el agua y provocan que se aglomeren entre sí y a su vez precipitándose al fondo. Las semillas pueden emplearse artesanalmente moliéndolas y envolviéndolas en algún tipo de tejido que impida que se disgreguen al introducirlas en el agua a purificar	La <i>Moringa oleífera</i> será seleccionada, pelada manualmente, se tendrá que extraer su aceite, triturarla en el mortero y luego tamizarla para obtener un diámetro de 0.5 milímetros.		Características de la <i>Moringa oleífera</i>	Dosis	gr/L
				Tamaño de partícula	mm	Razón

## 2.3. LOCALIZACIÓN, POBLACIÓN Y MUESTRA

### 2.3.1. LOCALIZACIÓN

El presente proyecto de investigación se localiza en el distrito de Reque, provincia de Chiclayo del departamento de Lambayeque, posee un clima predominante subtropical. En el caso de las precipitaciones son escasas, de igual manera que en el resto de las ciudades en la costa central. La investigación se realizó exactamente ubicado en las coordenadas  $6^{\circ} 51' 14.57''$  S –  $79^{\circ}49' 34.68''$ , con una elevación de 16 metros.



Fuente: Google Earth.

### 2.3.2. POBLACIÓN

Se define población como un todo de la variable a estudiar, en el cual las unidades de la población tienen una característica en común la cual se estudia y da origen a los datos de investigación, en este caso la población la constituye toda el agua del río Reque.

### 2.3.3. MUESTRA

En el presente proyecto la muestra contempla una muestra de 26 litros del agua del río Reque que serán consideradas para el análisis correspondiente.

## **2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

En este proceso de la investigación consiste en recolectar los datos pertinentes sobre las variables, sucesos, contextos, categorías, comunidades u datos objetos involucrados, se vincula dependiendo al máximo de la confiabilidad y validez de estudio.

El instrumento adecuado de recolección de datos nos llevó a probar dichas hipótesis, responder a la pregunta problemática y desarrollar los objetivos planteados en la presente investigación.

### **2.4.1. FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

En la presente investigación de utilizo dos tipos de fuentes de recolección de información para la elaboración del marco de la investigación, las cuales fueron: fuentes primarias y las fuentes secundarias.

#### **2.4.1.1. FUENTES PRIMARIAS**

Se conocen como fuentes primarias la información de primera mano o desde el lugar de los hechos. En este caso son las personas, organización, el ambiente natural, que contribuyeron con el acceso a información para la elaboración de ciertos conceptos.

#### **2.4.1.2. FUENTES SECUNDARIAS**

La información obtenida de dichas fuentes secundarias se refiere al uso primordialmente de revistas, documentos, libros, documentales, noticieros. En esta etapa de recolección de información se tuvo una mayor rigurosidad y mayor exigencia para que se consiga involucrar en el desarrollo del avance de estudio, más valido y creíble será el conocimiento general.

### **2.4.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Los instrumentos y técnicas que se utilizó para la recopilación de datos son la técnica de gabinete, la técnica de campo y la de laboratorio, basados en la observación y experimentación.

#### **2.4.2.1. TÉCNICA DE GABINETE**

El nombre de esta técnica se toma de las reuniones de técnicos, estudiante y especialistas, la finalidad de tratar el tema a desarrollar a partir de datos de información que se han ido realizando anteriormente, se clasificaron los datos mediante la codificación, ya que estos fueron analizados y al finalizar se redactó un informe que contuvo los resultados de la información.

#### **2.4.2.2. TÉCNICA DE CAMPO**

Esta técnica se realizó de manera directa en el medio donde se muestra el fenómeno de estudio. Entre las principales herramientas utilizadas para este trabajo es la observación.

##### **La observación**

Se considera como el examen atento de los distintos puntos de un fenómeno a fin de estudiar sus características y comportamientos dentro del medio donde se desarrolla este.

En este punto se realizó un procedimiento antiquísimo por excelencia ya que consiste en utilizar los sentidos para observar los fenómenos en el lugar de los hechos.

Instrumentos para la observación:

- ✓ Grabadora
- ✓ Fotografía
- ✓ Cuaderno de apuntes
- ✓ Mapas
- ✓ Cuadros

##### **Recolección de muestra:**

Para la recolección de muestra de la presente investigación se desarrolló siguiendo los pasos de un protocolo de muestreo:

##### **Ubicación de punto de muestreo:**

- ✓ El punto de muestreo está ubicado en las siguientes coordenadas:  
6° 51' 14.57" S – 79°49' 34.68"
- ✓ El punto de muestreo se ubicó cerca al puente del río Reque.



- ✓ Su acceso al punto de muestreo es rápido y seguro, sin caminos muy empinados y sin vegetación densa.

### **Etapas del muestreo**

Se recogió 7 muestras representativas, con un volumen apropiado, para realizar los análisis correspondientes. Para ello se utilizaron los siguientes materiales:

- ✓ Botellas de un litro.
- ✓ Etiquetas.
- ✓ Plumón indeleble.

### **2.4.2.3. TÉCNICA DE LABORATORIO**

#### **Preparación del coagulante natural**

##### ***Moringa oleífera***

Para la preparación de la moringa (*Moringa oleífera*) como coagulante en polvo, primero extrajo la cascara del endospermo blanquecino, después se trituró manualmente con un mortero, posteriormente paso a extractor de Soxlet para la extracción de grasas y aceites.

##### ***Opuntia ficus indica***

La primera fase que se desarrollo fue el pelado, en este caso debe ser con bastante limpieza, de esta forma se considera un procedimiento más exacto, después del pelado, se tiene que encontrar bien limpio, sin que tenga alguna suciedad ya que generaría error en el tratamiento. Recordemos que la tuna es originaria de México, en el cual ya están creando tecnologías para pelar la *Opuntia ficus indica*, a comparación de la manera artesanal con la que hemos realizado. Para la realización de la primera fase se tiene que tener en cuenta un ambiente limpio, tener protección para una posible cortadura en el momento del pelado (factor muy importante de cuidado).

Antes del picado es recomendable quitarle la parte verde (clorofila), para que no pueda añadirle color al agua que vamos a tratar, y quedarnos con la parte del mucilago de color transparente, en el caso del experimento ya realizado se puso a prueba este coagulante.

## **Determinación de pH y conductividad**

Para el reconocimiento de pH, se utilizará el método potenciométrico, es el método utilizado comúnmente ya que nos proporciona valores muy precisos, ente caso la medición se realiza con un peachímetro.

Materiales:

- ✓ Vasos de precipitación
- ✓ Frasco lavador con agua destilada
- ✓ Soluciones tampón para calibrar el aparato.

Una vez encendido el peachímetro, lavamos el electrodo con agua destilada y los secamos suavemente, a continuación, se introduce la disolución tampón o buffer de calibración pH 7. Una vez calibrado el aparato, ya está listo para analizar la muestra, para lo cual se introduce el electrodo en la misma, hasta que nos resulte un valor estable de pH, y finalmente se lavara el electrodo.

## **Determinación de DQO**

Para la determinación de DQO, se utilizó un reactivo de tipo medio bajo ya que el nivel de contaminación de agua es media baja. Posteriormente se homogenizo el reactivo con la muestra con un agitador de tubo a 300 rpm, a muestra al entrar en contacto con el reactivo cambiara de color, dependiendo de la reacción que se genere. Después con ayuda de una jeringa certificada de 1 ml se coloca la muestra (2 ml) al reactivo ya homogenizado, de manera diagonal. Después se digesto la muestra a 150 °C por un tiempo de 2 horas.

## **Determinación de DBO<sub>5</sub>**

Para la determinación de demanda biológica de oxígeno se utilizó el método de los cinco días, la cual consto, en colocar 2.2 litros de agua destilada en un balde pequeño y agregarle 1 ml de tampón fosfato, 1 ml de fosfato de magnesio, 1 ml de cloruro de calcio. Posteriormente a ello se aireo el agua durante 30 hora. Una vez aireada el agua destilada se procedió a colocar un 10% de muestra (agua a tratar con prueba control y *Opuntia ficus indica*) del volumen de la botella winkler y un 2% de muestra (agua a tratar con *Moringa oleifera*). Una vez llenadas las botellas se procedió a medir el oxígeno disuelto.

Luego se procedió a llenar por completo las botellas winkler y se dejó incubar durante 5 días en la estufa. Pasado los 5 días, se midió el oxígeno disuelto de dichas muestras. Y para su determinación se utilizó una fórmula de  $DBO_5$ .

## **2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

El método que será empleado para el análisis de datos en la presente investigación es en el programa Excel y Word, para posteriormente presentarse de manera gráfica.

## **2.6. ASPECTOS ÉTICOS**

El presente trabajo respeta todos los derechos de autor, en cada una de las citas textuales que se necesitaba información, así mismo, está regido por normas estandarizadas.

Todo lo que se expresa en este proyecto de tesis es verdad, ya que se recabo información de distintos autores, para comparar y decidir a qué contexto se asemeja más a nuestra realidad.

Cabe mencionar que parte de la elaboración de este proyecto se obtuvo valiosa información de distintas personas que conocen la metodología y parte experimental del proyecto, las cuales fueron muy importantes para la culminación del trabajo en campo que se realizó.

### III. RESULTADOS

Los resultados de los análisis de aguas de Río Reque, antes y después de aplicar el tratamiento con semillas de *Moringa oleifera* y mucilago de *Opuntia ficus indica* independientemente, se muestran a continuación:

**Tabla N° 05.-** Etiquetas de dosis en ambos tratamientos.

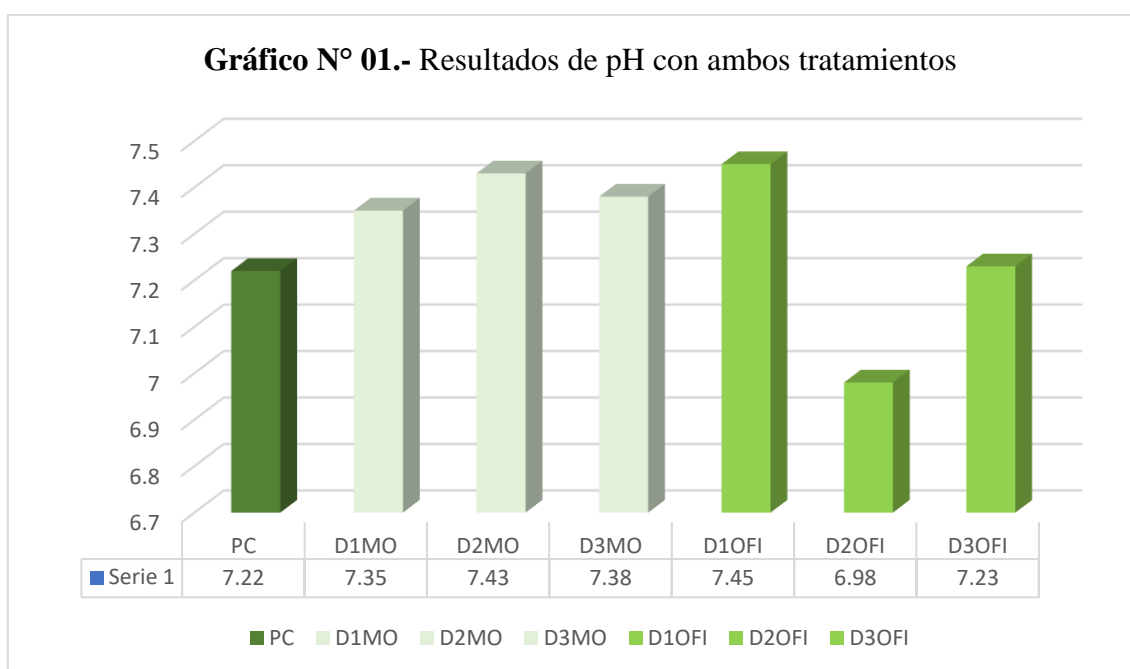
<b>Prueba Control</b>	<b>Tratamiento con <i>Moringa oleifera</i> y <i>Opuntia ficus indica</i></b>			
	<i>Moringa oleifera</i>		<i>Opuntia ficus indica</i>	
<b>Sin DOSIS</b>	Dosis 1 (D1MO)	0.5 g/L	Dosis 1 (D1OFI)	10 ml/L
	Dosis 2 (D2MO)	0.75 g/L	Dosis 2 (D2OFI)	15 ml/L
	Dosis 3 (D3MO)	1.0 g/L	Dosis 3 (D3OFI)	20 ml/L

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 06.- Resultados de pH.**

<b>pH</b>			
<b>PC</b>	<i>Moringa oleifera</i>		
	D1	D2	D3
<b>7.22</b>	7.35	7.43	7.38
<i>Opuntia ficus indica</i>			
	7.45	6.98	7.23

**Fuente:** Elaboración propia.



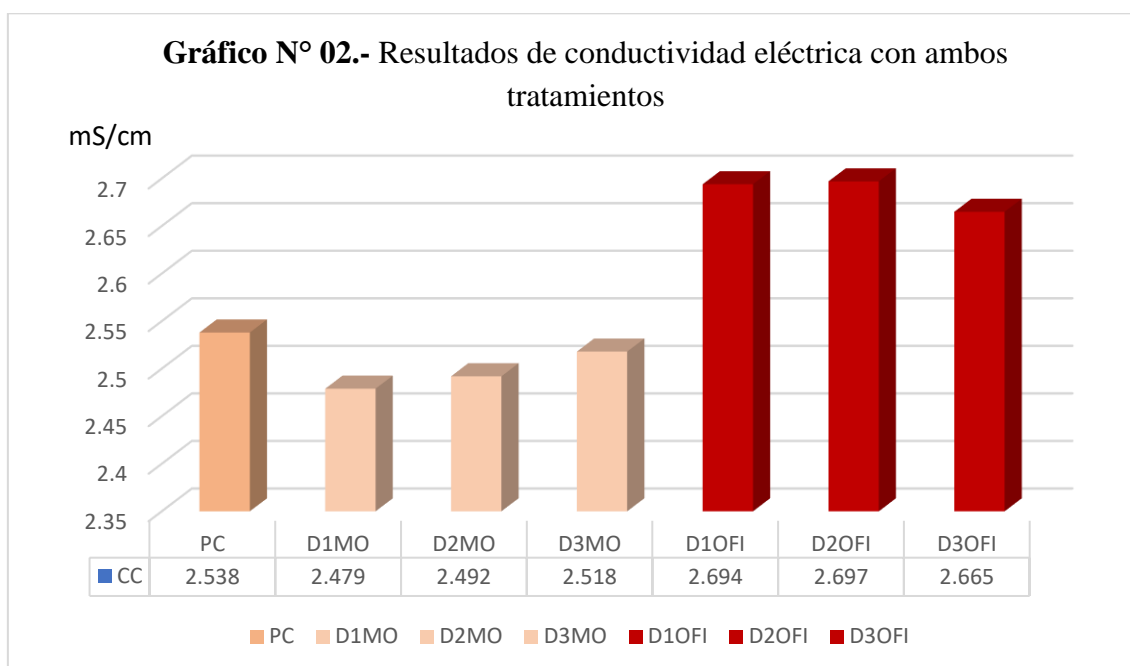
**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla N° 06 y en el gráfico N° 01 se observan los resultados obtenidos del pH, en la Prueba Control se determinó un pH de 7.22, con la aplicación del tratamiento con *Moringa oleifera* se obtuvo un pH de 7.35 con una dosis de 0.5 g/L, un pH de 7.43 con una dosis de 0.75 g/L y un pH de 7.38 con una dosis de 1.0 g/L. Al aplicar el tratamiento con *Opuntia ficus indica* se obtuvo un pH de 7.45 con una dosis de 10 ml/L, un pH de 6.98 con una dosis de 15 ml/L y para finalizar un pH de 7.23 con una dosis de 20 ml/L, en general se concluye que en cuanto al pH afecta significativamente poco.

**Tabla N° 07.- Resultados de Conductividad eléctrica (CC).**

Conductividad eléctrica (mS/cm)			
PC	<i>Moringa oleifera</i>		
	D1	D2	D3
2.538	2.479	2.492	2.518
	<i>Opuntia ficus indica</i>		
	2.694	2.697	2.665

Fuente: Elaboración propia



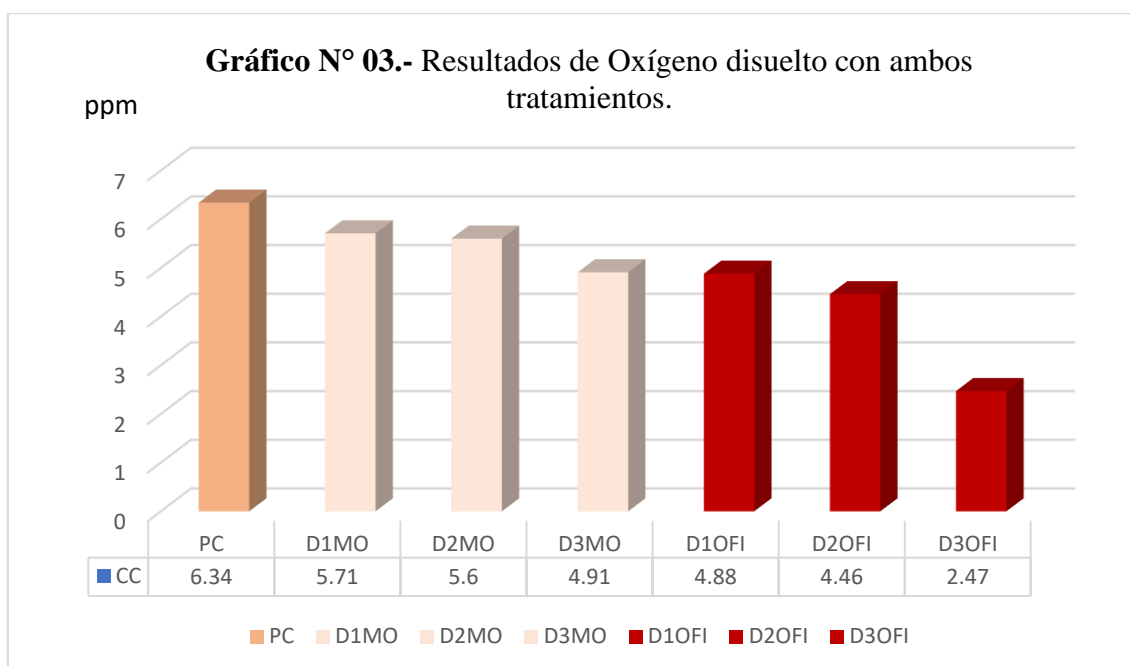
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 07 y gráfico N° 02 se observan los resultados obtenidos del análisis de conductividad eléctrica, un valor de 2.538 mS/cm en la Prueba Control, aplicando la *Moringa oleifera*, un valor de 2.479 mS/cm con una dosis de 0.5 g/L, un valor de 2.492 mS/L con una dosis de 0.75 g/L y un valor de 2.518 mS/cm con una dosis de 1.0 g/L, aplicando el tratamiento con *Opuntia ficus indica*, resulto un valor de 2.694 mS/cm con una dosis de 10 ml/L, un valor de 2.697 mS/cm con una dosis de 15 ml/L y un valor de 2.665 mS/L con una dosis de 20 ml/L, por lo que se concluye que en cuanto a las dosis con moringa redujo significativamente poco y con el mucilago de tuna se incrementó significativamente poco.

**Tabla N° 08.- Resultados de Oxígeno Disuelto (OD).**

OD			
PC	<i>Moringa oleifera</i>		
	D1	D2	D3
6.34	5.71	5.6	4.91
6.34	<i>Opuntia ficus indica</i>		
	D1	D2	D3
4.88	4.46	2.47	

Fuente: Elaboración propia



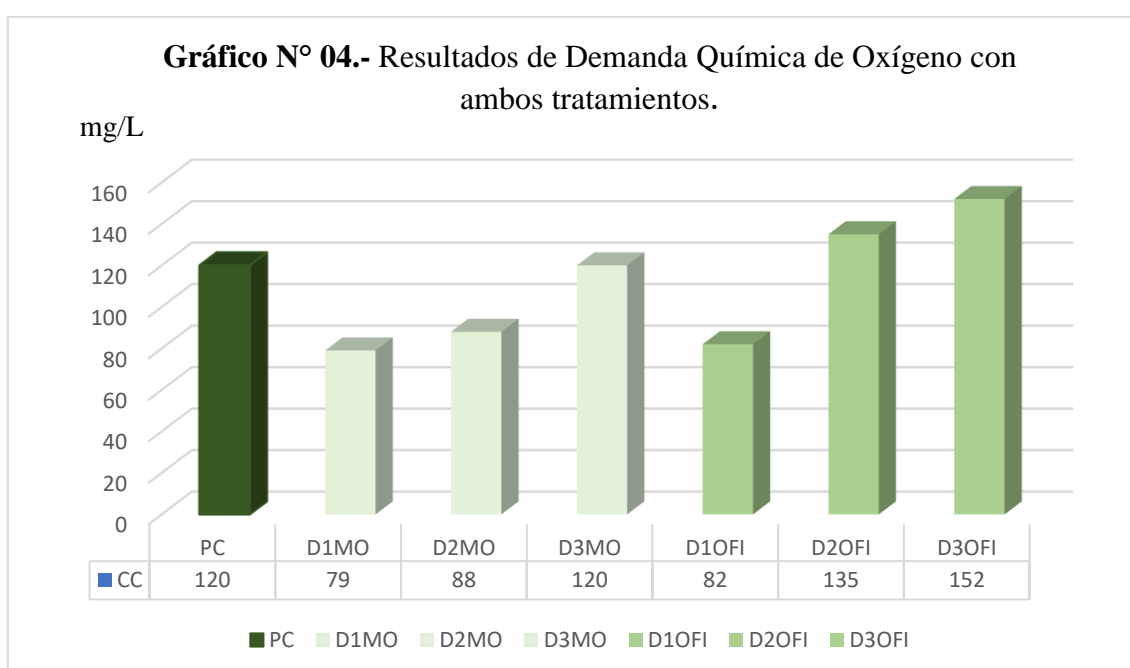
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla número 08 y gráfico número 03 se observan los valores del análisis de Oxígeno disuelto, en la prueba control se determinó 6.34 ppm. En cuanto a las dos primeras dosis de 0.5 y 0.75 con moringa se redujo significativamente poco obteniendo 5.71 y 5.6 ppm. En cuanto a la tercera dosis de 20 ml/L de mucilago de tuna redujo el oxígeno disuelto de la prueba control a 2.47 ppm. Con lo que se puede decir que, con el tratamiento de *Moringa oleifera* se reduce significativamente el OD y con la *Opuntia ficus indica* se redujo significativamente en la tercera dosis.

**Tabla N° 09.- Demanda Química de Oxígeno (DQO).**

DQO (mg/L)			
PC	<i>Moringa oleifera</i>		
	D1	D2	D3
	79	88	120
150	<i>Opuntia ficus indica</i>		
	82	135	152

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 09 y gráfico N° 04 se observa con un valor inicial en cuanto a su DQO de la Prueba Control de 120 mg/L, aplicando el tratamiento de *Moringa oleifera* se obtuvo un valor de 79 mg/L en su primera dosis con 0.5 g/L, un valor de 88 mg/L en su segunda dosis con 0.75 mg/L y un valor de 120 mg/L con una dosis de 1.0 g/L. Aplicando el mucilago de *Opuntia ficus indica* se obtuvo un valor de 82 mg/L con una dosis de 10 ml/L, 135 mg/L con una dosis de 15 ml/L y 152 mg/L con una dosis de 20 ml/L. Por lo que se concluye diciendo que para reducir dicho parámetro la mejor dosis es de 0.5 g/L de moringa, mientras que con el tratamiento de tuna se obtuvo mejor resultado con la dosis de 10 ml/L.

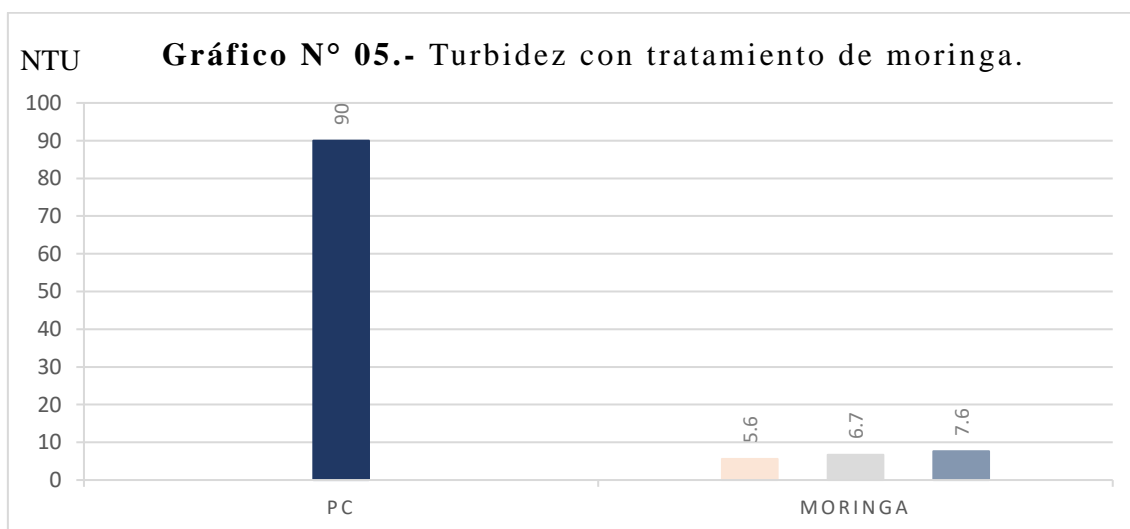


- ✓ A continuación, se presenta el cuadro de resultados obtenidos mediante el turbidímetro del laboratorio de biotecnología, con cada tratamiento y dosis correspondiente, para posteriormente interpretar dichos resultados.

**Tabla N° 10.- Resultados de Turbidez.**

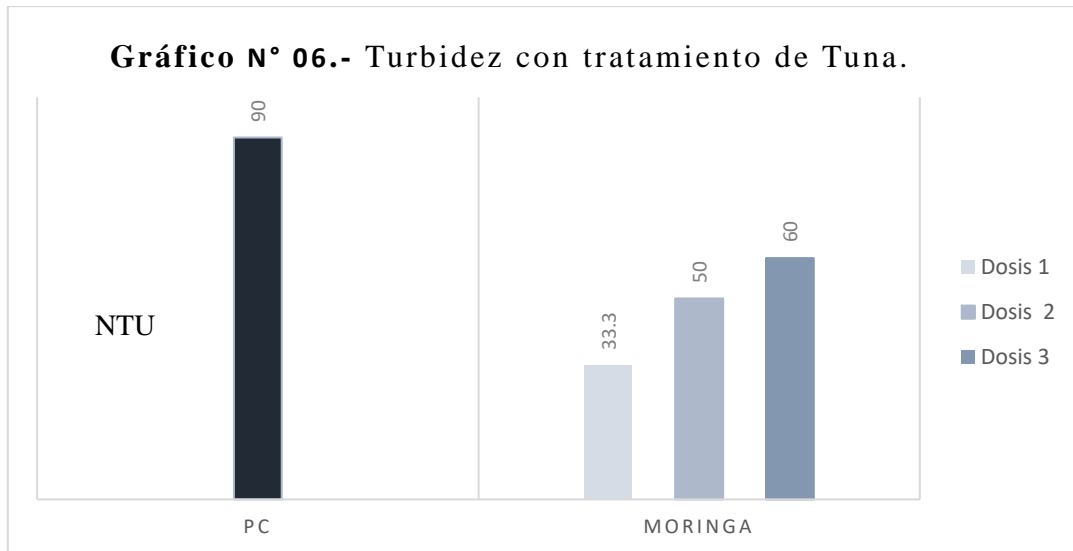
Turbidez (NTU)			
PC	<i>Moringa oleifera</i>		
	D1	D2	D3
	5.6	6.7	7.6
90	<i>Opuntia ficus indica</i>		
	33.3	50	60

**Fuente:** Elaboración propia.



**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla N° 10 y el gráfico N° 05 se presenta con un valor inicial de 90 NTU en nuestra Prueba Control (PC), por lo que posteriormente aplicando el tratamiento de moringa con una dosis de 0.5 gr/L (D1) se redujo a 5.6 NTU correspondientemente, con una dosis de 0.75 gr/L (D2) se obtuvo una turbidez de 6.7 NTU y finalizando se aplicó una dosis de 1.0 gr/L (D3) dando como resultado una turbidez de 7.6 NTU.



**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla N° 10 y en el gráfico N° 06 se observan los resultados de la Prueba Control que tiene una turbidez de 90 NTU, aplicando el tratamiento con *Opuntia ficus indica* con una dosis de 10 ml/L (D1OFI) se obtuvo una turbidez de 33.3 NTU, aplicando una dosis de 0.75 ml/L (D2OFI) se obtuvo una turbidez de 50 NTU y con una dosis de 20 ml/L (D3OFI) se logró obtener una turbidez de 60 NTU.

### Determinación de Demanda Bioquímica de Oxígeno

Para la determinación de este parámetro se utilizó la siguiente formula:

$$DBO_5 = \frac{OD_{inicial} - OD_{final}}{V_m} \times V$$

Donde:

$DBO_5$  = Demanda Bioquímica de Oxígeno.

$OD_{inicial}$  = Oxígeno Disuelto inicial (antes de incubar la muestra durante 5 días).

$OD_{final}$  = Oxígeno Disuelto final (después de incubar la muestra durante 5 días).

$V$  = Volumen de la botella Winkler.

$V_m$  = Volumen de la muestra introducida a la botella con tratamiento.

### Cálculo de DBO<sub>5</sub> de la Prueba Control (PC)

Datos:

$$OD_{\text{inicial}} = 6.36 \text{ mg/L}$$

$$OD_{\text{final}} = 0.05 \text{ mg/L}$$

$$V = 300 \text{ ml}$$

$$V_m = 30 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = \frac{OD_{\text{inicial}} - OD_{\text{final}}}{V_m} \times V$$

$$DBO_5 = \frac{6.36 \text{ mg/L} - 0.05 \text{ mg/L}}{30 \text{ ml}} \times 300 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = \frac{6.31 \text{ mg/L}}{30 \text{ ml}} \times 300 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = 63.1 \text{ mg/L}$$

### ✓ Tratamiento con *Moringa oleifera*

DOSIS n° 1.- se utilizó una dosis de 0.5 gramos de *Moringa* en un litro de agua a tratar.

Datos:

$$OD_{\text{inicial}} = 5.41 \text{ mg/L}$$

$$OD_{\text{final}} = 5.04 \text{ mg/L}$$

$$V = 300 \text{ ml}$$

$$V_m = 6 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = \frac{OD_{\text{inicial}} - OD_{\text{final}}}{V_m} \times V$$

$$DBO_5 = \frac{5.41 \text{ mg/L} - 5.04 \text{ mg/L}}{6 \text{ ml}} \times 300 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = \frac{0.37 \text{ mg/L}}{6 \text{ ml}} \times 300 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = 18.5 \text{ mg/L}$$

DOSIS n° 2.- se utilizó una dosis de 0.75 gramos de Moringa en un litro de agua a tratar.

Datos:

$$OD_{inicial} = 5.32 \text{ mg/L}$$

$$OD_{final} = 4.65 \text{ mg/L}$$

$$V = 300 \text{ ml}$$

$$V_m = 6 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = \frac{OD_{inicial} - OD_{final}}{V_m} \times V$$

$$DBO_5 = \frac{5.32 \text{ mg/L} - 4.65 \text{ mg/L}}{6 \text{ ml}} \times 300 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = \frac{0.67 \text{ mg/L}}{6 \text{ ml}} \times 300 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = 33.5 \text{ mg/L}$$

DOSIS n° 3.- se utilizó una dosis de 1.0 gramos de Moringa en un litro de agua a tratar.

Datos:

$$OD_{inicial} = 5.35 \text{ mg/L}$$

$$OD_{final} = 4.33 \text{ mg/L}$$

$$V = 300 \text{ ml}$$

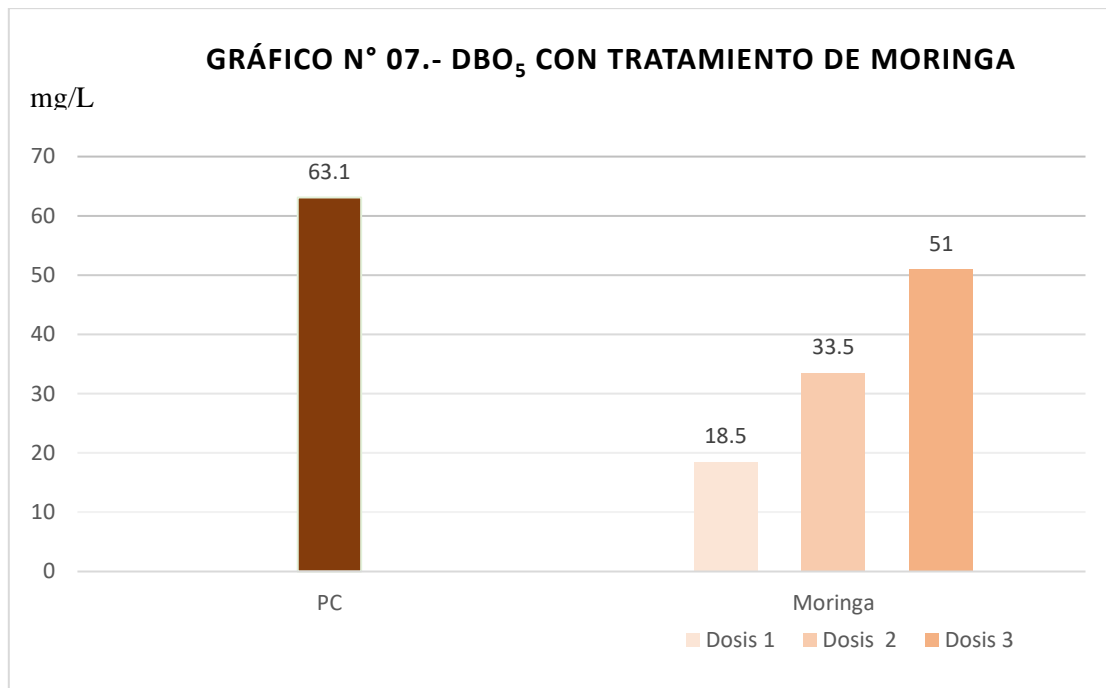
$$V_m = 6 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = \frac{OD_{inicial} - OD_{final}}{V_m} \times V$$

$$DBO_5 = \frac{5.35 \text{ mg/L} - 4.33 \text{ mg/L}}{6 \text{ ml}} \times 300 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = \frac{1.02 \text{ mg/L}}{6 \text{ ml}} \times 300 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = 51 \text{ mg/L}$$



**Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico número 07 se observa el valor inicial de la Prueba Control con 63.1 mg/L en cuanto a su DBO<sub>5</sub>, después de utilizar a la Moringa como coagulante natural se obtuvo 18.5 mg/L con una dosis de 0.5 g/L (D1MO), 33.5 mg/L con una dosis de 0.75 g/L (D2MO) y por último 51 mg/L con una dosis de 1.0 g/L. Por lo que se podría afirmar una reducción considerable dentro de los estándares de calidad ambiental establecidos de acuerdo a ley.

#### **Calculo de la eficiencia de remoción de DBO<sub>5</sub> con el tratamiento de *Moringa oleifera***

Para la determinación de la eficiencia se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% Efic. = \frac{DBO_{5\ INICIAL} - DBO_{5\ FINAL}}{DBO_{5\ INICIAL}} \times 100$$

Donde:

% Efic. = Porcentaje de eficiencia.

DBO<sub>5</sub> Inicial = Demanda Bioquímica Oxígeno inicial.

DBO<sub>5</sub> Final = Demanda Bioquímica Oxígeno final.

✓ Dosis de 0.5 gramos de *Moringa oleifera* en un litro de muestra de agua a tratar

Datos:

$$DBO_5 \text{ Inicial} = 63.1 \text{ mg/L}$$

$$DBO_5 \text{ Final} = 18.5 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ Efic.} = \frac{DBO_5 \text{ INICIAL} - DBO_5 \text{ FINAL}}{DBO_5 \text{ INICIAL}} \times 100$$

$$\% \text{ Efic.} = \frac{63.1 \text{ mg/L} - 18.5 \text{ mg/L}}{63.1 \text{ mg/L}} \times 100$$

$$\% \text{ Efic.} = \frac{44.6 \text{ mg/L}}{63.1 \text{ mg/L}} \times 100$$

$$\text{Efic.} = 70.6 \%$$

✓ Dosis de 0.75 gramos de *Moringa oleifera* en un litro de muestra de agua a tratar

Datos:

$$DBO_5 \text{ Inicial} = 63.1 \text{ mg/L}$$

$$DBO_5 \text{ Final} = 33.5 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ Efic.} = \frac{DBO_5 \text{ INICIAL} - DBO_5 \text{ FINAL}}{DBO_5 \text{ INICIAL}} \times 100$$

$$\% \text{ Efic.} = \frac{63.1 \text{ mg/L} - 33.5 \text{ mg/L}}{63.1 \text{ mg/L}} \times 100$$

$$\% \text{ Efic.} = \frac{29.6 \text{ mg/L}}{63.1 \text{ mg/L}} \times 100$$

$$\text{Efic.} = 46.9 \%$$

✓ Dosis de 1.0 gramos de *Moringa oleifera* en un litro de muestra de agua a tratar

Datos:

$DBO_5$  Inicial = 63.1 mg/L

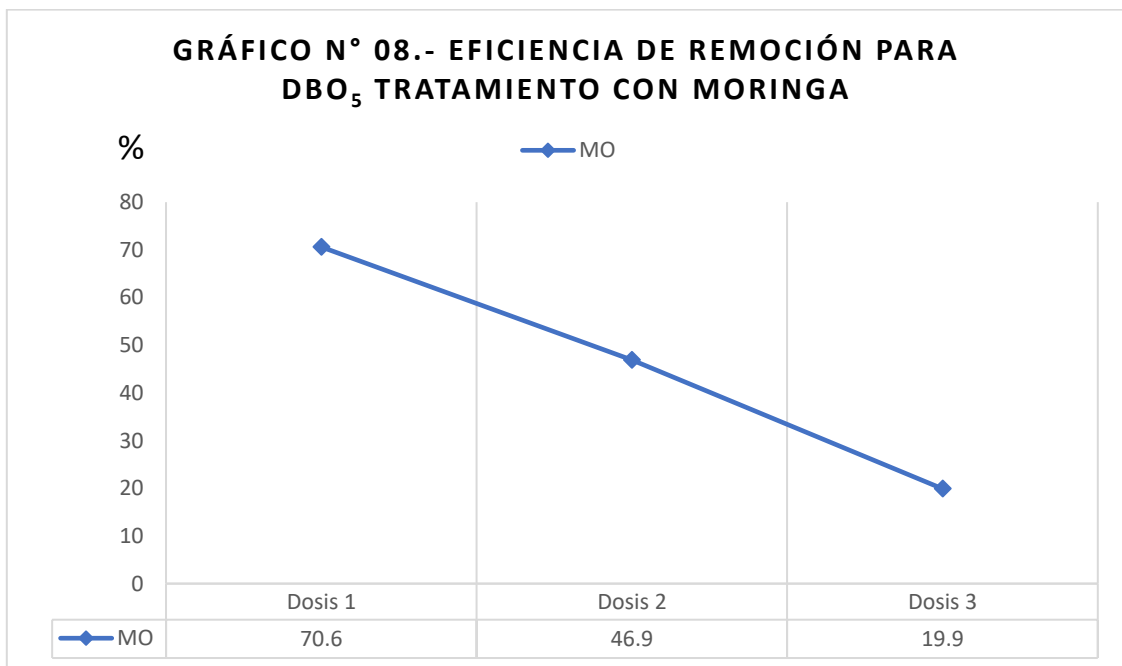
$DBO_5$  Final = 51 mg/L

$$\% Efic. = \frac{DBO_5 INICIAL - DBO_5 FINAL}{DBO_5 INICIAL} \times 100$$

$$\% Efic. = \frac{63.1 \text{ mg/L} - 51 \text{ mg/L}}{63.1 \text{ mg/L}} \times 100$$

$$\% Efic. = \frac{12.1 \text{ mg/L}}{63.1 \text{ mg/L}} \times 100$$

Efic. = 19.2 %



**Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico número 08 se muestran los valores del porcentaje de remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno en el caso del tratamiento con la *Moringa oleifera* donde en el cual se obtuvo el mayor porcentaje de remoción con un 70.6% con la dosis de 0.5 g/L (D1), un 46.9% con la dosis de 0.75 g/L (D2) y un 19.9% con la dosis de 1.0 g/L.

✓ **Tratamiento con *Opuntia ficus indica***

Dosis n° 1.- se utilizó una dosis de 10 mililitros de mucilago de Tuna en un litro de agua a tratar.

Datos:

$$OD_{\text{inicial}} = 5.29 \text{ mg/L}$$

$$OD_{\text{final}} = 2.88 \text{ mg/L}$$

$$V = 300 \text{ ml}$$

$$V_m = 30 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = \frac{OD_{\text{inicial}} - OD_{\text{final}}}{V_m} \times V$$

$$DBO_5 = \frac{5.29 \text{ mg/L} - 2.88 \text{ mg/L}}{30 \text{ ml}} \times 300 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = \frac{2.41 \text{ mg/L}}{30 \text{ ml}} \times 300 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = 24.1 \text{ mg/L}$$

Dosis n° 2.- se utilizó una dosis de 15 mililitros de mucilago de Tuna en un litro de agua a tratar.

Datos:

$$OD_{\text{inicial}} = 5.32 \text{ mg/L}$$

$$OD_{\text{final}} = 1.16 \text{ mg/L}$$

$$V = 300 \text{ ml}$$

$$V_m = 30 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = \frac{OD_{\text{inicial}} - OD_{\text{final}}}{V_m} \times V$$

$$DBO_5 = \frac{5.32 \text{ mg/L} - 1.16 \text{ mg/L}}{30 \text{ ml}} \times 300 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = \frac{4.16 \text{ mg/L}}{30 \text{ ml}} \times 300 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = 33.5 \text{ mg/L}$$



Dosis n° 3.- se utilizó una dosis de 20 mililitros de mucilago de Tuna en un litro de agua a tratar.

Datos:

$$OD_{inicial} = 5.79 \text{ mg/L}$$

$$OD_{final} = 0.9 \text{ mg/L}$$

$$V = 300 \text{ ml}$$

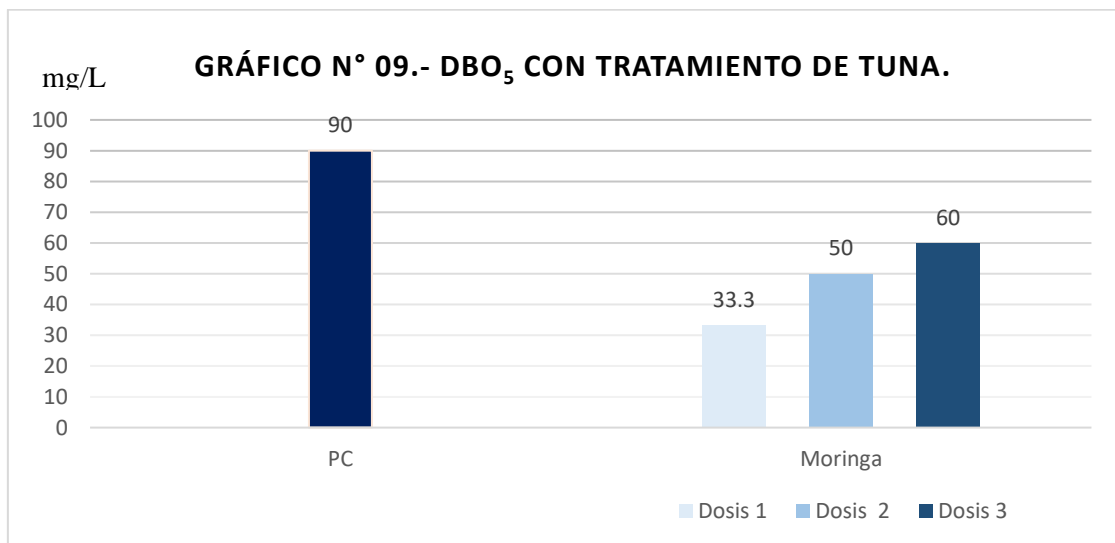
$$V_m = 30 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = \frac{OD_{inicial} - OD_{final}}{V_m} \times V$$

$$DBO_5 = \frac{5.79 \text{ mg/L} - 0.9 \text{ mg/L}}{30 \text{ ml}} \times 300 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = \frac{4.89 \text{ mg/L}}{30 \text{ ml}} \times 300 \text{ ml}$$

$$DBO_5 = 48.9 \text{ mg/L}$$



**Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico número 09 se muestra un nivel en cuanto a su turbidez de 90 NTU en la Prueba Control, posteriormente aplicando el tratamiento con *Opuntia ficus indica*, se puede decir que, con una dosis de 10 ml/L se obtuvo una turbidez de 33.3 NTU, con una dosis de 15 ml/L se obtuvo una turbidez de 50 NTU y por ultimo con una dosis de 20 ml/L se obtuvo una turbidez de 60 NTU.

### Cálculo de la eficiencia de remoción de DBO<sub>5</sub> con el tratamiento de *Opuntia ficus indica*.

Para la determinación de la eficiencia se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% Efic. = \frac{DBO_{5\ INICIAL} - DBO_{5\ FINAL}}{DBO_{5\ INICIAL}} \times 100$$

Donde:

% Efic. = Porcentaje de eficiencia.

DBO<sub>5</sub> Inicial = Demanda Bioquímica Oxígeno inicial.

DBO<sub>5</sub> Final = Demanda Bioquímica Oxígeno final.

✓ Dosis de 10 mililitros de *Opuntia ficus indica* en un litro de muestra de agua a tratar

Datos:

DBO<sub>5</sub> Inicial = 63.1 mg/L

DBO<sub>5</sub> Final = 24.1 mg/L

$$\% Efic. = \frac{DBO_{5\ INICIAL} - DBO_{5\ FINAL}}{DBO_{5\ INICIAL}} \times 100$$

$$\% Efic. = \frac{63.1\ mg/L - 24.1\ mg/L}{63.1\ mg/L} \times 100$$

$$\% Efic. = \frac{39\ mg/L}{63.1\ mg/L} \times 100$$

$$Efic. = 61.8\ \%$$

✓ Dosis de 15 mililitros de *Opuntia ficus indica* en un litro de muestra de agua a tratar

Datos:

DBO<sub>5</sub> Inicial = 63.1 mg/L

DBO<sub>5</sub> Final = 41.6 mg/L

$$\% Efic. = \frac{DBO_{5\ INICIAL} - DBO_{5\ FINAL}}{DBO_{5\ INICIAL}} \times 100$$

$$\% Efic. = \frac{63.1\ mg/L - 41.6\ mg/L}{63.1\ mg/L} \times 100$$

$$\% Efic. = \frac{21.5\ mg/L}{63.1\ mg/L} \times 100$$

$$Efic. = 34.07\ \%$$

✓ Dosis de 20 mililitros de *Opuntia ficus indica* en un litro de muestra de agua a tratar

Datos:

$DBO_5$  Inicial = 63.1 mg/L

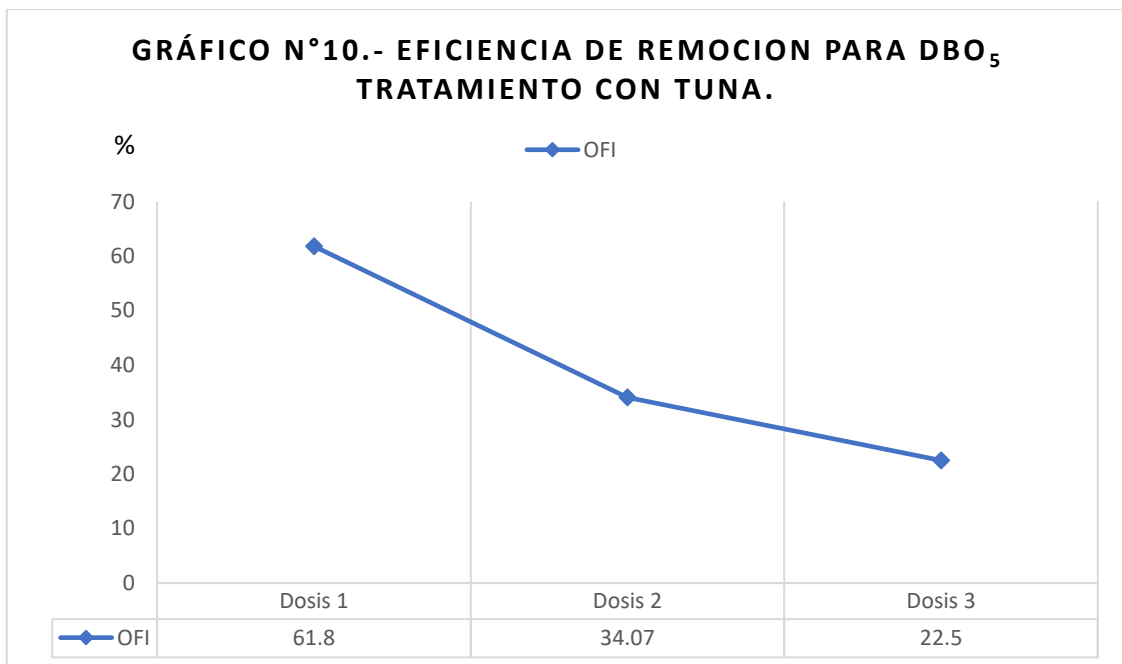
$DBO_5$  Final = 48.9 mg/L

$$\% Efic. = \frac{DBO_5 INICIAL - DBO_5 FINAL}{DBO_5 INICIAL} \times 100$$

$$\% Efic. = \frac{63.1 \text{ mg/L} - 48.9 \text{ mg/L}}{63.1 \text{ mg/L}} \times 100$$

$$\% Efic. = \frac{14.2 \text{ mg/L}}{63.1 \text{ mg/L}} \times 100$$

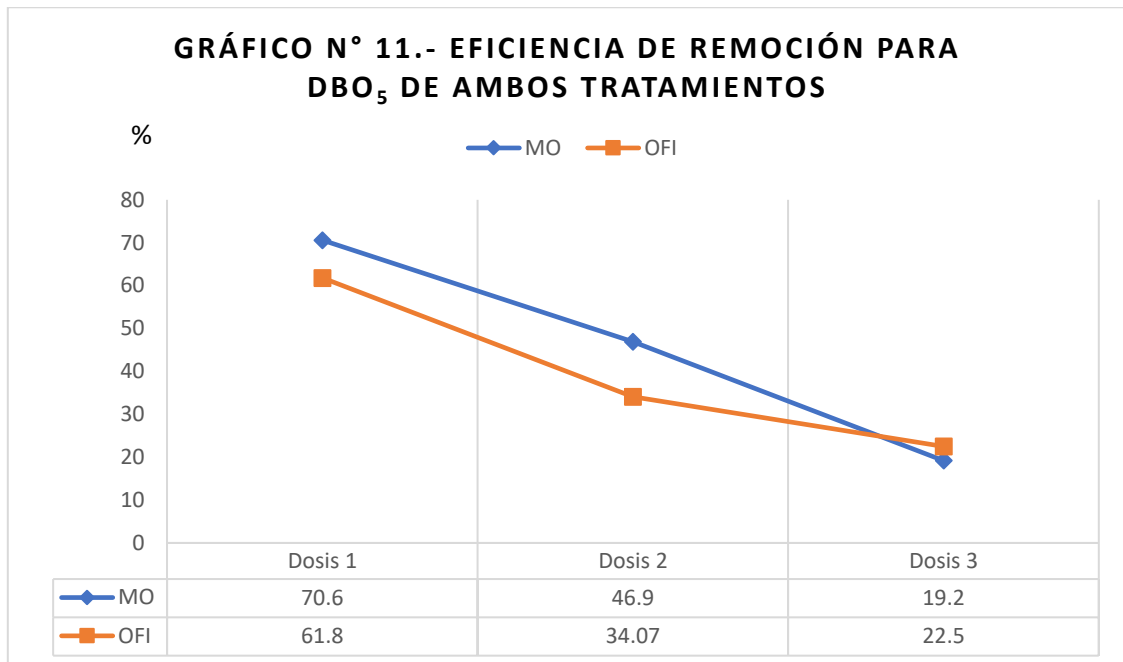
Efic. = 22.5 %



**Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico número 10 se puede observar en cuanto a su eficiencia por dosis para el tratamiento con *Opuntia ficus indica*, por lo que se puede decir que se obtuvo un 61.8% de eficiencia con la dosis de 10 ml/L (D1), un 34.07% de eficiencia con la dosis de 15 ml/L y por último un 22.5% de eficiencia con la dosis de 20 ml/L.

## EFICIENCIA DE REMOCIÓN EN AMBOS TRATAMIENTOS



**Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico número 11 se muestra el porcentaje de eficiencia en cada tratamiento con diferentes dosis, por lo tanto, se puede deducir que el tratamiento con *Moringa oleifera* tiene mayor porcentaje de eficiencia en remoción de DBO<sub>5</sub> con una dosis de 0.5 g/L de dicho recurso orgánico, el cual se obtuvo un 70.6%, y con el tratamiento con *Opuntia ficus indica*, el que logro tener mayor porcentaje de eficiencia fue cuando se usó la dosis mínima que consta de 10 ml/L. En cuanto a las dosis más elevadas (D3) obtuvieron menor porcentaje de remoción, dosis de 1.0 g/L de MO se obtuvo un 19.5% y una dosis de 20 ml/L de OFI se obtuvo un 22.5%.

#### IV. DISCUSIÓN

De acuerdo con la hipótesis planteada se acepta que la *Moringa oleífera* es más efectiva que la *Opuntia ficus indica* debido a que sus propiedades químicas ayudaron a remover significativamente la turbidez del agua del río Reque.

Con respecto al tratamiento con moringa las dosis con 0.5 gr/L, 0.75 g/L y 1.0 g/L se determinó que son altamente significativos en cuanto a su eficiencia, en el tratamiento de aguas del río Reque. Mientras que con el tratamiento de tuna se determinaron valores muy bajos en cuanto al porcentaje de remoción de turbidez, DQO y OD, mientras que en DBO<sub>5</sub>, se mantuvo constante con el tratamiento de Moringa. En comparación con la investigación de Urquía Collantes, K. (2017), en su investigación, tuvo como objetivo determinar la eficiencia de la *Moringa oleífera* frente a la *Opuntia ficus-indica* en el tratamiento de aguas del Río Huaycoloro, SJL. En cuanto a sus resultados el pH se mantuvo constante, se utilizó 0.5 g/L de *Moringa oleífera* la cual redujo la turbidez en un 85 %, su mejor resultado se dio con la dosis de 0.75 g/L con un 90% de efectividad.

Debido a la variedad y cantidad de aminoácidos netamente polares, las cuales realizan interacciones muy minuciosamente con aquellas partículas en suspensión, lo que, se puede decir que la semilla de *Moringa oleífera* logró remover en gran proporción los parámetros físicos en el tratamiento de agua del río Reque.

En cuanto a lo que menciona Sandoval Arreola (2013) es que la semilla de *Moringa oleífera* tiene una variedad de proteínas solubles de características catiónicas, Ramírez y Jaramillo (2015) indica que las semillas de moringa actúan como coagulante independientemente del pH del agua. mayoría se tomaron en cuenta parámetros como la velocidad de agitación entre 100 y 200 rpm, el tiempo de contacto usando de 15-20 y 30 minutos; entre los más importantes coagulantes naturales que han sido estudiados se encuentran los siguientes: *Moringa oleífera*, *Aloe vera*, cactus, almidones y taninos. Se llegó a concluir que el uso de estos materiales de origen vegetal (naturales) minimizan la colisión de coagulantes artificiales de origen químico (metálicos), llegando así a minimizar el costo del tratamiento de agua, si se dispone de estos a nivel local, como conclusión general se determinó que el coagulante natural con mejores resultados de efectividad fueron la Moringa y el Cactus con hasta 95% de remoción de turbidez.

## V. CONCLUSIONES

Al analizar las muestras de aguas del río Reque antes de aplicar los tratamientos a partir de semillas de *Moringa* y mucilago de Tuna, se determinó gran concentración de turbidez, DQO y DBO<sub>5</sub>, los resultados de la prueba control en cuanto a su pH nos resultó un valor 7.22, en cuanto a su conductividad eléctrica 2 538  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , un valor de 6.34 ppm de Oxígeno Disuelto, una turbidez de 90 NTU, en cuanto a su DBO<sub>5</sub> se determinó un valor de 63.1 y una DQO de 150 mg/L.

Se aplico la *Moringa oleifera* mediante tres dosis, la primera de 0.5 g/L, la segunda de 0.75 g/L y la tercera dosis de 1.0 g/L, de la misma manera se hicieron las pruebas correspondientes con el mucilago de tuna las cuales constaron de una dosis de 10 ml/L, 15 ml/L y 20 ml/L.

Al aplicar dichos tratamientos se concluye que con el tratamiento de *Moringa oleifera* se obtuvo como resultado lo siguiente, en la dosis de 0.5 g/L una turbidez de 5.6 NTU, una DBO<sub>5</sub> de 18.5 mg/L y una DQO de 79 mg/L, mientras con la dosis más optima de *Opuntia ficus indica*, con su primera dosis de 10 ml/L se obtuvo una turbiedad de 33.3 NTU, con la dosis 2 de 15 ml/L se obtuvo una DBO<sub>5</sub> de 24.1 mg/L y una DQO de 82 mg/L.

El tratamiento con *Moringa oleifera*, en su dosis óptima de 0.5 g/L se obtuvo un porcentaje de eficiencia de 93.7%, una DBO<sub>5</sub> de 70.6% y una DQO de 47.3%. en el tratamiento con *Opuntia ficus indica* se obtuvo una reducción de turbidez con su dosis optima de 10 ml/L de 63%, un porcentaje de eficiencia de 61.8% en la DBO<sub>5</sub> y un valor de 45.3% de eficiencia en cuanto a su turbidez. Por lo que se podría decir que el tratamiento con *Moringa oleifera* tuvo mayor significancia en el tratamiento de aguas del río Reque.

## VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda el uso como coagulante la *Moringa oleífera* como tratamiento fisicoquímico del agua de río Reque para la reducción de turbidez ya que se pudo realizar con éxito.
- ✓ Se recomienda extraer grasas y aceites de las semillas de *Moringa oleífera* para obtener una mejor eficacia en el coagulante obtenido.
- ✓ Es recomendable realizar un estudio de los parámetros microbiológicos del agua para determinar la eficiencia en la remoción de microorganismos que puede tener el coagulante natural.
- ✓ Es necesario seguir el protocolo de muestreo dado por el Ministerio del Ambiente, para la obtención de datos concisos.
- ✓ Realizar un diseño de una planta de tratamiento, con el volumen adecuado de agua, de tal manera que se pueda aplicar la *Moringa oleífera*.

## REFERENCIAS

- Aguilar M. I. (2002). Tratamiento físico-químico de aguas residuales: coagulación-floculación. s.l. : Editum.
- Barrenechea M. . (2002). Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. Manual de calidad del agua : Laboratorio Químico.
- Benedicto C. A. (2013). Implicación de coloides y nanopartículas en la migración de contaminantes en el medio ambiente. Madrid : Universidad Autónoma de Madrid, Dpto. Química Agrícola.
- Collazos D. (2016). Coagulación en tratamientos de agua. s.l. : Universidad Nacional Abierta y a Distancia - Ingeniería Ambiental.
- Contreras, K., Aguas Y., Salcedo, G., Olivero, R., Mendoza, G. (2015). El Nopal (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural complementario en la clarificación de agua. s.l. : Revista Producción + Limpia. Vol. 10. ISSN 1909-0455.
- Díaz C. J. (2014). Coagulantes-Floculantes orgánicos e inorgánicos elaborados de plantas y del reciclaje de la chatarra, para el tratamiento de aguas contaminadas. San Pedro Sula : Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán.
- Jahn, S.A.A. (1997). Proper use of African natural coagulants for rural water supplies : research in the Sudan and a guide for new projects. Eschborn, Germany : Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit. ISSN: 3880853053.
- Jimenez B. (2001). La contaminación ambiental en Mexico. Ciudad de Mexico : Editorial Limusa.
- Mendoza G., Ibañez P. (2006). Tratamiento de agua potable, operación, procesos, talleres y monitoreo. Bucaramanga : Universidad Industrial de Santander.
- Mojica, G.; López, M.; Mannsbach, M. (2016). Remoción de materia orgánica en aguas residuales municipales a partir de procesos de coagulación-floculación. Remoción de materia orgánica en aguas residuales municipales a partir de procesos de coagulación-floculación. [En línea]. [Citado el: 02 de Noviembre de 2018.] <http://dx.doi.org/10.19239/riidv1n4p33>. ISSN: 2445-1711.



Moreno Pérez, S. (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*. Trujillo - Perú : Universidad César Vallejo.

Olivero, R., Aguas, Y., Mercado, I., Casas, D., Montes, L. (2014). Utilización de Tuna (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas. s.l. : Avances Investigación en Ingeniería. Vol. Vol. 11.

OMS. (2012). Informe acerca de los procesos sobre el agua potable y saneamiento. Informe acerca de los procesos sobre el agua potable y saneamiento. [En línea]. [Citado el: 26 de Octubre de 2018.] <http://www.who.int/mediacentre/news/>..

Kiesling, Roberto. (1998). Origen, domesticación y distribución de *Opuntia ficus indica* s.l. : Journal of the professional association for cactus development, 1998, Vol. vol. 3.

Palacio E., et al. 2014. Behavior of physico-chemical parameters in different drinking waters. La Habana : Higiene y Sanidad Ambiental. ISSN 1579-1734.

Ramírez H., Jaramillo, J. (2015). Agentes naturales como alternativa para el tratamiento del agua. s.l. : Produccion mas Limpia. ISSN 1900-4699.

Ramirez, H, Jaramillo, J. (2014). Uso potencial de agentes clarificantes y desinfectantes de origen natural para el tratamiento integral del agua caracterizado por pisos termicos. Uso potencial de agentes clarificantes y desinfectantes de origen natural para el tratamiento integral del agua caracterizado por pisos termicos. [En línea] Ingeniería Solidaria. [Citado el: 01 de Noviembre de 2018.] <http://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/view/813e>. ISSN 2357-6014.

Revelo, A., Proaño, D., Banchón, C. (2015). Biocoagulación de aguas residuales de industria textilera mediante extractos de *Caesalpinia spinosa*. Biocoagulación de aguas residuales de industria textilera mediante extractos de *Caesalpinia spinosa*. [En línea] Enfoque (online). [Citado el: 08 de Noviembre de 2018.] <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute> . ISSN: 1390-6542.

Sandoval Arreola M., et al. (2013). *Moringa oleifera* una alternativa para sustituir coagulantes metálicos en el tratamiento de aguas superficiales. Mérida - México : Universidad Autónoma de Yucatán. 1665-529X.

Soto A. (2000). Coagulación y floculación de aguas contaminadas. Santiago : Reevista Ciencia Abierta Educación.

Urquía, Karina. (2017). Eficiencia de la Opuntia Ficus-Indica frente a la Moringa Oleífera, en el tratamiento de aguas del Río Huaycoloro, SJL-2017. Lima - Perú : Universidad César Vallejo.

Villabona Ortiz A. . (2013). Caracterizacion de la Opuntia ficus-indica para uso como coagulante natural. Bolivar : Biotecnol. Vol. XV. 137-144.

## ANEXOS

**Tabla N° 11.-Estandar de Calidad del Agua (ECA).**

**Categoría 1: Poblacional y Recreacional**

**Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**

**Fuente:** Ministerio del Ambiente (MINAM)

**Tabla N° 12.-** Tratamientos, análisis y resultados de aguas del río Reque.

<b>CUADRO DE TRATAMIENTO, ANALISIS Y RESULTADOS DE AGUAS DEL RIO REQUE NOVIEMBRE 2018</b>								
PARAMETROS		PREBA CONTROL	TRATAMIENTO <i>Moringa oleifera</i>			TRATAMIENTO <i>Opuntia ficus indica</i>		
	Unidad de medición	Sin aplicación de coagulante-floculantes	DOSIS			DOSIS		
			0.5 gr/L	0.75 gr/L	1 g/L	10 ml/L	15 ml/L	20 ml/L
pH	Número	7.22	7.35	7.43	7.38	7.45	6.98	7.23
Conductividad eléctrica	µS/cm	2 538	2 479	2 492	2 518	2 694	2 697	2 665
oxígeno disuelto	ppm	6.34	5.71	5.6	4.91	4.88	4.46	2.47
solidos suspendidos totales	mg/L							
Turbidez	NTU	90	5.6	6.7	7.6	33.3	50	60
Demanda biológica de oxígeno	mg/L	63.1	18.5	33.5	51	24.1	41.6	48.9
Demanda química de oxígeno	mg/L	150	79	88	120	82	135	152

% EFICIENCIA					
MO			OFI		
0.5 gr/L	0.75 gr/L	1 gr/L	10 ml/L	15 ml/L	20 ml/L
**	**	**	**	**	**
**	**	**	**	**	**
**	**	**	**	**	**
93.7	92.5	91.5	63	44.4	33.3
70.6	46.9	19.2	61.8	34.07	22.5
47.3	41.3	20	45.3	10	**

**Fuente:** Elaboración propia.

## Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
La disponibilidad de agua potable presenta un problema cada vez más grande a nivel mundial, por lo que esto amerita que se busquen nuevas alternativas de solución, para poder contrarrestar este problema.	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Determinar la eficiencia de la moringa (<i>Moringa oleífera</i>) y el mucilago de Tuna (<i>Opuntia ficus indica</i>), en el tratamiento de aguas del Río Reque.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Analizar la muestra de aguas del río Reque antes de aplicar los tratamientos a partir de semillas moringa y mucilago de tuna</p>	La Moringa ( <i>Moringa oleífera</i> ) es más eficiente que el mucilago de Tuna ( <i>Opuntia ficus indica</i> ) en el tratamiento de aguas del río Reque.	<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Tratamiento de aguas del río Reque.</p> <p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Eficiencia de la moringa (<i>Moringa oleífera</i>) y tuna (<i>Opuntia ficus indica</i>)</p>	Aplicativo	La población la constituye toda el agua del Río Reque.	<p><b>Técnica de gabinete técnica de campo</b></p> <p>La observación</p> <p>Recolección de muestra.</p> <p>Etapa del muestreo.</p> <p><b>Técnica de laboratorio</b></p> <p>Preparación del coagulante natural.</p>	El método que será empleado para el análisis de datos en la presente investigación es en el programa Excel y Word, para posteriormente presentarse de manera gráfica.
				DISEÑO	MUESTRA		
				El presente proyecto de investigación tiene como enfoque cuantitativo, con un diseño preexperimental	En el presente proyecto la muestra la contempla una muestra de 26 litros del agua del Río Reque.		

	<p>Obtener el coagulante-floculante a partir de Moringa y mucilago de Tuna.</p> <p>Analizar la muestra de aguas del río Reque después de aplicar el tratamiento a partir de Moringa y mucilago de Tuna.</p> <p>Evaluar la eficiencia de cada tratamiento a partir de Moringa y mucilago de Tuna con tres dosis diferentes.</p>					<p>Determinación de pH y conductividad.</p> <p>Determinación de Oxígeno Disuelto</p> <p>Determinación de DQO.</p> <p>Determinación de DBO<sub>5</sub></p>	
--	--	--	--	--	--	---	--

## PANEL FOTOGRÁFICO

### a) TRABAJO DE CAMPO

- ✓ Muestreo de aguas del río Reque.

**Anexo 01.-** Identificación del punto de muestreo de aguas del río Reque.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 02.-** Recolección de aguas del río Reque.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 03.-** Muestras de agua recolectadas del río Reque.



**Fuente:** Elaboración propia.

**b) TRABAJO DE LABORATORIO**

**Preparación del mucilago de *Opuntia ficus indica***

**Anexo 04.- Lavado.**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 05.- Pelado.**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 06.- Cortado.**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 07.- Extracción de mucilago.**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 08.- Mucilago de tuna.**



**Fuente:** Elaboración propia.



## Preparación de la Moringa en polvo

- ✓ Procedimiento para la preparación del floculante-coagulante

**Anexo 09.-** Semillas de *moringa oleífera*    **Anexo 10.-** Semillas de moringa peladas



**Fuente:** Elaboración propia.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 11.-** Trituración la moringa



**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 12.-** Polvo de Moringa



**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 13.-** Extracción de grasas y aceites de la Moringa.



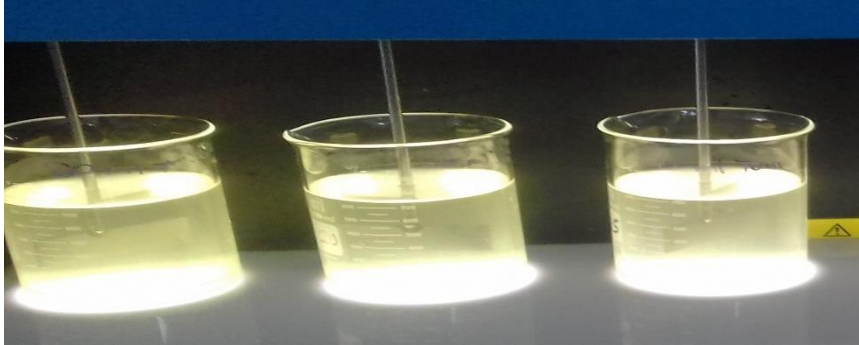
**Fuente:** Elaboración propia.

### Comprobación de tratamiento mediante la prueba de jarras.

✓ Determinación visual de efectividad de cada tratamiento.

Prueba de jarras con diferentes dosis en cada tratamiento.

#### Anexo 14.- Tratamiento *Opuntia ficus indica*.



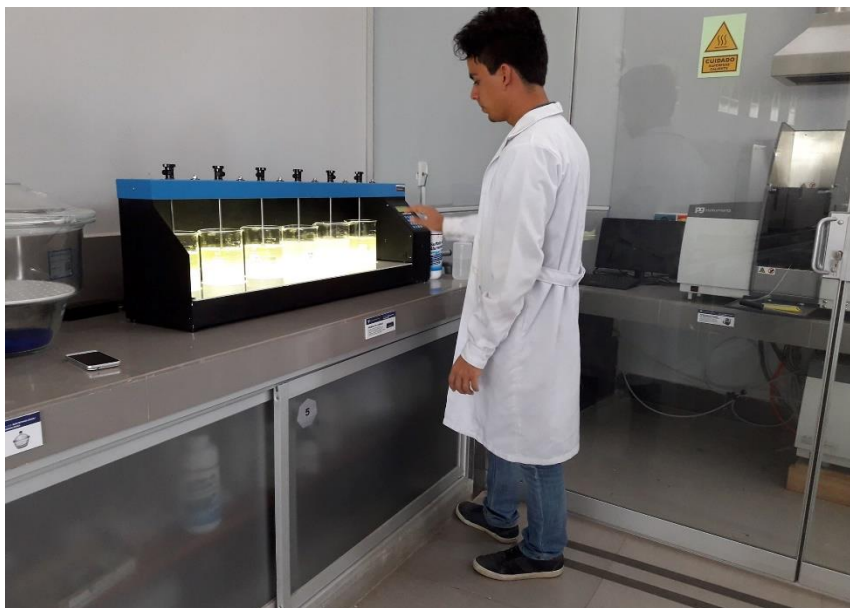
Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 15.- tratamiento *Moringa oleífera*.



Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 16.- Utilización de la prueba de jarras.



Fuente: Elaboración propia

## Métodos analíticos – Laboratorio de Biotecnología

**Anexo 17.-** Determinación de Turbidez

**Anexo 18.-** Determinación de pH y CC



**Fuente:** Elaboración propia.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 19**

Etapa de filtración de muestra



**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 20**

Agitación de reactivo para determinación de DQO rangos bajos de NTU



**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 21.-** Digestión del reactivo



**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 22.-** Determinación de DQO



**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 23.-** Determinación de Oxígeno disuelto



**Fuente:** Elaboración propia

**LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA**

TIPO DE ANÁLISIS : Análisis fisicoquímico  
 USUARIO : Anthony Danny Esquivel Cubas  
 N° DE MUESTRA : 07  
 TIPO DE MUESTRA : Agua superficial  
 FECHA DE EMISIÓN : 26 de Noviembre del 2018

**RESULTADOS:**

N° DE MUESTRA	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	EQUIPO
<b>Prueba Control</b>	OXÍGENO DISUELTO	6.34	PPM	OXÍMETRO
	TURBIDEZ	90	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	150	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	7.22	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	2.538	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	63.1	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
<b>M- 01</b>	OXÍGENO DISUELTO	5.71	PPM	OXÍMETRO
	TURBIDEZ	5.6	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	79	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	7.35	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	2.479	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	18.5	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
	OXÍGENO DISUELTO	5.6	PPM	OXÍMETRO
	TURBIDEZ	6.7	NTU	TURBÍDIMETRO





M - 02	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	88	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	7.43	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	2.492	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	33.5	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
M - 03	OXÍGENO DISUELTO	4.91	PPM	OXÍMETRO
	TURBIDEZ	7.6	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	120	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	7.38	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	2.518	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	51	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
T - 01	OXÍGENO DISUELTO	4.88	PPM	OXÍMETRO
	TURBIDEZ	33.3	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	82	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	7.45	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	2.694	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	24.1	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
T - 02	OXÍGENO DISUELTO	4.46	PPM	OXÍMETRO
	TURBIDEZ	50	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	135	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	6.98	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)





	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	2.697	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	41.6	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
T-03	OXÍGENO DISUELTO	2.47	PPM	OXÍMETRO
	TURBIDEZ	60	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	152	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	7.23	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	2.665	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	48.9	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)

Nota: la muestra fue tomada por el usuario, el laboratorio no se responsabiliza.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

*Ramón*



LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOL

## Acta de originalidad de Tesis



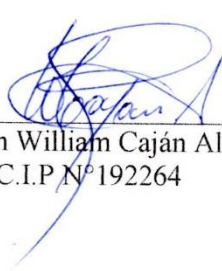
### ACTA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, **CAJAN ALCANTARA, John William** (ORCID: 0000-0003-2509-9927) docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad “César Vallejo” – Filial Chiclayo, revisor de la tesis titulada: “COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA MORINGA (*Moringa oleífera*) Y EL MUCILAGO DE TUNA (*Opuntia ficus indica*), EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS DEL RÍO REQUE”

Del estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental: **ESQUIVEL CUBAS, Anthony Danny**, constato que la investigación tiene un índice de similitud del **27%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 01 de Diciembre del 2019

  
\_\_\_\_\_  
Dr. John William Caján Alcántara  
C.I.P N° 192264



## Reporte de Turnitin

### "COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA MORINGA (Moringa oleifera) Y EL MUCILAGO DE TUNA (Opuntia ficus indica), EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS DEL RÍO REQUE"

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>27%</b>	<b>22%</b>	<b>1%</b>	<b>23%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>12%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>6%</b>
<b>3</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>perezvanessa1993.blogspot.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>dspace.esPOCH.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.utea.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>www.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>revistas.unal.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## Autorización de publicación en el repositorio institucional UCV

	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo Anthony Danny Esquivel Cubas, identificado con DNI N° 76317200, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo ( x ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Comparación de la eficiencia de la moringa (*Moringa oleífera*) y el mucilago de tuna (*Opuntia ficus indica*), en el tratamiento de aguas del río Reque"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

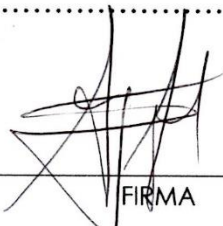
.....

.....

.....

.....

.....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 76317200

FECHA: 03 de diciembre del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------------------	--------	---------------------------------

## Autorización de la versión final del Trabajo de Investigación



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

### AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP Ingeniería Ambiental

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Esquivel Cubas Anthony Danny

INFORME TÍTULADO:

"Comparación de la eficiencia de la moringa (Moringa oleifera) y el mucilago de tuna (Opuntia ficus indica), en el tratamiento de aguas del río Requena"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Ambiental

SUSTENTADO EN FECHA: 06 Diciembre 2019

NOTA O MENCIÓN: Aprobado por unanimidad.



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN