



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Uso del *Aloe barbadensis* y *Moringa oleífera* como coagulantes en el tratamiento de aguas residuales bajo condiciones de laboratorio Ninabamba – Cajamarca, 2019”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL

**AUTOR**

Anggie Paola Guanilo Iñigo (ORCID: 0000-0002-6587-3369)

**ASESOR**

Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA – PERÚ

2019 – I

## Dedicatoria

A mis padres, quienes han sido un gran apoyo y respaldo en mi formación profesional. A mi familia, por las oportunidades y enseñanzas en cumplir mis metas y objetivos. A dios, por brindarme la fortaleza para superar todos los obstáculos y lograr mis propósitos.


### Agradecimiento

A mis padres, por apoyarme a lo largo de mi vida estudiantil. A la Universidad César Vallejo, por brindarme todo el conocimiento y permitir hacer uso de las instalaciones para desarrollar mi Trabajo de Investigación. A todos los docentes y asesores que contribuyeron a la realización de este trabajo, gracias a su guía y enseñanza. Y un agradecimiento muy especial mis amigos y todas aquellas personas que con una llamada o mensaje me motivaron a seguir, aconsejándome y mostrándome su apoyo.

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don  
 (a) Anggie Paola Guzmán Inigo  
 cuyo título es: Uso del Albe borbadensis y Floringa oleifera como  
coagulantes en el tratamiento de aguas residuales bajo  
condiciones de laboratorio. Nivabamba - Cajamarca 2019.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el  
 estudiante, otorgándole el calificativo de: 19. (número)  
DIECINUEVE. (letras).

04 de Julio del 2019.

  
 \_\_\_\_\_  
 CARLOS E. CASTRO  
 PRESIDENTE

  
 \_\_\_\_\_  
 JORGE LEONARDO JARA  
 SECRETARIO

  
 \_\_\_\_\_  
 J. GUEVARA ALBORN  
 VOCAL



### Declaración De Autenticidad

Yo Angie Paola Guanilo Iñigo con DNI N° 72001445 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en el presente trabajo de investigación 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 Cesar Vallejo.

Lima, 04 de julio del 2019



---

Angie Paola Guanilo Iñigo

## Índice

Dedicatoria .....	II
Agradecimiento .....	III
Acta de Aprobación de Trabajo de Investigación .....	IV
Declaración de autenticidad.....	V
Resumen.....	VIII
Abstract .....	IX
I. INTRODUCCIÓN .....	10
II. MÉTODO .....	30
2.1 Tipo y diseño de la investigación .....	30
2.2 Población, muestra y muestreo .....	32
2.3 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	32
2.4 Descripción del procedimiento.....	33
2.5 Método de análisis de datos .....	40
2.6 Aspectos éticos .....	40
III. RESULTADOS.....	41
IV. DISCUSIÓN .....	50
V. CONCLUSIONES.....	53
VI. RECOMENDACIONES .....	54
Referencias bibliográficas.....	55
Anexos .....	60
anexo 1: Registro fotográfico.....	60
Anexo 2: Instrumentos.....	65
Anexo 3: Resultados De Laboratorio.....	65
Anexo 4: Turnitin.....	73
Anexo 5: Acta de Originalidad.....	74
Anexo 6: Autorización de Publicación .....	75
Anexo 7: Autorización de la Versión Final.....	76

## Índice de Tablas

<i>Tabla 1: Resultados de la pre y post prueba de concentración de fósforo .....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 2: Resultados de la eficacia del fósforo .....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 3: Resultados de la conductividad .....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 4: Resultados de la turbidez .....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 5: Resultados del ph .....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 6: Resultados de la temperatura .....</i>	<i>45</i>

## Índice de Cuadros

Cuadro 1: Resultados del análisis de la conductividad .....	42
Cuadro 2: Resultados del análisis de la turbidez .....	43
Cuadro 3: Resultados del análisis del ph .....	44
Cuadro 4: Resultados del análisis de la temperatura .....	45

## Índice de Figuras

<i>Figura 1: Volumen de aguas utilizada – usos consuntivos y no consuntivos 2016 (ana, 2017).....</i>	11
<i>Figura 2: Municipalidades que informaron sobre el tratamiento que requieren de aguas servidas según Departamento. Inei – Registro nacional de municipalidades 2013 – 2014 .....</i>	12
Figura 3: Propiedades de la moringa. Gómez (2013) .....	24
Figura 4: Tomado de cancerización físico-química de la moringa oleífera, san isidro, anticona (2017) ....	24
Figura 5: Estructura química del polisacárido (acemanano) .....	25
<i>Figura 6: Uso de sustancias químicas para la anulación de cargas eléctricas de la superficie del coloide Permitiendo que las partículas coloidales formen flóculos. Sedapal (2000) .....</i>	26
Figura 7: Fases de coagulación. Andia (2000).....	26
Figura 8: Centro de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente (2004) .....	27
Figura 9: Categoría 2 – extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales, ministerio del ambiente, sinia (2017) .....	34

## Índice de Fotografías

Fotografía 1: Vivienda seleccionada.....	33
Fotografía 2: Antes y después del tratamiento del agua residual doméstica .....	35
Fotografía 3: Tratamiento resumen del agua en instalaciones de la universidad César Vallejo, laboratorio de fisicoquímica .....	35
Fotografía 4: Ingreso de muestras en laboratorio acreditado .....	36
Fotografía 5: Pelado, corte y secado de la semilla moringa oleífera.....	38
Fotografía 6: Pelado, corte y secado de la hoja aloe barbadensis .....	39

## RESUMEN

El uso de coagulantes naturales para remediar aguas contaminadas ha mostrado popularidad en los últimos años, esta técnica consiste en la utilización de coagulantes como la Moringa oleífera y el Aloe barbadensis para desestabilizar coloides y sedimentarlos posteriormente. Tras la implementación del tratamiento se observó que la velocidad de agitación, dosis de coagulante y el tiempo de sedimentación fueron los principales factores que determinaron la efectividad del tratamiento, además de comprobar que es de uso amigable con el ambiente, bajo costo económico y mostrando óptimos resultados. La investigación se realizó con muestra de agua de la zona de Ninabamba, Santa Cruz, Cajamarca; con el objetivo de determinar la eficacia de la Moringa oleífera y Aloe barbadensis como coagulantes naturales, para el tratamiento de aguas residuales bajo condiciones de laboratorio, siendo el principal contaminante el Fósforo Total. El trabajo cuenta con un diseño de tipo experimental, con 3 tratamientos, los cuales son T1 a base de Moringa oleífera, T2 a base de Aloe barbadensis y T3 que consta en el uso de la Moringa oleífera y el Aloe barbadensis; se empleó tres dosis de coagulante (500 mg/L, 800 mg/L y 1000 mg/L), con agitación rápida de 100 RPM en 30 minutos, y agitación lenta de 10 minutos a velocidad de 30 RPM, con un tiempo de reposo de 3 horas aproximadamente. Se obtuvo como resultados una efectividad de remoción de fósforo del 85.9%, ya que su valor inicial de contaminación fue de 0.781 mg/L, del mismo modo se observó una clara reducción de los parámetros de la conductividad, con valor inicial de 684 us/cm y después de los tratamientos fueron de 203.3 us/cm (T1), 408.47 us/cm (T2) y 89.72 us/cm (T3), y la turbidez con valor inicial de 96.2 NTU, después del tratamiento fue de 10.3 NTU (T1), 15.55 NTU (T2) y 7.75 NTU (T3); parámetros tales como la temperatura y el pH no mostraron una variación significativa. Esto demuestra la efectividad el tratamiento para remediar aguas contaminadas por Fósforo Total del tipo residual doméstico.

**Palabras claves:** Moringa oleífera, Aloe barbadensis, Coagulación natural, Tratamiento de aguas y Fósforo



## ABSTRACT

The use of natural coagulants to remedy contaminated water has shown popularity in recent years, this technique involves the use of coagulants such as *Moringa oleifera* and *Aloe barbadensis* to destabilize colloids and subsequently sediment them. After the implementation of the treatment it was observed that the speed of agitation, coagulant dose and the time of sedimentation were the main factors that determined the effectiveness of the treatment, besides verifying that it is of friendly use with the environment, low economic cost and showing optimum results. The investigation was carried out with a sample of water from the Ninabamba, Santa Cruz, Cajamarca area; with the objective of determining the effectiveness of *Moringa oleifera* and *Aloe barbadensis* as natural coagulants, for the treatment of wastewater under laboratory conditions, being the main contaminant Total Phosphorus. The work has an experimental type design, with 3 treatments, which are T1 based on *Moringa oleifera*, T2 based on *Aloe barbadensis* and T3 that consists of the use of *Moringa oleifera* and *Aloe barbadensis*; three coagulant doses (500 mg / L, 800 mg / L and 1000 mg / L) were used, with rapid agitation of 100 RPM in 30 minutes, and slow agitation of 10 minutes at a speed of 30 RPM, with a resting time about 3 hours. The results showed a phosphine removal effectiveness of 85.9%, since its initial contamination value was 0.781 mg / L, in the same way a clear reduction of the conductivity parameters was observed, with an initial value of 684 us / cm and after the treatments were 203.3 us / cm (T1), 408.47 us / cm (T2) and 89.72 us / cm (T3), and the turbidity with initial value of 96.2 NTU, after treatment was 10.3 NTU ( T1), 15.55 NTU (T2) and 7.75 NTU (T3); parameters such as temperature and pH did not show significant variation. This demonstrates the effectiveness of the treatment to remedy water contaminated by Total Phosphorus of the domestic residual type.

**Keywords:** *Moringa oleifera*, *Aloe barbadensis*, Natural coagulation, Water treatment and Phosphorus

## I. INTRODUCCIÓN

El agua es la sustancia líquida más abundante del planeta y el solvente universal que sin ella no se podría existir, sin embargo, su contaminación ocurre con la presencia de sustancias químicas ajenas a su composición original, modificando sus propiedades y haciéndola dañina e inútil para la agricultura, recreación, consumo humano, etc.

La ONU menciona que retornan al ecosistema el 80% de las aguas residuales sin ser reutilizadas o tratadas (UNESCO, 2017); la extracción del agua mundial es representada por el 70% (FAO); 340 mil niños mueren por año a causa de enfermedades estomacales o diarreicas, en niños menores de 5 años (OMS/UNICEF 2017) y un 3.1% de personas mueren anualmente en el planeta por consumo de aguas contaminadas, lo que equivaldría a 2.2 millones de personas; a su vez, se menciona que para el año 2050 la causa principal de muerte será dada por la contaminación del agua.

La contaminación por fósforo está presente en cuerpos acuáticos cercanas a zonas pobladas, las cuales presentan valores muy altos de fósforo. Se sabe que la vida depende de la correcta proporción de Fósforo y Nitrógeno, sin embargo, la presencia de las personas ha permitido el incremento en estas cifras. Se publicó en la revista “Ecology Letters”, el análisis de la porción de Fósforo y Nitrógeno en diferentes ecosistemas de agua dulce, en colaboración con el CSIC y CREAM. Mostrándonos que es bastante normal encontrar mayor presencia de Nitrógeno que Fósforo, pero con el vertido continuo de detergentes, pesticidas, fertilizantes, entre otros, estamos añadiendo cantidades exorbitantes de Fósforo, pasando de ser un nutriente deseado a uno contaminante. (SINC, 2019)

Dado a que el recurso hídrico ha generado muchos conflictos entre países o estados que presentan escasez de agua o porque la fuente tenga problemas de contaminación. En el 2009 mes de marzo se dio la Ley de Recursos Hídricos N° 29338, el cual hace mención a la creación de varias autoridades para proteger todo el ciclo del agua.

La FAO ubica al Perú como el 17<sup>vo</sup> a nivel mundial, refiriéndose a la cantidad de agua disponible por persona; el Banco Mundial ubica al Perú en el puesto 14<sup>vo</sup> en accesibilidad al agua de América Latina. El Ministerio del Ambiente menciona que en el Perú escurren más de 2 millones de m<sup>3</sup>/año (MMC), sin embargo, la distribución de los recursos es desigual, observándose mayor flujo de agua en la vertiente amazónica (97.7% agua), mientras que en la sierra y costa va disminuyendo el porcentaje. Se debe considerar

también que el sector agrícola comprende el 86.8% del uso del agua en el ámbito nacional, seguido del uso poblacional con un 11.2% del total, y el otro 2% es usado en otros sectores y/o actividades.

En el Perú, el servicio de aguas y alcantarillado es un problema relevante, ya que el INEI menciona que en el periodo de Febrero (2017) – Enero (2018) 28.1% de personas del área rural no tienen acceso al agua por red pública, de los cuales 16.9% acceden a aguas de río, acequia o manantial; 5.1% pertenece a aguas de pozo. Además, según la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento a nivel nacional solo reciben tratamiento el 32.7% de las aguas residuales. He aquí la importancia del empleo de tratamientos que mejoren la calidad del agua en la zona, para un posible de reúso.

Visualizar la Figura 1, el cual describe algunos datos del volumen del agua que se ha estado registrando en el año 2016 para el 2017.

Región hidrográfica	Uso consuntivo del agua (hm <sup>3</sup> /año) – 2016						Uso no consuntivo del agua (hm <sup>3</sup> /año) – 2016					
	Agrario	Poblacional	Industrial	Minero	Recreativo	Otros Usos	Total	Energético	Acuícola	Turístico	Transporte	Total
Pacífico	10 447,57	924,68	44,67	60,75	1,07	8,25	11 486,99	10 765,91	217,25	1,35	0,10	10 984,61
Amazonas	2 521,71	414,23	12,83	104,03	4,16	11,06	3 068,02	15 650,19	225,51	1,30	0,00	15 877,00
Titicaca	364,38	38,46	0,77	8,82	0,43	0,00	412,86	0,00	12,21	0,00	0,00	12,21
<b>Total (hm<sup>3</sup>/año)</b>	<b>13 333,66</b>	<b>1 377,37</b>	<b>58,27</b>	<b>173,60</b>	<b>5,66</b>	<b>19,31</b>	<b>14 967,86</b>	<b>26 416,10</b>	<b>454,96</b>	<b>2,65</b>	<b>0,10</b>	<b>26 873,82</b>

*Figura 1: Volumen de aguas utilizada – usos consuntivos y no consuntivos 2016 (ANA, 2017)*

En la zona de Ninabamba, Santa Cruz, Cajamarca si bien existen en algunas zonas métodos de tratamientos de aguas, este proceso no ha sido implantado en toda la provincia, causando con ello pérdida en la reutilización de aguas, que como sabemos, existe una gran batalla en contra de la pérdida de agua dulce y por lo que debemos hacer reúso de toda fuente de agua posible. Cuyo objetivo de la coagulación es la desestabilización de partículas coloidales que se encuentran en suspensión; con la ayuda de insumos orgánicos como la Moringa oleífera y el Aloe Barbadensis han demostrado mejores resultados económicos y químicos.

A continuación, se muestra la Figura 2, tabla representativa de tratamientos de agua servidas entre el 2013 – 2014 en la provincia de Cajamarca:

Departamento	Municipalidades informantes	Municipalidades que informaron que las aguas servidas reciben tratamiento	Tipo de tratamiento								Municipalidades que informaron que las aguas servidas no reciben de tratamiento
			Lagunas facultativas	Lagunas aireadas	Laguna anaerobias	Lodos activados	Tanque séptico	Tanque imhoff	Filtro biológico	Otro	
<b>2013</b>	<b>1 838</b>	<b>786</b>	<b>117</b>	<b>181</b>	<b>41</b>	<b>7</b>	<b>310</b>	<b>83</b>	<b>33</b>	<b>14</b>	<b>1 053</b>
Amazonas	84	32	2	2	-	1	21	4	2	-	52
Áncash	166	85	5	6	3	-	61	7	3	-	81
Apurímac	80	26	-	5	1	-	18	1	-	1	54
Arequipa	109	53	3	15	2	-	20	3	8	2	56
Avacucho	112	57	9	16	1	-	18	7	2	4	56
<b>Cajamarca</b>	<b>127</b>	<b>52</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>75</b>
Callao 1/	6	3	1	-	-	-	1	-	1	-	3
Cusco	108	54	7	13	5	-	23	3	1	2	54
<b>2014</b>	<b>1 838</b>	<b>1 059</b>	<b>159</b>	<b>258</b>	<b>50</b>	<b>11</b>	<b>389</b>	<b>123</b>	<b>47</b>	<b>22</b>	<b>779</b>
Amazonas	84	51	-	3	2	1	36	6	3	-	33
Áncash	166	142	10	31	2	-	66	20	9	4	24
Apurímac	80	40	2	6	2	2	19	8	1	-	40
Arequipa	109	105	14	30	8	-	32	11	9	1	4
Avacucho	112	64	12	16	1	-	22	6	2	5	48
<b>Cajamarca</b>	<b>127</b>	<b>68</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>59</b>
Callao 1/	6	3	1	-	-	-	1	-	1	-	3
Cusco	108	55	8	11	5	-	24	3	2	2	53
Huancavelica	95	47	4	9	-	-	23	6	4	1	48

*Figura 2: Municipalidades que informaron sobre el tratamiento que requieren de aguas servidas según departamento. INEI – Registro nacional de municipalidades 2013 – 2014*

Como antecedente internacional tenemos Huang, Feng, Ni, Xie, Li (2018) en su investigación titulada Enhancement of nitrogen and phosphorus removal in landscape water using polymeric ferric sulfate as well as the synergistic effect of four kinds of natural rocks as promoter. Environmental Science and Pollution Research. El trabajo tuvo como objetivo buscar la mejora en la reducción de fósforo y nitrógeno en el agua utilizando sulfato férrico polimérico, así como el efecto de cuatro tipos de rocas naturales como promotor. La eficacia de eliminación de TN y TP de 53.53 y 86.48% respectivamente, se logró con una dosis de coagulante de 6g/L-1J3p y 30 mg/L-1PFS, Temperatura del agua 30°C y pH inicial 9, y el análisis del índice de calidad del agua reveló que el tratamiento de TN y TP utilizando J3p + PFS se estaba aprovechando de la floculación de PFS y la función de adsorción de PFS y J3p. En donde el mecanismo de floculación de principalmente neutralización de carga.

A su vez Saldaña A. [et. al] (2018) menciona en su investigación titulada Efecto del fósforo en la acumulación de arsénico en cebada (*Hordeum vulgare* L.) por riego con agua contaminada. Universidad de Guanajuato. A fin de evaluar el efecto producido por la concentración de Fósforo en el agua de riego, la cual está contaminada por Arsénico; además de su acumulación en el cultivo de cebada. El agua contaminada causa la acumulación del Arsénico en el suelo y este afecta el rendimiento de los cultivos; se sembraron 45 semillas en pilas de suelo de 0.126 m<sup>2</sup> del área, con 20.16 L de riego en

soluciones de As (50, 200 y 400 mg L<sup>-1</sup>) y P (120, 210 y 300 mg L<sup>-1</sup>), el tratamiento en concentración mayor de P (300 mg L<sup>-1</sup>) acumulando la planta en promedio 6871±1051 mg kg<sup>-1</sup>, siendo este el 41.4% menos de As que el tratamiento con 120 mg L<sup>-1</sup>, demostrando que el Fósforo inhibe la absorción de Arsénico en la cebada.

Además, Olivero R.; Florez A.; Vega L. y Villegas de Aguas, G. (2017) mencionan en su investigación titulada Evaluación de una mezcla para coagulantes naturales, *Opuntia ficus* y *Moringa oleífera* en clarificación de aguas. Universidad del Atlántico. Con el objetivo de determinar el desempeño de 3 coagulantes diferentes, para remover sólidos suspendidos y Disueltos en aguas del río Magdalena. La *M. oleífera* y la *O. ficus* se pelaron, secaron trituraron y tamizaron en una malla de 6 mm convirtiéndolo en polvo fino. Se determinó posterior al tratamiento de la mezcla de *M. oleífera* y *O. ficus*, una remoción del 90% de Turbidez, en comparación de con la mezclado el alumbre y coagulantes naturales, y una disminución de sólidos por medio de la absorbancia.

Tal y como se mencionó anteriormente Fuentes N.; Molina E. y Patricia C. (2016) mencionan un tratamiento similar en su investigación titulada Coagulantes naturales en sistemas de flujo continuo, como sustituto del Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> para clarificación de aguas. Universidad La Guajira. Se tuvo como objetivo la evaluación de la eficiencia de las Algas marinas, *Cactus opuntia*, *Moringa oleífera* y Almidón, en la descontaminación y clarificación de las aguas de consumo humano en sistemas batch y continuos. Se realizaron pruebas en sistemas simulados de coagulación y floculación, utilizando dosificaciones diversas; las variables de control fueron la turbidez, color, Sólidos Totales, Oxígeno Disuelto, DQO y pH. Las mejores concentraciones fueron en *Moringa* (88.26%) usando Ca(OH)<sub>2</sub>; en Almidón (79.73%) con NaOH; en Algas (81.14%) con CaCl<sub>2</sub> y en *Cactus* (98.41%), siendo este con la mejor remoción. Se demostró su eficacia, seguridad y rentabilidad, con una generación de lodos mínima, un mecanismo de neutralización de cargas y adsorción.

Otro trabajo que lo confirma es Mera, Gutiérrez, Montes y Paz (2016) en su investigación titulada Efecto de la *Moringa oleífera* en el tratamiento de aguas residuales en el Cauca, Colombia. Universidad del Cauca. Con el objetivo de la evaluación del polvo de la semilla de la *M. oleífera* en aguas residuales como coagulante y floculante. Se trabajó con una toma de muestra mayor a 2000 NTU y agua proveniente del pelado químico de vegetales con 91.5 NTU; se empleó la prueba jarras a 130 RPM con temperatura de 21.5°C, con tiempo de agitación de 30 min en aguas de beneficio de café y 15 min en agua de pelado

químico de vegetales. se evaluó turbidez, pH, C.E., Cloruros, SS, Coliformes fecales y Totales. Se obtuvo que empleando sulfato de aluminio en 4g/600ml de agua residual de beneficio de café se obtuvo una eficiencia del 80.9% y con la M. oleífera 73.5%; para el agua del pelado químico de vegetales en una concentración 0.15g/600ml con sulfato de aluminio una eficiencia del 63.5% y con la M. oleífera se obtuvo un 66.75% de eficiencia; estableciendo que la M. oleífera tiene una mayor efectividad en mejorar diferentes parámetros establecidos en la investigación.

Al igual Ceron y Garzon (2015) describen en su investigación titulada Evaluación de la semilla de Moringa oleífera como coadyudante en el proceso de coagulación para el tratamiento de aguas naturales del río Bogotá en su paso por el municipio de Villapinzón, Cundinamarca. Universidad Libre, Departamento de Ingeniería Ambiental, Colombia. Con el objetivo de evaluar la semilla de la M. oleífera usándolo para el tratamiento del Río Bogotá como coadyudante en el municipio de Villapinzón. Se demostró que la dosis óptima de coagulante de la semilla de la Moringa oleífera es de 0.25 ml (70%) y del sulfato de aluminio es de 0.5 ml (30%) por cada 500 ml de agua tratada, también se observó que a medida que el pH tendía a ser alcalino, mejor era la eficiencia de remoción de la turbidez por la Moringa oleífera. Se obtuvo que la turbidez inicial fue 1.8 NTU, al usar como coagulante la M. oleífera con pH 8 y una dosis de 2.0 ml, se obtuvo 0.15 NTU, teniendo una eficacia en la reducción del 91.48%.

Otro aporte lo hace Contreras, Agua, Salcedo, Olivero, Mendoza (2015) en su investigación titulada El Nopal (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural complementario en la clarificación de aguas. Universidad de Sucre y Universidad del Atlántico. Se buscó evaluar el porcentaje de eficiencia del Nopal como coagulante natural complementario al  $Al_2(SO_4)_3$ . El tratamiento se realizó empleando el método de jarras y buscando analizar Turbidez, Color, STD, pH y Conductividad Eléctrica. Aplicando un 20% de mucilago de nopal como máximo y a una agitación de 200 RPM, se observó una disminución en valores de la turbidez (2 NTU), logrando una eficiencia del 50% en la remoción de contaminantes; siendo la más efectiva entre 96-98%. Se logró reducir el color a 0 UPC totalmente, para el STD valores menores a 200 mg/L. Tener en cuenta que el coagulante no afectó significativamente al pH de la muestra original y la conductividad si se observó una ligera elevación de resultados. Finalmente se puede concluir que el nopal como coagulante complementario al sulfato de aluminio demostró efectividad en la clarificación del agua.

Por otro lado, Kumar, Gopala, Sivasankar (2015) mencionan en su investigación titulada *Coagulation Performance Evaluation of Natural and Synthetic Coagulants in Waste Water Treatment*. Cuyo fin fue proponer el uso de la *Caesalpinia spinosa* (tara), *Aloe chinensis* (aloe vera – penca sábila) y *Carica papaya* (papaya) para el tratamiento de aguas turbias. La muestra fue extraída y preparada con arcilla común y tras el análisis correspondiente se tiene que la turbidez esta en 80-90-100 NTU, se empleó una dosis de 500 mg de cada coagulante – floculante natural en 1L de agua para diluir, a una velocidad de 40 RPM por 25 minutos; se obtuvieron resultados de remoción en 65.25% de turbidez usando la tara como coagulante, en 50% usando la penca sábila y 45.8% empleando la papaya.

Las descripciones de posibles tratamientos de aguas lo hacen Ramírez y Jaramillo (2015) en su investigación titulada *Agentes naturales como alternativa para el tratamiento del agua*. Universidad Militar Nueva Granada. El trabajo tiene como objetivo la revisión como base reconocer los agentes naturales y sus principales aplicaciones para el tratamiento de aguas. Como resultado del análisis se encontró que dos de los agentes naturales más empleados a nivel mundial son las *Moringa oleífera* y diferentes tipos de cactus, siendo una alternativa altamente sostenible en caso de haber poblaciones que no puedan acceder a la venta del agua por una situación socioeconómica; además, algunos de los agentes pueden usarse en el proceso de desinfección debido a su actividad antimicrobiana.

Otro tipo de agua en las que funciona este tratamiento lo mencionan Revelo, Proaño, Banchón (2015) en su investigación titulada *Biocoagulación de aguas residuales de industria textilera mediante extractos de Caesalpinia spinosa*. Universidad de Las Américas, Quito, Ecuador. Tuvo como fin la recuperación de agua residual industrial de una industria textilera mediante el uso de la *Caesalpinia spinosa*. Se determinó que empleando la *C. spinosa* o también llamado guarango o tara para tratar agua residual posee el mismo efecto estadístico que aplicando un coagulante químico como el policloruro de aluminio 15%; la Zeolita activada absorbió el color residual del agua tratada obteniendo una remoción del 90% de turbidez, a su vez el modelo matemático demostró que para encontrarse la turbidez en un rango 50-90% se tuvo que aplicar 25-45g/L de extracto de guarango y zeolita por *spinosa* produciendo 85% menos lodo que el policloruro de aluminio, y removió altos contenidos de m.o. del agua residual (1050 mg/L) en un 52%.

Del mismo modo, tratando aguas crudas mediante la coagulación lo describen Olivero, Agua, Mercado, Casas, Montes (2014) en su investigación titulada Utilización de Tuna (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas. Magister en Ingeniería de Alimentos e Ingeniería Química. Cuyo fin es la investigación de las propiedades que posee la tuna *Opuntia ficus-indica* y el alumbre como coagulantes naturales para el tratamiento de aguas del río Magdalena (Magangué – Bolívar, Colombia). Tras realizar la investigación se demostró la eficiencia que tiene el mucilago extraído de la tuna como coagulante; se debe tener en cuenta que en aguas poco turbias como fue el caso, se debe tener muy en cuenta la velocidad de agitación, ya que, de esta acción dependerá el nivel de clarificación del proceso.

Hay que resaltar la importancia de conocer el correcto uso de la Sábila (*Aloe barbadensis*) se hace conociendo todas sus propiedades y beneficios, y eso lo menciona Torres (2014) en su investigación titulada Caracterización física y mecánica de las hojas de Aloe Vera. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Con la finalidad de evaluar y describir sus características físicas y mecánicas del Aloe. Se analizó con software SPSS (ANOVA) la masa, longitud, ancho basal, ancho medio, ancho punta, espesor basal, espesor medio y espesor punta.

Una descripción de otro estudio usando la Moringa lo hacen Feria J.; Bermúdez S. y Estrada A. (2014) en su investigación titulada Eficiencia de la semilla Moringa Oleífera como coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú. Universidad Pontificia Bolivariana. Con el objetivo de evaluar la eficiencia y efectos del pH y alcalinidad, de la semilla la eficiencia de la Moringa oleífera como coagulante natural. En el río Sinú los niveles de turbidez son elevados, requiriendo químicos costosos; se implementó la Moringa oleífera como coagulante natural, una alternativa sostenible, económica y segura para la potabilización. Se realizaron 8 muestreos del río Sinú de Marzo y Abril; seleccionando, descascarando, secaron, moliendo y tamizando en una malla de 250  $\mu\text{m}$  las semillas de *M. oleífera* hasta obtener un polvo fino; la dosis va desde 2.5 mg/L hasta 30.0 mg/L en solución salina, aplicándolo en cada muestra del río Sinú. Se obtuvo una remoción de turbidez del 90% con dosis entre 4.5 mg/L y 17.5 mg/L de coagulante para una turbidez inicial mayor a 90 UNT, sin embargo, para una turbidez inicial menor a 66 UNT con una eficiencia menor entre 70% y 85%. No se registraron alteraciones en el pH y la alcalinidad posterior al tratamiento; entonces se concluyó que



el uso de la Moringa es eficaz, seguro y económico para la remoción de turbidez del agua cruda del río Sinú.

Otro coagulante que también tiene propiedades similares a la Moringa oleífera lo mencionan Olivero R.; Mercado I. y Montes L. (2013) en su investigación titulada Remoción de la turbidez del agua del río Magdalena usando el mucílago del nopal *Opuntia ficus-indica*. Universidad del Atlántico. El trabajo tuvo como fin remover la turbidez del agua del río Magdalena usando mucílago del nopal *Opuntia Ficus-índica*. A velocidad de 100 y 20 rpm en concentraciones 35 y 40 mg/L. Se empleó el método de jarras, un turbidímetro (UTN), un pHmetro y un conductímetro (uS/cm). Con análisis estadístico ANOVA, se demostró que el tipo de coagulante empleado influyo en el proceso de clarificación del agua; sin embargo, la velocidad de agitación y concentración no sufrió cambios. La turbidez del agua fue removida con alumbre 99.8%; remoción con *Opuntia* menos 93.25%.

Sumándose al estudio anterior está el uso del melón como coagulante natural, y eso lo describen Martínez S.; Suay R.; Moreno J. y Segura M. (2013) en su investigación titulada Reuse of tertiary municipal wastewater effluent for irrigation of Cucumis meloL. Instituto Valenciano de Investigaciones. Estudia el efecto del riego de aguas residuales ozonizadas en cultivo de melón. Los resultados obtenidos muestran que el riego con aguas residuales ozonizadas produce efectos similares a los del agua subterránea en las propiedades del suelo, en concentraciones de macroatmentos. A lo largo del desarrollo del cultivo, se estudiaron las características del agua, el suelo y la planta desde una perspectiva química, fisicoquímica y microbiológica. Los resultados muestran que el riego con aguas residuales ozonizadas, produce efectos similares a los del agua subterránea en las propiedades del suelo, en la concentración de macroatmentos en la hoja y fruta de melón.

Otro estudio que valida el tratamiento lo mencionan Rodríguez S.; Muñoz R.; García O. y Fernández E. (2005) en su investigación titulada Empleo de un producto Coagulante Natural para Clarificar Agua. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría". El trabajo tuvo como objetivo principal obtener un producto líquido a partir de cotiledones de Moringa oleífera Lam (MOL) en Cuba que sea estable, mantenga su efecto coagulante y no aporte al agua sustancias que afecte su composición negativamente. El coagulante químico más usado mundialmente es el Sulfato de Aluminio, específicamente en Cuba debido a sus especificaciones económicas, sin embargo, este no cubre el 100% de la demanda total. En la etapa de coagulación – floculación y tomando como base la Moringa

oleífera Lam es uno de los coagulantes que ofrece mejores resultados, se determinó cuáles son las sustancias que proporcionan la propiedad coagulante a la semilla estudiada; se obtiene un producto estable durante 90 días y se propone una tecnología para obtener el mismo.

El empleo del tratamiento a veces conlleva a la creación de lodos, entonces este estudio menciona la reducción del fósforo bajo estas condiciones, tal y como lo describen Nakajima, Mishima (2004) en su investigación titulada Reduction of coagulant amount added to activated sludge for phosphorus removal. Water Science & Technology. Tiene como objetivo la reducción de la cantidad de coagulante agregado a los lodos activados para eliminar el fósforo. Usualmente para dar estabilidad en la remoción de cualquier parámetro – en este caso es el fósforo – se le agrega un coagulante en el proceso de lodo activado, sin embargo, los mecanismos de reacción aún no son bien conocidos; se podría decir que al insertar un nuevo modelo de eliminación de fósforo (PRM) se puede describir el comportamiento del fósforo y coagulante en el proceso. La cantidad de adición de coagulante al proceso varía en torno a la mejora en la reducción del fósforo biológico, se sugiere que la cantidad se determine empleando PRM.

En el ámbito nacional Cabrera (2019) describe en su investigación titulada Formulación de una mezcla constituida por semillas de moringa (*Moringa oleífera*) y sulfato de aluminio, para ser usada en el proceso de coagulación – floculación en el tratamiento de agua residual. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. El objetivo fue determinar la formulación óptima de la mezcla compuesta por semilla de moringa y sulfato de aluminio para obtener una eficacia en el tratamiento proveniente de la destilería de Cobre. Se empleó el método de jarras y 11 L de agua sin tratar a un pH inicial de 6.5; tras la implementación del tratamiento se determinó que la dosis óptima fue de 0.6 g de  $Al_2(SO_4)$  y 0.4 g de semilla de Moringa, el pH óptimo de 8.26 y una temperatura de 26°C, habiendo una reducción en turbidez inicial de 73 UNT a 6.5 UNT, DBO de 582 ppm a 396 ppm y DQO de 1213 ppm a 985 ppm, cumpliendo así el D.S. 021-2009-VIVIENDA.

El estudio remediando DBO, DQO y Coliformes empleando Aloe lo describe Córdova (2018) en su investigación titulada Eficiencia del Aloe barbadensis miller en la reducción de Turbidez, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Coliformes Totales en aguas residuales del matadero de aves “San Francisco” – Comas 2018. Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Teniendo como objetivo determinar la eficacia del Aloe barbadensis miller en el tratamiento de aguas residuales del matadero

de aves “San Francisco”. Se sabe que el volumen del agua utilizada en el matadero es de 400 L/día aproximadamente; la extracción del coagulante se realizó del corte de 3 mm aprox. de la penca y con un previo remojo de más de 12 h para la extracción del muestra sin yodo; los parámetros a analizar fueron el DBO5, DQO, SST, Turbidez y Coliformes Totales, obteniendo resultados del 99% de Turbidez, 83.3% en DQO, 91.8% en SST y 99.8% en Coliformes Totales, llegando a la conclusión que la especie *Aloe barbadensis miller* es eficiente en el tratamiento de aguas residuales.

Es importante conocer la descripción de la capacidad de floculantes, y eso lo describen Choque D.; Choque Y.; Solano A. y Ramos B. (2018) en su investigación titulada Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua. Universidad Nacional José María Arguedas, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y Universidad Tecnológica de los Andes. Con el objetivo de evaluar la capacidad del floculante del *Echinopsis pachanoi*, *Neoraimondia arequipensis* y *Opuntia ficus* para el tratamiento del agua residual artificial. Con dosis de 1%, 2% y 3% del coagulante. Póstumo al tratamiento el valor del pH se incrementó de un 6.61 como valor inicial a un 7.58 final, mientras que la dureza y alcalinidad no mostraron una diferencia significativa, el DBO del agua con coagulante si presentó aumento con el porcentaje de aplicación.

Otro estudio que contribuye a la efectividad del uso de coagulantes naturales lo menciona Meza (2018) en su investigación titulada Eficiencia del coagulante natural *Hylocereus lemairei* (penca) con cloruro de sodio, agua destilada, en el tratamiento de aguas residuales domésticas para riego Los Olivos, 2018. Universidad César Vallejo, Lima Perú. Con el fin de evaluar un coagulante alternativo y natural extraído de una penca para el tratamiento de aguas residuales domésticas con el fin de darle un reúso en riego de áreas verdes. Se realizó una prueba de jarras, teniendo como indicador inicial la turbidez para determinar las dosis correctas, a su vez, analizar DBO5, DQO, SST, C.E. y Potencial Redox; la T °C y el pH fue medido in situ, la prueba se realizó con una concentración de coagulante de 3ml y se obtuvo una eficiencia del 74.27% de remoción.

Del mismo modo Vargas (2018) menciona en su investigación titulada Comparación de la capacidad coagulante del *Opuntia ficus indica* mill de tres departamentos para el tratamiento de aguas del río Chillón – AA.HH. Santa Cruz del Norte – Lima 2018. Universidad César Vallejo, Lima, Perú. El objetivo fue la determinación de cuál de los tres departamentos el *Opuntia Ficus Indica* Mill tiene mayor capacidad de coagulación en aguas del río Chillón. Se empleó el método de test de jarras para analizar Turbidez y

Color; las pencas fueron tomadas de Ayacucho, Ancash e Ica para su respectivo uso en el tratamiento. Tras el análisis realizado se determinó que la penca extraída de Ancash tuvo un mayor porcentaje en la reducción de contaminante con el 94.42% de eficacia, a diferencia de las extraídas de Ayacucho e Ica con el 92.32% y 91.79% respectivamente, todo ello en referencia a la turbidez; ahora para el Color se concluyó que la penca traída de Ancash tuvo mayor porcentaje de reducción con 69.33%, a diferencia de las extraídas de Ayacucho con 48.32% e Ica con 51.32% de reducción.

Sumado a lo anterior, Villacrez (2018) describe la eficiencia del uso de la sábila en su investigación titulada Eficacia de un coagulante a base de aloe vera para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas. Moyobamba, 2018. Universidad César Vallejo, Lima Perú. Con el propósito de presentar y describir la problemática que repercute en la ciudad de Moyobamba en referencia al manejo de sus aguas residuales, obteniendo como resultado una remoción óptima del contaminante y mostrando una mejora significativa del agua residual con el análisis realizado para evaluar el DBO, DQO, A y G, SST, Turbiedad, pH y T °C.

Otra zona remediada fue en Chorrillos empleando la Moringa oleífera, tal como lo describe Alfonzo (2017) en su investigación titulada Eficacia de la semilla “Moringa oleífera Lam.” Como coagulante para reducir Coliformes termotolerantes en los Pantanos de Villa – Chorrillos, 2017. Universidad César Vallejo, Lima, Perú. La investigación tuvo como objetivo evaluar la eficacia de la semilla Moringa oleífera como coagulante para reducir Coliformes termotolerantes. Se empleó el método de jarras, usando dosis de 0.5 ml y 1 ml en dosis de Moringa; el tratamiento se desarrolló de dos maneras, la primera dosis baja (0.5 ml) a tiempo de 3 minutos y a una velocidad de 300 RPM, y la segunda dosis alta (1 ml) a tiempo de 6 minutos y a una velocidad de 350 RPM; obteniendo resultados que la dosis de 0.5 ml fue de más efectiva, ya que, se redujo en un 80% y se determinó también que se trabajó mejor a una velocidad de 300 RPM con un tiempo de 3 minutos, reduciendo de 2400 NMP/100ml a 1000 NMP/100ml de escherichia coli.

Validando lo anterior está el trabajo de Alvarez (2017) en su investigación titulada Tratamiento de las aguas superficiales mediante el uso del a semilla Moringa (Moringa Oleífera) como coagulante orgánico en la cuenca baja del río Chillón – Carabayllo 2017. Universidad César Vallejo, Lima Perú. Teniendo como objetivo la evaluación del tratamiento de aguas superficiales mediante la implementación de la Moringa Oleífera como coagulante orgánico para la reducción de los parámetros físicos y químicos en la

cuenca del río Chillón. Obteniendo de una preparación de 10000 mg/L de solución con variación en concentraciones de 10 mg/L, 15 mg/L, 20 mg/L, 30 mg/L y 40 mg/L en 1L de agua del río Chillón, posterior a ello se realizó la prueba de jarras con una mezcla de 150 RPM durante 2 minutos, luego una mezcla a 30 RPM por 30 minutos y pasó a sedimentarse por 30 minutos, obteniendo como resultado una dosis de 15 mg/L. Obteniendo como datos iniciales 7.50 pH, 1261 uS/cm C.E., 19.2°C y 589 UNT; y datos finales de 7.54 pH, 1079 uS/cm C.E., 19.1°C y 17.3 UNT, con una eficiencia del 27.41% de C.E. y 97.06% de Turbidez, llegando a la conclusión que el T2 tuvo mejor efectividad.

También se estudió la eficiencia del uso del aloe junto al opuntia ficus, como lo menciona Razuri (2017) en su investigación titulada Disminución del contenido de la DBO5 y la DQO mediante coagulantes naturales (Aloe Vera L. y Opuntia ficus indica) en las aguas del canal de regadío E-8 Chuquitanta – San Martín de Porres. Universidad César Vallejo, Lima Perú. Con el fin de evaluar la reducción de DBO5 y DQO en aguas de regadío usando coagulantes naturales, esto dado a que el agua de la zona se caracteriza por tener un alto contenido de materia orgánica, el cual puede ser la evidencia de los altos niveles de DBO5 y DQO; mediante la realización de 3 tratamientos (Aloe Vera L., Opuntia ficus indica y Aloe Vera L. + Opuntia Ficus indica) a concentraciones de 600, 700 y 800 mg/L respectivamente, determinando que el T3 tuvo una mejor eficiencia en la reducción del DBO5 y DQO, siendo del 80.64% y 90.11% respectivamente.

A su vez, el estudio de Rivera (2017) describe en su investigación titulada Uso de Moringa Oleífera y Carbón activado para el mejoramiento de la calidad del agua residual de lavado vehicular en el distrito de San Martín de Porres – Lima 2017. Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Teniendo como objetivo determinar la remoción de contaminantes en el agua residual de lavado vehicular usando la Moringa Oleífera y Carbón Activado para mejorar su calidad y cumplir la normativa vigente. La toma de muestra se realizó de un centro de lavado vehicular en S.M.P. con mediciones de campo de pH y T °C, con un posterior análisis en laboratorio de Turbidez, SST, DBO5, DQO, A y G e hidrocarburos; mediante el método de jarras se determinó una dosis de polvo de semillas de Moringa oleífera de 140 mg/L para una reducción del 95% en una mezcla de 120 RPM en 10 minutos, mezcla lenta de 60 RPM por 30 minutos y con una sedimentación de 60 minutos. De la misma manera se realizó para la filtración con carbón activado, obteniendo una eficiencia en la reducción del 98% Turbidez con 2.5 NTU promedio, 97% en SST, 98% en DBO5, 97% en DQO, 99% en aceites y grasas y un 63% en hidrocarburos, cumpliendo

con los valores máximos admisibles (VMA) para aguas residuales no domésticas al alcantarillado.

El tratamiento de otro tipo de aguas demuestra la versatilidad de los coagulantes naturales, tal como lo describe Mejía (2016) en su investigación titulada Uso de la Moringa oleífera Lam. (MORINGACEAE) como coagulante natural para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas. Universidad César Vallejo, Lima Perú. Teniendo como objetivo la evaluación de un coagulante alternativo natural extraído de la semilla de la Moringa oleífera, el cual pueda sustituir a los coagulantes químicos. Obteniendo una eficiencia en remoción empleando el coagulante natural del 87.3% en turbidez, 88.8% en SST; respecto al coagulante químico con una reducción del 92% de turbidez y 94.5% de SST; a su vez se recomienda emplear la semilla de Moringa con extracto de Cloruro de Sodio 1N con una concentración del 3% (p/v), en consideración a la cantidad de aplicación y resultados.

A su vez Moreno (2016) explica la relación entre el aloe, opuntia y Caesalpinia, mostrando su efectividad en el tratamiento de aguas superficiales en su investigación titulado Disminución de la turbidez del agua del río Crisnejas en la comunidad de Chuquibamba – Cajabamba utilizando Opuntia ficus indica, Aloe vera y Caesalpinia spinosa. Universidad César Vallejo, Lima Perú. Con el fin de evaluar el grado de remoción de turbidez en el río Crisnejas empleando el Opuntia ficus indica, Aloe vera y Caesalpinia spinosa. Tuvo una durabilidad de 9 meses, empleando 108 L de agua, usando el método de jarras B-KER y el uso de un Turbidímetro portátil HI 93703 C, obteniendo una eficiencia en la remoción del 61.09% en turbidez usando la Opuntia ficus indica, un 48.47% con la Caesalpinia spinosa y un 42.48% empleando el Aloe vera.

Sumándose a los estudios anteriores Vela (2016) describe en su investigación titulada Disminución de la turbidez utilizando coagulante natural Moringa oleífera en aguas obtenidas del río Alto Chicama, puente Ingón, Trujillo 2016. Universidad César Vallejo, Lima Perú. Con el objetivo de disminuir la turbidez inicial de 297 NTU del río Alto Chicama, en concentraciones 15 ml, 18 ml, 20 ml y 25 ml, a velocidades de 200 rpm (2') con 60 rpm (15'), 300 rpm (2') con 80 rpm (15') y 300 rpm (15') con 600 rpm (2'), todo ello empleando la Moringa oleífera; se utilizó un test de jarras para cambiar las velocidades de agitación, obteniendo como resultado final la reducción en un 93.10% el nivel de la turbidez, resultando eficaz el uso del coagulante natural.

Como bien se conoce, el Fósforo es un nutriente natural presente en los ecosistemas acuáticos, ayudando en el crecimiento de algas y plantas marinas, los cuales sirven de alimento para la fauna acuática. Sin embargo, cuando este “nutriente” se excede en la naturaleza comienza a causar problemas ambientales, problemas en la salud y por ende un impacto en la economía. En su mayoría esta contaminación se da por acción del hombre, por el uso de pesticidas, fertilizantes, conservas, mascotas, etc. Cabe mencionar que esta agua contaminada, por método de infiltración, llega a ríos o riachuelos subterráneos, extendiéndose así la contaminación.

La especie *Moringa oleífera* es la más conocida del género *Moringa*, oriundo del sur del Himalaya, se puede encontrar en gran parte del planeta y se le conoce con nombres diversos, tales como: Acacia, Palo jeringa, Jazmín francés, entre otros; la planta se caracteriza por la adaptabilidad edafoclimática y por sus múltiples usos. Es un árbol que puede llegar a medir 12 m de altura, con hojas compuestas y en grupos de folíolos; las hojas son alternas tripinadas con una longitud de 30 – 70 cm. Es poco longevo que puede vivir hasta 20 años; es una especie de crecimiento rápido aportando variedad de nutrientes al suelo, además de protegerlo de factores externos como la erosión, desecación y las altas temperaturas. (Toral, Cerezo, Reino y Santana, 2013, p.3)

La *Moringa* crece hasta los 1400 m.s.n.m., en un rango de pH entre 4 – 8, a excepción de suelo arcilloso pesado, prefiriendo suelos neutros o ligeramente ácidos. Sin embargo, se ha encontrado países como Puerto Rico, El Salvador, Honduras, Guatemala, Costa Rica, Panamá y Belice se encuentran en zonas con temperaturas entre 6°C y 38°C siendo esta planta resistente al frío solo por corto tiempo, dado que la planta en temperatura menores a 14°C no florece y se reproduce mediante estacas.

La OMS indica que los frutos en cápsulas trilobuladas, dehiscentes de 20 – 40 cm de longitud; los frutos pueden llegar a contener entre 12 – 25 semillas, siendo de forma redonda y color castaño oscuro con tres alas blanquecinas. En promedio cada árbol puede llegar a producir entre 15000 – 25000 semillas por año. (FAO/OMS, 2005, p.15)

Visualizar la Figura 3 para un detalle más amplio de las propiedades de la *Moringa oleífera*.

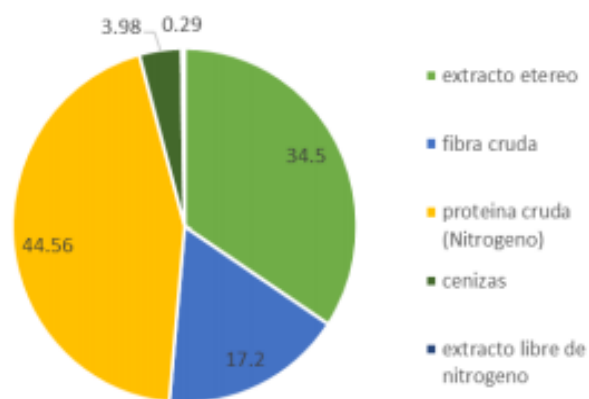


Figura 3: Propiedades de la Moringa. Gómez (2013)

Entre sus propiedades físicas está la Universidad Nacional de Trujillo Anticona S. Isidro (2017) quienes realizaron una caracterización físico-química de la hoja, corteza y fruto seco de la moringa, donde se determinó el % de humedad, proteína, fibra, pH y % de ceniza, obteniendo los siguientes resultados. Ver Figura 4

	Hoja	Corteza	Fruto seco
% Humedad	76.98%	72.88%	85.97%
% proteínas	9.07%	8.73%	13.61%
% fibra	2.56%	1.83%	2.55%
% ceniza	1.60%	1.13%	1.62%
pH	6.215	5.807	5.439

Figura 4: Tomado de Caracterización físico-química de la moringa oleífera, San Isidro, Anticona (2017)

Alguno de los usos de la moringa oleífera es un árbol usado en múltiples ámbitos como abono verde, dado que puede proveer grandes cantidades de nitrógeno al suelo; en el tratamiento de aguas, puede ser usado en tratamientos de coagulación, esto debido a que de la semilla puede ser extraído un coagulante natural tipo polielectrolito con función aniónica y catiónica, el cual sirve para purificar el agua y sedimentar partículas orgánicas, también son empleadas para cosechar algas en aguas residuales, empleada en la industria de jugos y pulpas debido a su capacidad para flocular y sedimentar, igualmente empleado en la industria cervecera por su capacidad coagulación-floculación para la eliminación de levaduras, en la producción de etanol y biodiesel debido a su alto contenido de aceites (30-47%), además de su alto contenido oleico lo cual es adecuado para obtener biodiesel, también empleado en la industria de maquinarias finas y pinturas de textiles, alimentación, medicina, cosmética, entre otros. (García, Martínez y Rodríguez, 2013, p.3)



El Aloe barbadensis es una planta con alrededor de 360 especies diferentes, familia de los asfodeláceas y liláceas y alcanza tamaños de 50 cm, su composición química está constituida por una mezcla de antraquinonas, vitaminas, minerales, carbohidratos, enzimas, aminoácidos, lípidos y compuestos orgánicos; se caracteriza por poseer en su interior una sustancia viscosa llamado gel o mucílago, el cual está localizado en la parte central de la hoja y representa entre el 65 – 80 % de su peso, determinando que contiene más de 130 compuestos en distintas cantidades, entre ellas la manosa, glucosa, galactosa, etc. Cabe resaltar que el acemanano ( $\beta$ -(1-4)-manano O-acetilados) por su componente activo se considera un interesante compuesto para el tratamiento de aguas, siendo este un polisacárido mucilaginoso. Ver Figura 5

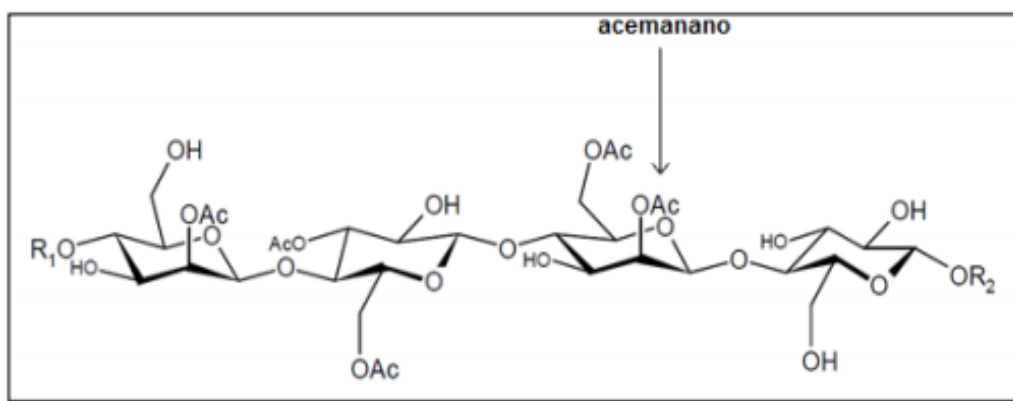


Figura 5: Estructura química del polisacárido (Acemanano)

La coagulación es un proceso químico usado en el tratamiento de aguas, siendo su principal acción la desestabilización de coloides, las cuales se producen al neutralizar las fuerzas que los separan, esta desestabilización sucede gracias a que se le adicionan un coagulante químico u orgánico, y energía para el mezclado. Este proceso se da en el tratamiento de aguas y es de gran importancia, ya que la dosificación del coagulante determinará qué tan eficaz puede llegar a ser el tratamiento y desestabilizar coloides, siendo el peso equivoca generará mayores costos y llevará a una degradación aún mayor de la calidad del agua.

Visualizar las Figuras 6 y 7, para una mejor visualización del proceso de coagulación y sus respectivas fases:

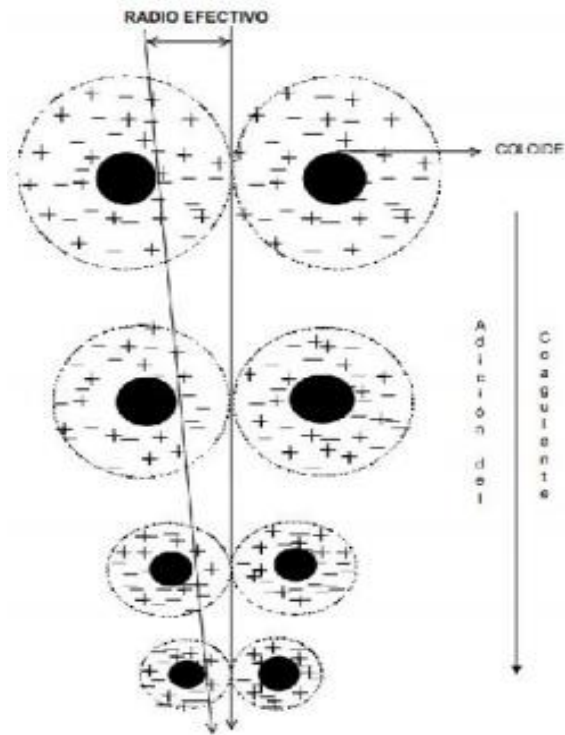


Figura 6: Uso de sustancias químicas para la anulación de cargas eléctricas de la superficie del coloide permitiendo que las partículas coloidales formen flóculos. SEDAPAL (2000)

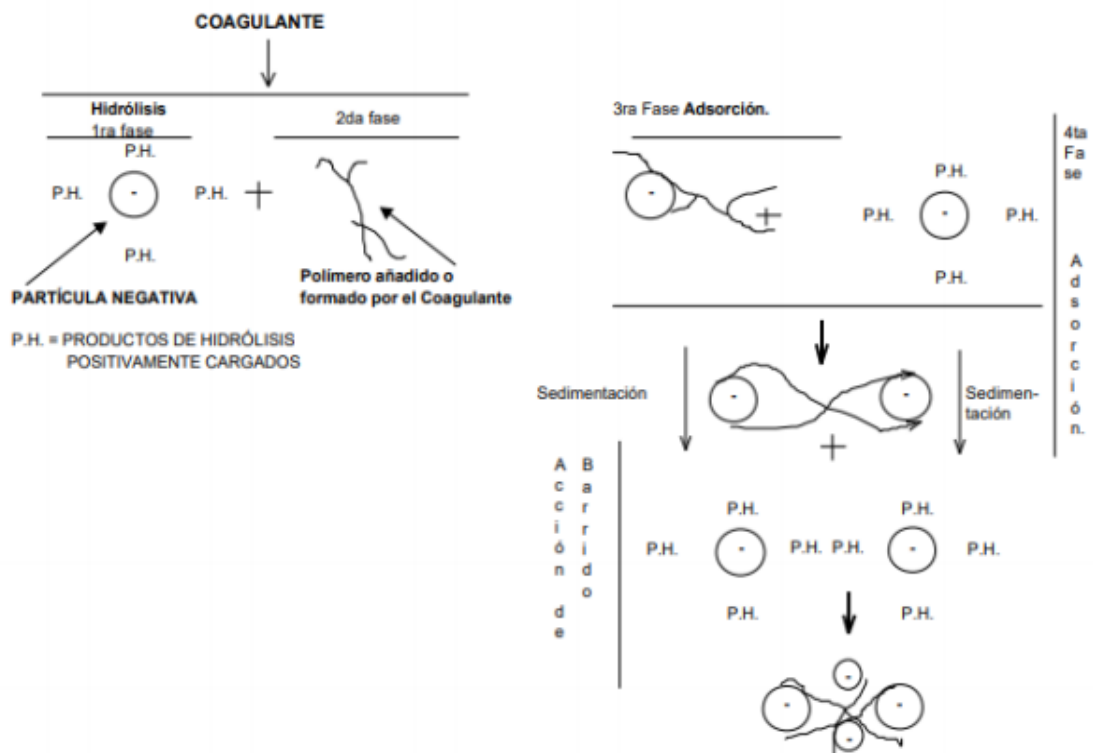


Figura 7: Fases de coagulación. Andia (2000)

Las partículas coloidales son partículas de un muy bajo diámetro, las cuales son responsables de la turbidez o del color del agua en su mayoría, dado que la sedimentación es baja, la mejor manera de mejorar este hecho es adicionando un coagulante y floculante. Las partículas rondan entre  $10^{-9} - 10^{-5}$  mm y su comportamiento depende de su naturaleza y origen.

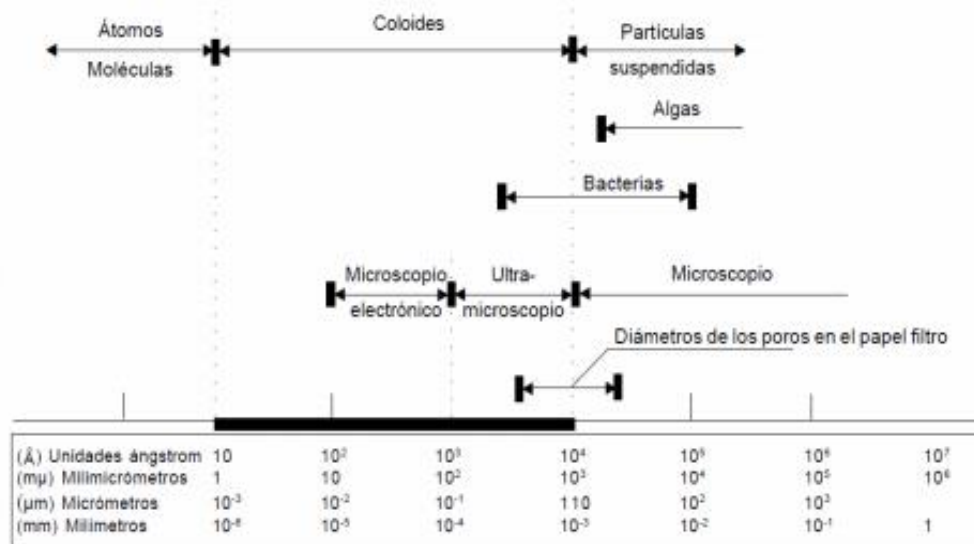


Figura 8: Centro de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (2004)

Respecto al ámbito legal tenemos a la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338); esta ley regula el uso y gestión integrada del agua superficial, subterránea, continental y de bienes asociados; debiendo ser de buena calidad y contar con una distribución equitativa, teniendo en cuenta su valor social, económico y ambiental, con una participación activa de la población. Planificando una gestión del agua a fin de proteger la cantidad y calidad de esta, y así contribuir al desarrollo local y futuro.

Teniendo la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611); el Ministerio de Justicia, junto al Consejo Nacional del Ambiente y la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental trabajaron en la edición de la presente ley, haciendo incidencia en garantizar la existencia de ecosistemas saludables y el desarrollo en la sostenibilidad del país, con ayuda de la prevención, protección y recuperación del medio ambiente, como también la conservación de los recursos renovables y no renovables de manera responsable, contando con la mejora de la calidad de vida de las personas.

A su vez, el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM establece la necesidad de representar las diversas categorías del ECA y sus LMP correspondientes, donde la Autoridad Nacional del Agua verifica el cumplimiento de la norma y la Dirección de

Calidad y Evaluación de Recursos hídricos, aprobada por el Decreto Supremo N° 018-2017-MINAGRI, se encarga de evaluar los resultados del monitoreo de la calidad de ñas fuentes naturales del agua.

Después de los descrito con anterioridad y de acuerdo a la problemática ambiental se planteó como Problema General; ¿De qué manera el uso de la Moringa oleífera y el Aloe barbadensis como coagulantes ayudarán al tratamiento de aguas residuales bajo condiciones de laboratorio Ninabamba – Cajamarca?, desglosando a partir de ello los Problemas Específicos, el primero se describe ¿De qué manera el uso de la Moringa oleífera ayudará al tratamiento del agua residual?, el segundo es ¿De qué manera el uso del Aloe barbadensis ayudará al tratamiento del agua residual? y el tercero ¿De qué manera el uso de la Moringa oleífera y el Aloe barbadensis ayudarán al tratamiento del agua residual?.

Por otro lado, el motivo de la investigación es la presencia de contaminante en el agua residual doméstica en el área de estudio, por tanto, se decidió implementar un tratamiento a base de coagulantes naturales (Moringa oleífera y el Aloe barbadensis) para reducir la presencia de Fósforo Total en la localidad de Ninabamba, Santa Cruz, Cajamarca. Huang, Feng, Ni, Xie, Li (2018) mencionan que tras implementar el sulfato férrico polimérico como agente removedor de fósforo total, observándose una efectividad del tratamiento en un 86%.

La técnica de remoción de contaminante en aguas residuales domésticas implica ventajas económicas, si el tratamiento cuenta con la efectividad necesaria, y en consecuencia se podrá hacer un reúso del agua en temas agrícolas, ello dependerá del fin al que se quiera dar, todo ello será establecido bajo las normativas ambientales, ECA's y LMP.

Para responder a las preguntas de la investigación, se formuló como Objetivo General Determinar de qué manera el uso de la Moringa oleífera y Aloe barbadensis como coagulantes ayudará al tratamiento de aguas residuales bajo condiciones de laboratorio Ninabamba – Cajamarca. Los objetivos específicos fueron Determinar de qué manera la Moringa oleífera ayudará al tratamiento del agua residual; Determinar de qué manera el Aloe barbadensis ayudará al tratamiento del agua residual, y por último Determinar de qué manera la Moringa oleífera y el Aloe barbadensis ayudarán al tratamiento del agua residual.

Respecto a lo anterior, se formuló la Hipótesis General, El porcentaje de eficacia de la semilla de Moringa oleífera y del Aloe barbadensis reduce la presencia de Fósforo en un 86% en aguas residuales bajo condiciones de laboratorio Ninabamba – Cajamarca. Con sus Hipótesis Específicas, siendo el primero El porcentaje de eficiencia de la Moringa oleífera es de un 87%, la cual ayudará al tratamiento del agua residual; el segundo El porcentaje de eficiencia del Aloe barbadensis es de un 72%, la cual ayudará al tratamiento del agua residual, y finalmente El porcentaje de eficiencia de la Moringa oleífera y el Aloe barbadensis es de un 99%, la cual ayudará al tratamiento del agua residual.

## II. MÉTODO

### 2.1 Tipo y diseño de la investigación

El trabajo presenta un tipo de investigación aplicada, con enfoque cuantitativo, con pre y post prueba, de nivel explicativo; dado que se manipularán las variables, con el objetivo de estudiar los efectos de la técnica empleada.

#### Definición de Variables:

Variable Dependiente: Tratamiento de aguas residuales

La generación de aguas residuales es un residuo que siempre será generado por la presencia de la actividad humana, sin embargo, se está buscando métodos que reduzcan este factor y pueda ser reusado e incorporado a la vida humana.

Variable Independiente: Coagulación Natural con Moringa oleífera y Aloe barbadensis

La coagulación es un tipo de tratamiento ya empleado con anterioridad, sin embargo, el uso de químicos para este propósito es aún vigente; se está buscando alternativas que cumplan los mismos alcances que un coagulante químico, empleando insumos naturales tales como el uso de la Moringa oleífera y el Aloe barbadensis.

Operacionalización de Variables

<u>Variables</u>	<u>Definición Conceptual</u>	<u>Definición Operacional</u>	<u>Dimensiones</u>	<u>Indicadores</u>	<u>Unidad de Medida</u>
<b>Independiente</b>  Coagulante natural Moringa oleifera y Aloe barbadensis	Árbol perteneciente a la familia Morigaceae, con origen en la india de estribaciones meridionales del Himalaya, en la actualidad se cultiva en todas las regiones del mundo, esta puede crecer en condiciones de escasez de agua. (Martin, 2013)  La planta de Aloe vera es originaria de África, también conocida como sábila; con tallo corto cubierto de hojas. Las hojas miden 40-50 cm por 5-8 cm aproximadamente; dentadas en el margen, con dientes de unos 2 mm, gruesos y duros. (Vega, 2015)	Para determinar la efectividad de los coagulantes naturales Moringa oleífera y Aloe barbadensis, se concluyó que las mejores concentraciones fueron de 500 mg/L, 800 mg/L y 1000 mg/L, éstas se aplicaron por cada tratamiento realizado, es decir, T1, T2 y T3. También se tuvo en cuenta las características del tratamiento, desarrollándolo en 2 tiempos y velocidades diferentes, una rápida y otra lenta.	Concentración del coagulante natural	Dosis	mg/L
			Características del tratamiento	Tiempo de Sedimentación	Minutos
				Velocidad de Agitación	RPM
<b>Dependiente</b>  Tratamiento de aguas residuales	Las aguas residuales son un recurso desaprovechado, si estas aguas fueran tratadas se tendría un reingreso del agua en un 80%, para el usode diversas actividades, tales como riego y lavado de animales. (Gálvez, 2015)	Los parámetros físicos y químicos son factores determinantes para la reducción en el tratamientos de aguas residuales, realizando su análisis respectivo en laboratorios específicos.	Parámetros Físicos	Conductividad	us/cm
				pH	---
				Temperatura	°C
				Turbidez	NTU
			Parámetro Químico	Fósforo	mg/L

## 2.2 Población, muestra y muestreo

### 2.2.1. Población

El distrito de Ninabamba pertenece a la provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca, en la zona norte central del Perú, encontrándose a una altitud 2175 m.s.n.m. La población fue tomada de una casa de la zona con coordenadas UTM Zona 17M E 0745796 / N 9260574. Esta vivienda es alimentada por el río Santa Rosa, con un consumo aproximado de 9 m<sup>3</sup>/mes.

### 2.2.2. Muestra

Se tomaron 12 L de agua residual doméstica de la casa seleccionada, con la cual se desarrolló la implementación del tratamiento.

### 2.2.3. Muestreo

Para el desarrollo de la investigación se empleó el tipo de muestreo no probabilístico, muestreo por juicio, ya que se determinó la mejor accesibilidad y disposición de la casa en la zona de Ninabamba, seleccionando la población en base al conocimiento de la problemática ambiental del lugar y juicio profesional.

## 2.3 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

El método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, confiable y válido de comportamientos y situaciones a través de un conjunto y subcategorías. (Hernández [et. al], p.260, 2014)

### 2.3.1 Técnica de recolección de datos

Para la investigación se empleó la técnica de observación directa del fenómeno, registrando los datos obtenidos tras la aplicación del tratamiento, es decir, se observará el cambio producido al aplicar la Moringa oleífera y Aloe barbadensis como aporte de la investigación. La técnica de investigación científica se describe como la descripción de los datos en condiciones controladas por el investigador, ya que estos pueden manipular las variables.

### 2.3.2 Instrumentos de recolección de datos

Ficha de observación, donde se registra y analiza los indicadores que ayudaron a la investigación, tales como las características del tratamiento y concentración de los



coagulantes naturales, el cual se realizó en el laboratorio de Fisicoquímica de la Universidad César Vallejo. Ver Anexo 2

### 2.3.3 Validez y Confiabilidad del Instrumento

La validez del instrumento fue evaluada mediante tres expertos conocedores del tema, los cuales evaluaron la presente investigación considerando la coherencia y objetividad de la recopilación de datos de las dimensiones con un porcentaje del 90% de validez.

La confiabilidad es un instrumento de medición que describe el grado de repetición del mismo individuo produciendo resultados iguales (Sampieri, 2013); en el trabajo de investigación se ha medido los indicadores con el mismo instrumento en diferentes concentraciones y se obtuvo resultados similares, demostrando así la confiabilidad del instrumento usado.

## 2.4 Descripción del procedimiento

### 2.4.1 Selección de unidad de análisis

El área seleccionada pertenece al distrito de Santa Cruz en la zona de Ninabamba-Cajamarca, con coordenadas UTM (E 0745796 N 9260574), zona 17M; la vivienda comprende a una unidad familiar con 3 personas, escogiéndola por la disponibilidad y accesibilidad en la zona. A su vez se tiene en cuenta que la vivienda se alimenta del río Santa Rosa, con un consumo aproximado de 9 m<sup>3</sup>/mes, de los cuales 50% tendrá como destino final ser un agua residual doméstica. Visualizar fotografía 1



*Fotografía 1: Vivienda seleccionada*

Se consideró que el flujo del agua en la vivienda es de 9 m<sup>3</sup>/mes aproximadamente. A su vez se encontró que la disposición final del efluente de la casa es en el 4.5 m<sup>3</sup>/mes aproximadamente, alterando así la utilización del agua para regadío o toma de agua de

amínales de la población río abajo. Entonces, lo que se busca es que el recurso sea reaprovechado para fines de riego, evitando así que el agua contaminada se mezcle y dañe a la población aledaña, permitiendo un aprovechamiento más limpio y saludable.

Ver la Figura 9 para una mejor descripción del LMP requerido:

Parámetros	Unidad de medida	C1	C2	C3	C4
		Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>					
Aceites y Grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3

*Figura 9: Categoría 2 – Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales, Ministerio del Ambiente, SINIA (2017)*

Posterior al muestreo se trasladó la muestra al laboratorio de la universidad, donde se dio comienzo al tratamiento del agua, posterior a ello, las muestras fueron llevadas a un laboratorio acreditado por INACAL, el cual determine la concentración de fósforo en el agua inicial y final.

En la Fotografía 2 se observa el resumen del tratamiento del agua pre-post tratamiento.

#### Inicio del Tratamiento



## Final del Tratamiento



*Fotografía 2: Antes y después del tratamiento del agua residual doméstica*

A continuación, en la Fotografía 3 se observa, en términos generales, el proceso de análisis de los parámetros físicos, para más detalle ver Anexo 1.



*Fotografía 3: Tratamiento resumen del agua en instalaciones de la Universidad César Vallejo, laboratorio de Fisicoquímica*

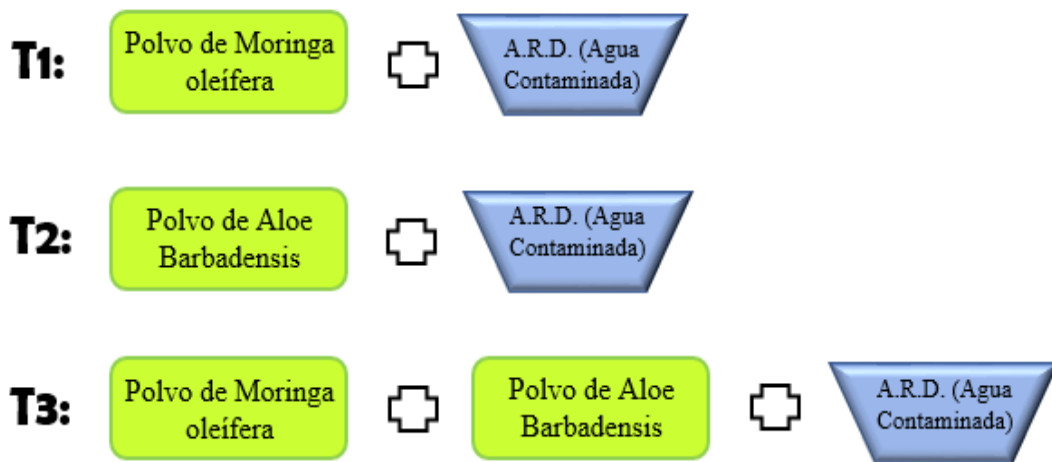
La Fotografía 4 muestra el ingreso de las muestras en el área de recepción de muestras del laboratorio; siendo la imagen de la izquierda la primera muestra tomada, es decir, antes del tratamiento, y la imagen de la derecha es el ingreso de las muestras post tratamiento, siendo tres por los tres tipos de tratamientos empleados. Esto fue entregado junto a su cadena de custodia correspondiente; cabe mencionar que para la preservación de muestras se empleó el preservante  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , el cual fue entregado por el laboratorio seleccionado junto a los frascos.



Fotografía 4: Ingreso de muestras en laboratorio acreditado

*Diseño del proceso de tratamiento del agua residual doméstica mediante la implementación de coagulantes naturales:*

Se realizaron los tratamientos respectivos mediante el uso Moringa oleífera y Aloe barbadensis, describiendo los tipos de uso de los coagulantes naturales:



Nota

A.R.D.: Agua residual doméstica

#### 2.4.2 Materiales y Equipos

La adquisición y empleo de los materiales fueron proporcionados por la Universidad César Vallejo y el laboratorio escogido. Ver Anexo 1

Los materiales utilizados para la toma de muestra fueron:

- Cooler
- Balde
- Botella de 500 ml
- Guantes de Nitrilo
- Plumón indeleble
- Preservante H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

A su vez, los materiales utilizados para el tratamiento del agua residual doméstica fueron:

- Hojas de Aloe barbadensis
- Semillas de Moringa oleífera
- Vaso precipitado
- Mortero
- Espátula
- Cápsulas
- Horno
- Bagueta
- Balanza analítica
- Test de jarras
- Turbidímetro
- Multiparámetro

#### 2.4.3 Metodología para determinar la eficiencia

Para determinar el porcentaje de eficacia, y medir los resultados obtenidos de los tratamientos mediante la implementación de los coagulantes naturales, se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Eficacia (\%)} = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Donde:

C<sub>i</sub>: Concentración inicial

C<sub>f</sub>: Concentración final

#### 2.4.4 Procedimiento del tratamiento

##### *Acondicionamiento de los coagulantes naturales*

A continuación, se muestran los pasos que se realizaron luego de la obtención de los coagulantes naturales (*Moringa oleífera* y *Aloe barbadensis*), para posteriormente pasar al tratamiento del agua residual doméstica:



Proceso de la semilla *Moringa oleífera*. Ver Fotografía 5



*Fotografía 5: Pelado, corte y secado de la semilla *Moringa oleífera**

Proceso de la hoja Aloe barbadensis. Ver Fotografía 6



Fotografía 6: Pelado, corte y secado de la hoja Aloe barbadensis

Los parámetros de campo como la temperatura, pH, turbidez y conductividad, fueron analizados en el laboratorio de la Universidad César Vallejo. Registrando los datos obtenidos en la ficha de observación, para su respectivo almacenamiento y análisis.

*Determinación de las concentraciones y tiempo a implementar*

A) Dosis de los coagulantes

El trabajo se desarrolló con 3 tipos de dosis diferentes, pero empleado las mismas concentraciones para ambos coagulantes, y así no se genere algún cambio al momento de realizar alguno de los tratamientos de coagulación.

		Dosis
T1	Moringa oleífera	500 mg/L 800 mg/L 1000 mg/L
T2	Aloe barbadensis	
T3	Moringa oleífera + Aloe barbadensis	

B) Velocidad de agitación y Tiempo de sedimentación

Se trabajó a 2 velocidades y en 2 tiempos diferentes:

			Tiempo
Velocidad	Alta	100 RPM	30 min
	Baja	30 RPM	10 min

Después de cada agitación se pasó al reposo de las muestras durante 3 horas aproximadamente.

## 2.5 Método de análisis de datos

Se realizó un análisis descriptivo, Hernández (2006) menciona que es un método encargado de recolectar datos, tras la aplicación de alguna técnicas o instrumento estadístico, teniendo en cuenta la variabilidad de los datos, que posteriormente serán analizados.

El procesamiento de datos se dará con el uso del software SPSS Statistics, para analizar la Normalidad, encargado de verificar la distribución de datos, y el T-student para muestras relacionadas, encargado de evaluar la significancia y veracidad de la hipótesis, además del uso del software Microsoft Excel para la representación de datos en tablas y barras.

## 2.6 Aspectos éticos

La ética del estudiante describe el compromiso del estudiante en mostrar un trabajo correctamente estructurado; la elaboración del trabajo de investigación fue filtrado por el “Turnitin”, sistema encargado de comprobar la veracidad de la información, donde se puede visualizar y detectar cualquier indicio de copia o plagio, brindando un porcentaje del 22%, se comprobó la validez del trabajo. A ello se le une la Resolución del consejo universitario N° 0126-2017/UCV, el cual describe el código de ética a seguir, para una correcta elaboración del trabajo de investigación.



### III. RESULTADOS

#### *Estadística Descriptiva*

#### *Resultados del nivel de concentración de Fósforo*

Tras haber realizado el tratamiento T1 – Moringa oleífera, T2 – Aloe barbadensis y T3 – implementación de ambos coagulantes, se procedió a llevar el 2do bloque de muestras al laboratorio, ya que el 1ero fue llevado tras la toma de muestra en la zona; se mandó a un laboratorio acreditado para su análisis correspondiente. Ver Tabla 1

*Tabla 1: Resultados de la pre y post prueba de concentración de Fósforo*

Indicador	Concentración de Fósforo (mg/L)	
	Inicial	Final
T1	0.781	0.103
T2		0.216
T3		<0.010

Fuente: Elaboración Propia

La concentración inicial fue única, dado que la toma de muestra se realizó de un punto determinado. Cabe resaltar que el valor <0.010 mg/L es el valor mínimo para el Fósforo Total, queriendo decir que el T3 tuvo una efectividad óptima por debajo del límite; considerar que el T1 y T2 también hubo reducción, pero sin llegar a ser relevante al hacer referencia al LMP.

#### *Eficacia en la reducción de Fósforo*

Tras la aplicación de la fórmula de la eficacia se registró lo siguiente. Ver Tabla 2

*Tabla 2: Resultados de la eficacia del Fósforo*

Tratamientos	Porcentaje de eficacia del Fósforo
T1	86.8%
T2	72.3%
T3	98.7%
<b>Promedio</b>	<b>85.9%</b>

Fuente: Elaboración Propia

La eficacia se evaluó para todos los tratamientos (T1, T2 y T3), y teniendo como promedio una efectividad del 85.6% de remoción de contaminante.

*Resultados de la Conductividad del agua residual doméstica*

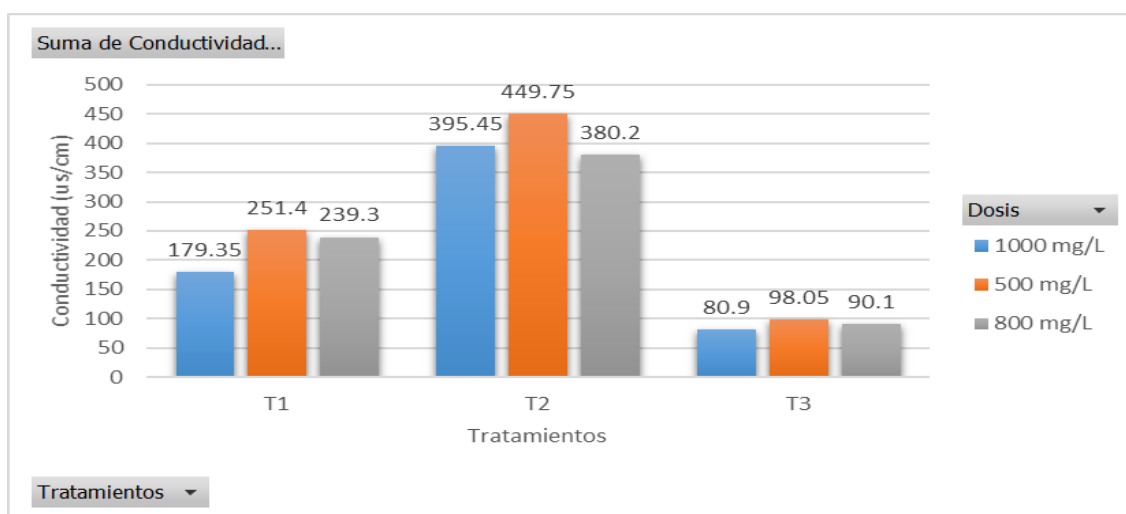
Tras haber realizado el tratamiento T1 – Moringa oleífera, T2 – Aloe barbadensis y T3 – implementación de ambos coagulantes, se registró los datos que se verán descritos a continuación. Ver Tabla 3

*Tabla 3: Resultados de la Conductividad*

Tratamientos	Dosis	Conductividad (us/cm)
T1	500 mg/L	251.40
	800 mg/L	239.30
	1000 mg/L	179.35
T2	500 mg/L	449.75
	800 mg/L	380.20
	1000 mg/L	395.45
T3	500 mg/L	98.05
	800 mg/L	90.10
	1000 mg/L	80.90

Fuente: Elaboración Propia

Para una mejor visualización de la Conductividad tras la realización del tratamiento, ver el cuadro 1:



*Cuadro 1: Resultados del análisis de la Conductividad*

Fuente: Laboratorio de Físicoquímica de la Universidad César Vallejo

La conductividad, se estimuló en un periodo de dos días aproximadamente, respetando los tiempos de agitación y sedimentación. Se observa mejor presencia de reducción en el T3 (Tratamiento con Moringa oleífera y Aloe barbadensis) con una dosis de 1000 mg/L.

*Resultados de la Turbidez del agua residual doméstica*

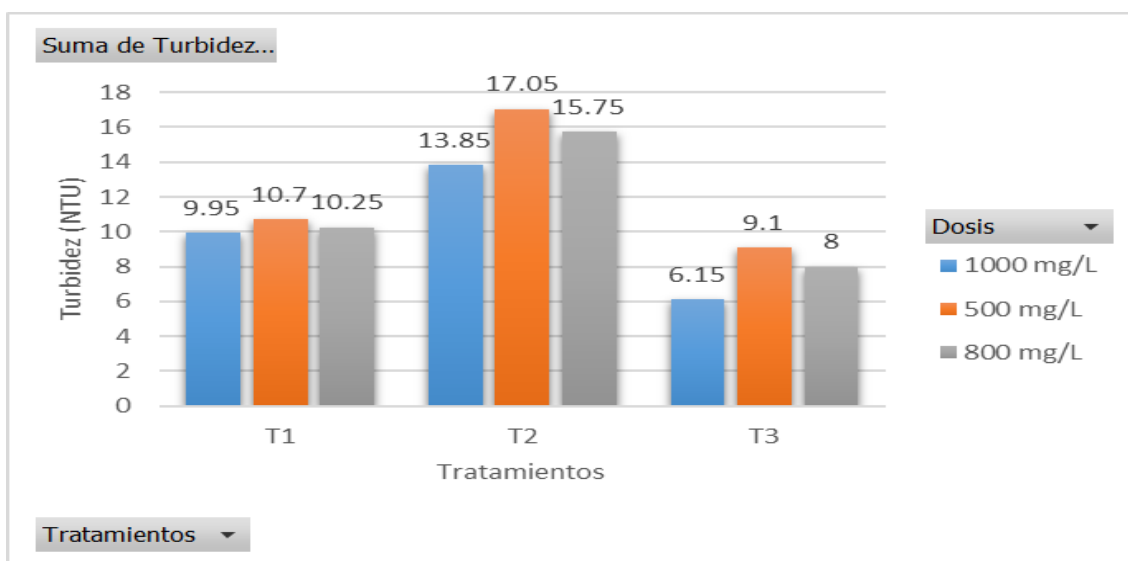
Al realizar los tratamientos T1 – Moringa oleífera, T2 – Aloe barbadensis y T3 – implementación de ambos coagulantes, se registró los siguiente. Ver Tabla 4

Tabla 4: Resultados de la Turbidez

Tratamientos	Dosis	Turbidez (NTU)
T1	500 mg/L	10.70
	800 mg/L	10.25
	1000 mg/L	9.95
T2	500 mg/L	17.05
	800 mg/L	15.75
	1000 mg/L	13.85
T3	500 mg/L	9.10
	800 mg/L	8.00
	1000 mg/L	6.15

Fuente: Elaboración Propia

Para una mejor visualización de los datos obtenidos de la Turbidez, ver el cuadro 2:



Cuadro 2: Resultados del análisis de la Turbidez

Fuente: Laboratorio de Físicoquímica de la Universidad César Vallejo

La turbidez, se trabajó en un periodo de dos días aproximadamente, respetando los tiempos de agitación y sedimentación. Se observa en el T2 no hubo gran remoción, sin embargo, en el T3 se observa la efectividad del tratamiento en el agua residual industrial

*Resultados del pH del agua residual doméstica*

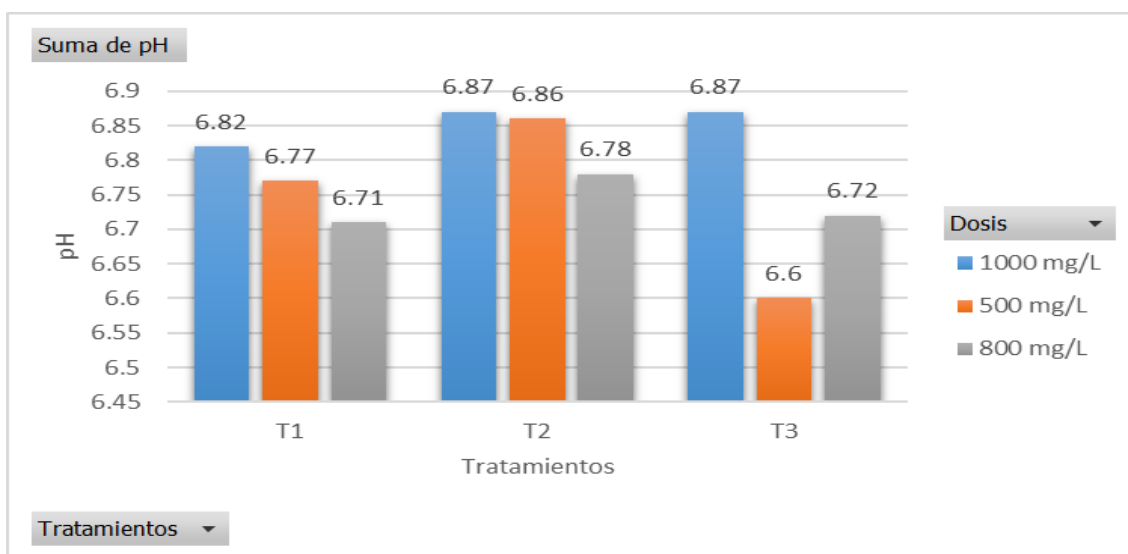
Luego de realizar los tratamientos T1, T2 y T3. Se mostraron resultados del pH que se muestran a continuación. Ver Tabla 5

Tabla 5: Resultados del pH

Tratamientos	Dosis	pH
T1	500 mg/L	6.77
	800 mg/L	6.71
	1000 mg/L	6.82
T2	500 mg/L	6.86
	800 mg/L	6.78
	1000 mg/L	6.87
T3	500 mg/L	6.60
	800 mg/L	6.72
	1000 mg/L	6.87

Fuente: Elaboración Propia

Para una mejor visualización del pH tras la realización del tratamiento, ver el cuadro 3:



Cuadro 3: Resultados del análisis del pH

Fuente: Laboratorio de Fisicoquímica de la Universidad César Vallejo

El pH, luego de dos días aproximadamente; se observa que, si bien se encuentra dentro de los LMP establecidos según ley, aun podemos observar una pequeña reducción.

*Resultados de la Temperatura del agua residual doméstica*

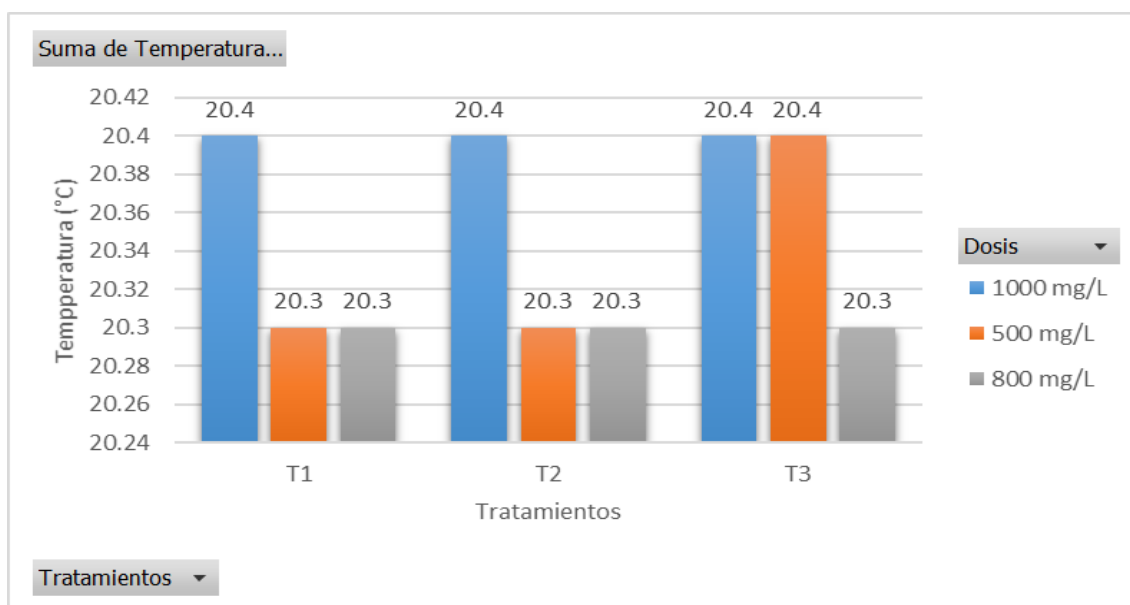
Con una toma de datos inicial igual a 21.8°C, a continuación, se muestra el rango de diferencia que hubo luego de realizar los tratamientos.

*Tabla 6: Resultados de la Temperatura*

Tratamientos	Dosis	Temperatura (°C)
<b>T1</b>	500 mg/L	20.30
	800 mg/L	20.30
	1000 mg/L	20.40
<b>T2</b>	500 mg/L	20.30
	800 mg/L	20.30
	1000 mg/L	20.40
<b>T3</b>	500 mg/L	20.40
	800 mg/L	20.30
	1000 mg/L	20.40

Fuente: Elaboración Propia

Para una mejor visualización de la variación de la temperatura, ver el cuadro 4:



*Cuadro 4: Resultados del análisis de la Temperatura*

Fuente: Laboratorio de Físicoquímica de la Universidad César Vallejo

Luego del tratamiento se observa una pequeña reducción respecto al dato original, considerar que esto no solo es por la implementación del tratamiento, sino también considerar los factores climáticos en la zona trabajada.

*Estadística Inferencial*

*Estadística para el Fósforo Total*

Para calcular la Normalidad, considerar los siguientes criterios:

$\alpha = 0.05$

P-valor  $\Rightarrow \alpha$  Acepta  $H_0$  = Los datos provienen de una distribución normal

P-valor  $< \alpha$  Rechaza  $H_0$  = Los datos no provienen de una distribución normal

**Pruebas de normalidad<sup>a</sup>**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Fósforo_Final	,192	3	.	,997	3	,894

a. Fósforo\_Inicial es constante. Se ha omitido.

b. Corrección de significación de Lilliefors

Se observa:

P-valor:  $0.894 > 0.05$

Por tanto, los valores de concentración muestran una distribución normal.

Para determinar la estadística de inferencia, considerar lo siguiente:

$H_0$  = No existe una remoción significativa en la concentración de fósforo total antes y después del tratamiento.

$H_1$  = Existe una remoción significativa en la concentración de fósforo total antes y después del tratamiento.

*Criterio para determinar la EP:*

Si la probabilidad obtenida P-valor  $\leq \alpha$  se rechaza  $H_0$

Si la probabilidad obtenida P-valor  $> \alpha$  se acepta  $H_1$

**Prueba de muestras emparejadas**

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Fósforo_Inicial - Fósforo_Final	,67137	,10321	,05959	,41498	,92775	11,267	2	,008

Se observa:

P- valor = 0.008 < 0.05 entonces se acepta la H1

Por tanto, existe una diferencia significativa en las concentraciones antes y después del tratamiento, concluyendo que el tratamiento con coagulantes naturales *Moringa oleífera* y *Aloe barbadensis* tienen efectos significativos en la reducción de fósforo total, demostrando así su efectividad.

*Estadística para la Conductividad*

Considerar lo siguiente:

$\alpha = 0.05$

P-valor  $\Rightarrow \alpha$  Acepta Ho = Los datos provienen de una distribución normal

P-valor <  $\alpha$  Rechaza Ho = Los datos no provienen de una distribución normal

**Pruebas de normalidad<sup>a</sup>**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Conductividad_Final	,242	3	.	,973	3	,686

a. Conductividad\_Inicial es constante. Se ha omitido.

b. Corrección de significación de Lilliefors

Se observa:

P-valor: 0.686 > 0.05

Por tanto, los valores de concentración muestran una distribución normal.

Para determinar la estadística de inferencia, considerar lo siguiente:

Ho = No existe una diferencia significativa en los valores de la conductividad antes y después del tratamiento.

H1 = Existe una diferencia significativa en los valores de la conductividad antes y después del tratamiento.

**Prueba de muestras emparejadas**

	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1 Conductividad_Inicial - Conductividad_Final	450,17000	161,55325	93,27281	48,84949	851,49051	4,826	2	,040	

Se observa:

P-valor = 0.040 < 0.05 entonces se acepta la H1

Por tanto, existe una diferencia significativa en las concentraciones antes y después del tratamiento, concluyendo que el tratamiento con coagulantes naturales *Moringa oleífera* y *Aloe barbadensis* tienen efectos significativos sobre los valores de la conductividad.

*Estadística para la Turbidez*

Considerar lo siguiente:

$\alpha = 0.05$

P-valor  $\Rightarrow \alpha$  Acepta Ho = Los datos provienen de una distribución normal

P-valor <  $\alpha$  Rechaza Ho = Los datos no provienen de una distribución normal

**Pruebas de normalidad<sup>a</sup>**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Turbidez_Final	,256	3	.	,962	3	,623

a. Turbidez\_Inicial es constante. Se ha omitido.

b. Corrección de significación de Lilliefors

Se observa:

P-valor: 0.623 > 0.05

Por tanto, los valores de concentración muestran una distribución normal.

Para determinar la estadística de inferencia, considerar lo siguiente:

Ho = No existe una diferencia significativa en los valores de la turbidez antes y después del tratamiento.

H1 = Existe una diferencia significativa en los valores de la turbidez antes y después del tratamiento.



**Prueba de muestras emparejadas**

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Turbidez_Inicial - Turbidez_Final	10,60000	3,97712	2,29619	,72028	20,47972	4,616	2	,044

Se observa:

P-valor = 0.044 < 0.05 entonces se acepta la H1

Por tanto, existe una diferencia significativa en las concentraciones antes y después del tratamiento, concluyendo que el tratamiento con coagulantes naturales *Moringa oleífera* y *Aloe barbadensis* tienen efectos significativos sobre los valores de la turbidez.

#### IV. DISCUSIÓN

Mediante el análisis de laboratorio se determinó la concentración del Fósforo Total, obteniendo como valor inicial (antes del tratamiento) una concentración de 0.781 mg/L, póstumo al tratamiento se obtuvo 3 resultados, debido a los 3 tipos de tratamientos implementados (T1 = Moringa oleífera, T2 = Aloe barbadensis y T3 = Moringa oleífera + Aloe barbadensis) con datos de 0.103 mg/L para el T1, 0.216 mg/L para el T2 y <0.010 mg/L para el T3, evidenciando una eficiencia en la reducción del Fósforo Total en un 85.9% del agua residual doméstica. Lo cual fue similar en porcentajes de reducción de Huang, Feng, Ni, Xie, Li (2018) concluyendo la eficacia del uso del sulfato férrico polimérico para reducir TN y TP de 53.53 y 86.48% respectivamente; donde también se les unió Olivero R.; Florez A.; Vega L. y Villegas de Aguas, G. (2017) demostrando la efectividad del uso de coagulantes naturales, Opuntia ficus y Moringa oleífera en clarificación de aguas en la remoción de Sólidos Suspendedos y Disueltos en el tratamiento del río Magdalena, y demostrando la reducción en los valores de la turbidez mayor al 90% y a su vez Córdova (2018) implementó el Aloe barbadensis miller en la reducción de Turbidez, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Coliformes Totales en aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, donde obtuvo un resultado del 99% de efectividad y concluyendo que el uso del Aloe barbadensis es un coagulante eficiente en la remoción de contaminantes del agua.

Por otra parte, trabajos que sustentan la investigación lo hace Villacrez (2018) describiendo la eficiencia y efectividad del uso de la sábila en su investigación titulada Eficacia de un coagulante a base de aloe vera para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas resultado una remoción óptima del contaminante y mostrando una mejora significativa del agua residual tras haber analizado el DBO, DQO, A y G, SST, Turbiedad, pH y T°. Otro tipo de análisis que también demuestra la efectividad del coagulante lo hace Alfonso (2017) empleando la Moringa oleífera como coagulante para reducir Coliformes termotolerantes en los Pantanos de Villa, y demostrando la efectividad en un 80% de remoción de contaminación por Escherichia coli. Del mismo modo Ceron y Garzon (2015) describieron el uso de la Moringa oleífera como coadyudante en el proceso de coagulación para el tratamiento de aguas naturales del río Bogotá y tras el desarrollo del tratamiento se obtuvo que la turbidez inicial fue 1.8 NTU, al usar como coagulante la M. oleífera con pH 8 y una dosis de 2.0 ml, se obtuvo 0.15 NTU, teniendo una eficacia en la

reducción del 91.48%. Los cuales son datos similares y/o dentro del rango de aceptación según norma, obteniendo resultados como pH de 6.76 (T1), 6.84 (T2) y 6.72 (T3); en turbidez 10.3 NTU (T1), 15.55 (T2) y 7.75 (T3), en conductividad datos como 203.3 us/cm (T1), 408.47 us/cm (T2) y 89.72 us/cm (T3) y finalmente con temperaturas de 20.3°C (T1), 20.4°C (T2) y 20.3°C (T3).

Personas que afirman y demuestran la efectividad de la Moringa oleífera como coagulante natural lo hacen Mera, Gutiérrez, Montes y Paz (2016); J.; Bermúdez S. y Estrada A. (2014); Rodríguez S.; Muñoz R.; García O. y Fernández E. (2005); Cabrera (2019), Alvarez (2017); Rivera (2017), entre otros; cada uno de los autores mencionados con anterioridad, han demostrado la eficacia, validez y confiabilidad del empleo de la Moringa oleífera para remediar diversos tipos de aguas, entre un rango de eficacia del 87% al 98%.

Del mismo modo autores que afirman la efectividad del Aloe barbadensis (Sábila) como coagulante lo hacen Kumar, Gopala, Sivasankar (2015); Torres (2014); Razuri (2017); Moreno (2016), con un rango de remoción entre 49% y un 80% de efectividad; el rango tan variable de efectividad depende de los factores externos e internos que sucedieron tras la implementación del tratamiento.

Una investigación que avala y describen los mejores coagulantes naturales lo da Ramírez y Jaramillo (2015) donde tienen como base el reconocimiento de los agentes naturales y sus principales aplicaciones para el tratamiento de aguas, y fruto de su investigación se obtuvo que entre los 2 mejores coagulantes están la Moringa oleífera y los diferentes tipos de cactus, demostrando su alta efectividad y su bajo costo de implementación; un reconocimiento que hicieron fue que descubrieron que pueden usarse en un proceso de desinfección, debido a su actividad antimicrobiana.

Otras especies de coagulantes que demuestran su efectividad en remediar aguas contaminadas los describen Revelo, Proaño, Banchón (2015) empleando la *Caesalpinia spinosa* para remediar aguas contaminadas por una industria textilera, removiéndose un 90% de turbidez y un 52% en contenido de m.o. Otra investigación relevante fue la de Contreras, Agua, Salcedo, Olivero, Mendoza (2015) donde hacen uso del *Opuntia ficus-indica* y a su vez lo emplean de manera complementaria al sulfato de aluminio, para la clarificación de aguas, con resultados del 50% de remoción de turbidez empleando 20% de mucilago de nopal a 200 RPM, y un 98% en la remoción de color a 0 UPC;

coincidiendo estos datos de velocidad con los generados en el trabajo de investigación usando 100 RPM durante 30 minutos y 30 RPM durante 10 minutos. También podemos hacer mención a Choque D.; Choque Y.; Solano A. y Ramos B. (2018), ya que realizaron una investigación para evaluar la capacidad del *Echinopsis pachanoi*, *Neoraimondia arequipensis* y *Opuntia ficus* tratando agua residual artificial, resultando con dosis de 1%, 2% y 3% del coagulante, y dando resultados donde se observó el incremento del pH de 6.61 inicial a 7.58 final, sin embargo, no se vio una variación significativa de la dureza y alcalinidad el agua. Finalmente podemos nombrar a Fuentes N.; Molina E. y Patricia C. (2016) los cuales hicieron uso de la Moringa oleífera, Cactus opuntia, Algas marinas y Almidón para sustituir al  $Al_2(SO_4)_3$  en el tratamiento de clarificación de aguas de consumo humano en sistemas batch y continuos, obteniendo como resultado que las mejores concentraciones fueron de Moringa (88.26%) usando  $Ca(OH)_2$ , en Almidón (79.73%) con NaOH, en Algas (81.14%) con  $CaCl_2$  y en Cactus (98.41%), siendo este último el de remoción más alta; demostrando la eficacia, seguridad y económicamente rentable para el tratamiento de aguas, con la menor generación de lodos, con mecanismos de adsorción y neutralización de cargas.

## V. CONCLUSIONES

Se determinó que existe una reducción del Fósforo mediante la aplicación de los coagulantes naturales *Moringa oleífera* y *Aloe barbadensis*, dando como resultado inicial 0.781 mg/L, y después de la aplicación de los tratamientos T1, T2 y T3 se observó una reducción de 0.103 mg/L, 0.216 mg/L y <0.010 mg/L respectivamente. Los resultados fueron evaluados por medio del análisis estadístico T-student para muestras relacionadas, el cual arrojó un valor de P-valor = 0.008 < 0.05, aceptando la H1, el cual afirma que hay una diferencia significativa en las concentraciones de fósforo antes y después del tratamiento en el agua residual doméstica, es decir, el tratamiento de coagulación natural es eficaz; tras la verificación del porcentaje de eficiencia se obtuvo un promedio del 85.9%.

Respecto a los parámetros físicos, tales como, conductividad, turbidez, pH y temperatura se observa una variabilidad de datos; teniendo como valor inicial de la conductividad 684 us/cm, después del T1 se obtuvo un resultado de 203.30 us/cm, del T2 se obtuvo un resultado de 408.47 us/cm y luego del T3 se obtuvo como resultado 89.72 us/cm de conductividad; para la turbidez se registró un valor inicial de 96.2 NTU, después del T1 se obtuvo un resultado de 10.3 NTU, del T2 se obtuvo un resultado de 15.55 NTU y luego del T3 se obtuvo como resultado 7.75 NTU de turbidez; para el pH se registró un valor inicial de 7.8, después del T1 se obtuvo un resultado de 6.76, del T2 se obtuvo un resultado de 6.84 y luego del T3 se obtuvo como resultado 6.72 de pH; finalmente respecto a la temperatura se tiene un valor inicial de 21.8°C, después del T1 se obtuvo un resultado de 20.3°C, del T2 se obtuvo un resultado de 20.4°C y luego del T3 se obtuvo como resultado 20.3°C de temperatura, registrando que no existe una variabilidad significativa en el rango de la temperatura, mostrándose así de manera constante.

Entonces se puede entender que, si bien los tratamientos con la T1 (*Moringa oleífera*) y el T2 (*Aloe barbadensis*) mostraron una reducción del contaminante, solo el T3 (*Moringa oleífera* + *Aloe barbadensis*) mostró una reducción efectiva, registrándose por debajo del LMP establecido según normativa; concluyendo así que el T3 puede ser implementado para una reducción de Fósforo en aguas residuales domésticas, y este a su vez, podrá ser reutilizado con fines de riego en cultivos.

## VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar mayores tratamientos de coagulación natural para reducir concentraciones de Fósforo, en distintos cuerpos de agua, ya que no existe en si trabajos suficientes que comprueben y certifiquen la validez del tratamiento utilizando distintos insumos.

A su vez, se aconseja implantar un sistema de alcantarillado en la zona, ya que los efluentes generados de las casas desembocan de forma directa en un riachuelo de la zona, con desembocadura final al río Santa Rosa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Huang, X.; Feng, M.; Ni, C.; Xie, D.; Li, Z. Enhancement of nitrogen and phosphorus removal in landscape water using polymeric ferric sulfate as well as the synergistic effect of four kinds of natural rocks as promoter. *Environmental Science and Pollution Research*, p.25(13) (2018). Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eoah&AN=44882720&lang=es&site=ehost-live>
2. Saldaña A. [et. Al]. Efecto del fósforo en la acumulación de arsénico en cebada (*Hordeum vulgare* L.) por riego con agua contaminada. *Agro-Ciencia*, Universidad de Guanajuato, División de Ciencias de la Vida, México, p.12 (2018). Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=130423089&lang=es&site=ehost-live>
3. Olivero R.; Florez A.; Vega L. y Villegas de Aguas, G. Evaluación de una mezcla para coagulantes naturales, *Opuntia ficus* y *Moringa oleífera* en clarificación de aguas. *Producción Más Limpia*, Universidad del Atlántico, Colombia p.9 (2017). Disponible en: <https://doi.org/10.22507/pml.v12n2a6>
4. Fuentes N.; Molina E. y Patricia C. Coagulantes naturales en sistemas de flujo continuo, como sustituto del  $Al_2(SO_4)_3$  para clarificación de aguas. *Producción Más Limpia*, Universidad de La Guajira, Colombia p.14 (2016). Disponible en: <https://doi.org/10.22507/pml.v11n2a4>
5. Mera Carlos, Gutiérrez Madeleine, Montes Consuelo y Paz Juan. Efecto de la *Moringa oleífera* en el tratamiento de aguas residuales en el Cauca, Colombia. *Universidad del Cauca*, Colombia p.1 (2016). Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a12.pdf>
6. Ceron Ivan y Garzon Nadine. Evaluación de la semilla de *Moringa oleífera* como coadyudante en el proceso de coagulación para el tratamiento de aguas naturales del río Bogotá en su paso por el municipio de Villapinzón, Cundinamarca. *Universidad Libre*, Departamento de Ingeniería Ambiental, Bogotá, Colombia p.14 (2015). Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/8109/EVALUACION%20DE%20LA%20SEMILLA%20DE%20MORINGA%20OLEIFERA%20COMO%20COADYUDANTE%20EN%20EL%20PROCESO%20DE%20COAGULACION%20PARA%20E.pdf?sequence=1>
7. Contreras, Karen; Agua, Yelitza; Salcedo, Guadalupe; Olivero, Rafael; Mendoza, Gean. El Nopal (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural complementario en la clarificación de aguas. *Universidad de Sucre y Universidad del Atlántico*. ISSN 1909-0455 Colombia (2015). Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/pl/article/view/773/526>

8. Kumar, S.; Gopala, G. y Sivasankar, V. Coagulation Performance Evaluation of Natural and Synthetic Coagulants in Waste Water Treatment. Sethu Institute of Technology, Kariapatti, India; PSNA College of Engineering, Dindigul, India and Pachaiyappa's College, Chennai, India (2015). Disponible en: [http://www.arpnjournals.com/jeas/research\\_papers/rp\\_2015/jeas\\_0415\\_1820.pdf](http://www.arpnjournals.com/jeas/research_papers/rp_2015/jeas_0415_1820.pdf)
  
9. Ramírez, H. y Jaramillo, J. Agentes naturales como alternativa para el tratamiento del agua. Universidad Militar Nueva Granada. ISSN 1900-4699, Colombia (2015). Disponible en: <file:///C:/Users/Downloads/1303-Texto%20del%20art%C3%ADculo-4051-1-10-20160114.pdf>
  
10. Revelo, Andrés; Proaño, Diego y Banchón, Carlos. Biocoagulación de aguas residuales de industria textilera mediante extractos de *Caesalpinia spinosa*. Universidad de Las Américas, Quito, Ecuador (2015). Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v6n1/1390-6542-enfoqueute-6-01-00001.pdf>
  
11. Olivero, Rafael; Agua, Yelitza; Mercado, Iván; Casas, Diana; Montes, Luz. Utilización de Tuna (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas. Para obtener el Grado de Magister en Ciencias y Tecnología de Alimentos, Gestión y Auditorías Ambientales e Ingeniería Ambiental. Colombia (2014). Disponible en: <http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances-11/art7.pdf>
  
12. Torres Giovanni. Caracterización física y mecánica de las hojas de Aloe Vera. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. P.1-10 (2014). Disponible en: [file:///C:/Users/Wawita/Downloads/Previewcap4\\_LibroCaracterizacionAloeVera.pdf](file:///C:/Users/Wawita/Downloads/Previewcap4_LibroCaracterizacionAloeVera.pdf)
  
13. Feria J.; Bermúdez S. y Estrada A. Eficiencia de la semilla Moringa Oleífera como coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú. Producción Más Limpia, Universidad Pontificia Bolivariana, p.14, Bolivia (2014). Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=134791289&lang=es&site=ehost-live>
  
14. Olivero R.; Mercado I. y Montes L. Remoción de la turbidez del agua del río Magdalena usando el mucílago del nopal *Opuntia ficus-indica*. Producción Más Limpia, Departamento de Bolívar, Universidad del Atlántico, Colombia p.9 (2013). Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=134791280&lang=es&site=ehost-live>
  
15. Martínez S.; Suay R.; Moreno J. y Segura M. Reuse of tertiary municipal wastewater effluent for irrigation of Cucumis melo L. Irrigation Science, Instituto Valenciano de Investigaciones, España p.12 (2013). Disponible en:



<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eoah&AN=27462450&lang=es&site=ehost-live>

16. Rodríguez S.; Muñoz R.; García O. y Fernández E. Empleo de un producto Coagulante Natural para Clarificar Agua. Revista CENIC Ciencias Químicas, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", Cuba, p.7 (2005). Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=32671224&lang=es&site=ehost-live>
17. Nakajima, J.; Mishima, I. Reduction of coagulant amount added to activated sludge for phosphorus removal. Water Science & Technology, p.50(7) Department of Environmental Systems Engineering, Faculty of Science and Engineering, Ritsumeikan University, Nojihigashi, Kusatsu, Japan (2004). Disponible en: <https://doi.org/10.2166/wst.2004.0472>
18. Cabrera, Iankarlo. Formulación de una mezcla constituida por semillas de moringa (Moringa oleífera) y sulfato de aluminio, para ser usada en el proceso de coagulación – floculación en el tratamiento de agua residual. Título profesional en Ingeniero Químico. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque – Perú (2019). Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3941/BC-TES-TMP-2743.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
19. Córdova, Estefany. Eficiencia del Aloe barbadensis miller en la reducción de Turbidez, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Coliformes Totales en aguas residuales del matadero de aves “San Francisco” – Comas 2018. Título profesional en Ingeniería Ambiental. Universidad César Vallejo, Lima – Perú (2018). Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/18339/C%C3%B3rdova\\_FE\\_F.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/18339/C%C3%B3rdova_FE_F.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
20. Choque D.; Choque Y.; Solano A. y Ramos B. Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua. Tecnología Química. Universidad Nacional José María Arguedas, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y Universidad Tecnológica de los Andes, Perú p.15 (2018). Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=130162101&lang=es&site=ehost-live>
21. Meza, Milagros. Eficiencia del coagulante natural Hylocereus lemairei (penca) con cloruro de sodio, agua destilada, en el tratamiento de aguas residuales domésticas para riego Los Olivos, 2018. Título en Ing. Ambiental. Universidad César Vallejo, Lima Perú (2018). Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/33032/Meza\\_TMM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/33032/Meza_TMM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

22. Vargas, José. Comparación de la capacidad coagulante del opuntia ficus indica mill de tres departamentos para el tratamiento de aguas del río Chillón – AA.HH. Santa Cruz del Norte – Lima 2018. Título profesional en Ingeniería Ambiental. Universidad César Vallejo, Lima – Perú (2018). Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/21095/Vargas\\_RJL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/21095/Vargas_RJL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
23. Villacrez, Jhorvys. Eficacia de un coagulante a base de aloe vera para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas. Moyobamba, 2018. Título profesional en Ingeniería Ambiental. Universidad César Vallejo, Lima – Perú (2018). Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/31614/Villacrez\\_HJS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/31614/Villacrez_HJS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
24. Alfonzo, Naydhú. Eficacia de la semilla “Moringa oleífera Lam.” Como coagulante para reducir Coliformes termotolerantes en los Pantanos de Villa – Chorrillos, 2017. Título profesional en Ingeniería Ambiental. Universidad César Vallejo, Lima – Perú (2018). Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/24607/Alfonzo\\_CN..pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/24607/Alfonzo_CN..pdf?sequence=1&isAllowed=y)
25. Alvarez, Jorge. Tratamiento de las aguas superficiales mediante el uso del a semilla Moringa (Moringa Oleífera) como coagulante orgánico en la cuenca baja del río Chillón – Carabayllo 2017. Título en Ingeniería Ambiental. Universidad César Vallejo, Lima Perú (2017). Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/16592>
26. Razuri, Kriss. Disminución del contenido de la DBO5 y la DQO mediante coagulantes naturales (Aloe Vera L. y Opuntia ficus indica) en las aguas del canal de regadío E-8 Chuquitanta – San Martín de Porres. Universidad César Vallejo, Lima Perú (2017). Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3588/Razuri\\_MKE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3588/Razuri_MKE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
27. Rivera, Ana. Uso de Moringa Oleífera y Carbón activado para el mejoramiento de la calidad del agua residual de lavado vehicular en el distrito de San Martín de Porres – Lima 2017. Título profesional en Ingeniería Ambiental. Universidad César Vallejo, Lima – Perú (2017). Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3595/Rivera\\_%C3%91AC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3595/Rivera_%C3%91AC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
28. Mejía, Pool. Uso de la Moringa oleífera Lam. (MORINGACEAE) como coagulante natural para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental. Universidad César Vallejo, Lima – Perú (2017). Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/920/Mej%C3%ADa\\_CPW.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/920/Mej%C3%ADa_CPW.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

29. Moreno, Sandy. Disminución de la turbidez del agua del río Crisnejas en la comunidad de Chuquibamba – Cajabamba utilizando *Opuntia ficus indica*, *Aloe vera* y *Caesalpinia spinosa*. Título en Ingeniería Ambiental. Universidad César Vallejo, Lima-Perú (2016). Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/6854/moreno\\_ps.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/6854/moreno_ps.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
30. Vela, Cintya. Disminución de la turbidez utilizando coagulante natural *Moringa oleífera* en aguas obtenidas del río Alto Chicama, puente Ingón, Trujillo 2016. Título profesional en Ingeniería Ambiental. Universidad César Vallejo, Lima – Perú (2016). Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/7597/vela\\_ac.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/7597/vela_ac.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

### Anexo 1: Registro Fotográfico

#### Materiales y Equipos

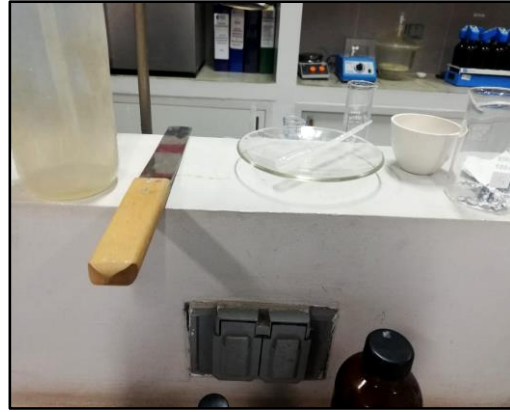
#### Materiales entregados por el laboratorio



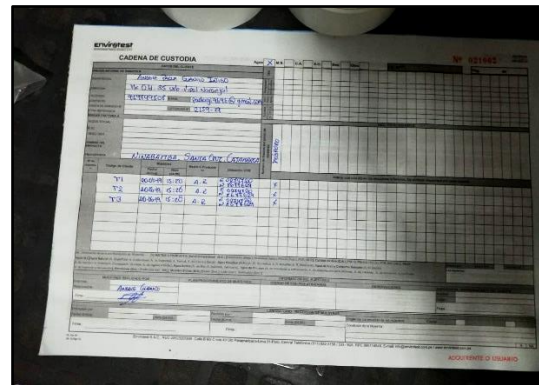
Se observa presencia de los cuatro frascos, cadenas de custodia y preservante  $H_2SO_4$

#### Materiales y equipos usados en instalaciones de la Universidad César Vallejo



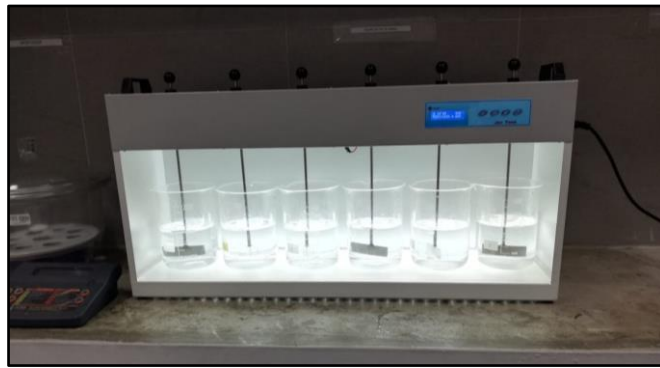
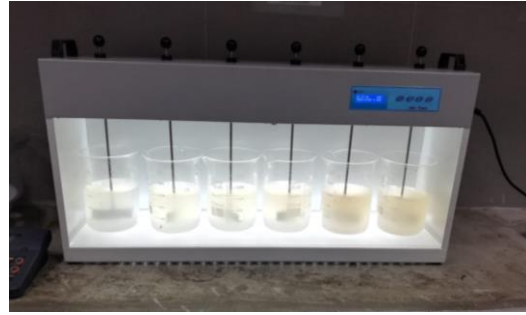
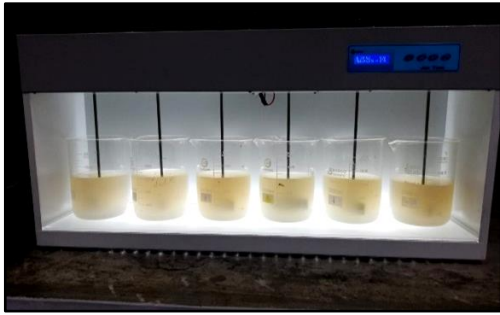


Registro del ingreso de muestras



Evidencia del tratamiento pre y post:





Insumos a emplear: Moringa oleífera y Aloe barbadensis



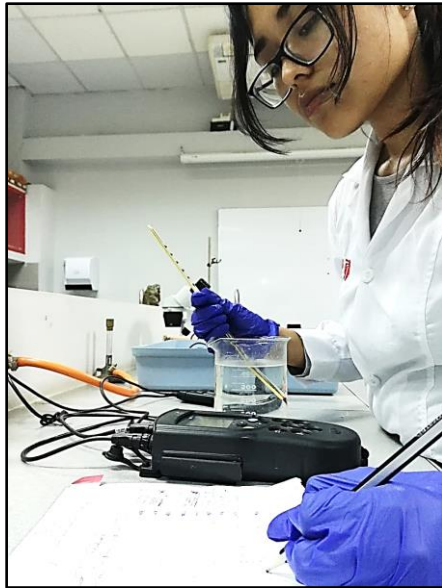
Preparación de los coagulantes naturales






Análisis y registro del tratamiento – inicio, proceso y final







Anexo 2: Instrumentos

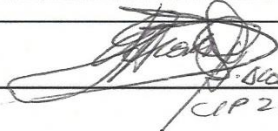
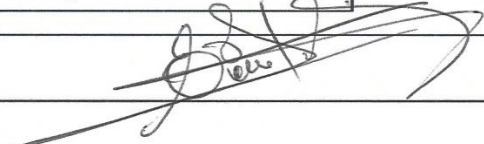
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>USO DEL Aloe barbadensis y Moringa oleífera COMO COAGULANTES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO NINABAMBA – CAJAMARCA, 2019</b>
	<b>FORMATO DE FICHA DE OBSERVACIÓN</b>

DATOS PERSONALES	
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	ANGGIE GUANILO IÑIGO
<b>FACULTAD</b>	INGENIERIA AMBIENTAL
<b>LUGAR</b>	Ninabamba-Cajamarca
<b>E-MAIL</b>	<a href="mailto:paolagi9696@gmail.com">paolagi9696@gmail.com</a>
<b>FECHA</b>	15/04/2019

VARIABLE INDEPENDIENTE	COAGULANTES NATURALES			
	Indicadores	Dosis (mg/L)	Tiempo de Sedimentación (Minutos)	Velocidad de Agitación (RPM)
Tratamientos	T1			
	T2			
	T3			

VARIABLE DEPENDIENTE	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES										
	Indicadores	Conductividad (us/cm)		Turbidez (NTU)		pH		Temperatura (°C)		Fósforo (mg/L)	
	Dosis	Rápido	Lenta	Rápido	Lenta	Rápido	Lenta	Rápido	Lenta	Rápido	Lenta
Tratamientos	T1										
	T2										
	T3										

**LEYENDA**  
 Tratamiento 1: Consta de la aplicación de la Moringa oleífera  
 Tratamiento 2: Consta de la aplicación del Aloe barbadensis  
 Tratamiento 3: Consta de la aplicación de la Moringa oleífera y del Aloe barbadensis

 J. SOSTA S. CIP 25450		Johnny Salcedo P
---	--	------------------

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Bonitos Alvaro Elmer  
 1.2. Cargo e institución donde labora: D.T.C. U.C.V.  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formab de Ficha de Observación  
 1.4. Autor(as) de Instrumento: GUANILO IÑIGO ANGGIE PAOLA

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con leguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para evaluar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90.0%

Lima, 13 de abril del 2019

  
 ELMER GONZALES BONITOS AL  
 INGENIERO QUÍMICO  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 DNI N° .....

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres:.....
- 1.2. Cargo e institución donde labora:.....
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:.....
- 1.4. Autor(as) de Instrumento: GUANILO IÑIGO ANGGIE PAOLA

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											/		
2.OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											/		
3.ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/		
4.ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											/		
5.SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											/		
6.INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para evaluar las variables de la Hipótesis.											/		
7.CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											/		
8.COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9.METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10.PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.											/		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

x

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

90 %

Lima, 12 de abril del 2019

*John Vallejo P*

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 DNIN° 18120253

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres:..... ACOSTA SUAINA ENR, EUSTERIO HORACIO  
 1.2. Cargo e institución donde labora:..... DOCENTE, UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:.....  
 1.4. Autor(as) de Instrumento: GUANILO ÑIGO ANGGIE PAOLA

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												/	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												/	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												/	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para evaluar las variables de la Hipótesis.												/	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												/	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												/	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.												/	

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.


**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

90 %

Lima, 15 de abril del 2019

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 DNI N° 08306171 412140

# Anexo 3: Resultados De Laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-056



## INFORME DE ENSAYO N° 193504 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : ANGGIE PAOLA GUANILO IÑIGO  
 Dirección : Mz O Lt 35 Urb. Vipol Naranjal  
 Solicitado Por : ANGGIE PAOLA GUANILO IÑIGO  
 Referencia : Cotización N° 2159-19  
 Proyecto : Reservado por el cliente  
 Procedencia : Ninabamba, Santa Cruz, Cajamarca  
 Muestreo Realizado Por : EL CLIENTE  
 Cantidad de Muestra : 1  
 Producto : Agua residual  
 Fecha de Recepción : 18/06/2019  
 Fecha de Ensayo : 18/06/2019 al 24/06/2019  
 Fecha de Emisión : 24/06/2019

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

### I. Resultados

Código de Laboratorio	193504-01		
Código de Cliente	MUESTREO INICIAL		
Fecha de Muestreo	17/06/2019		
Hora de Muestreo (h)	11:00		
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E 0745796 N 9260574		
Tipo de Producto	Agua Residual doméstico		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
Fisicoquímicos			
Fósforo	mg/L	0,010	0,781

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<"; Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "40"=Resolución cuantificable, "0"= Límite de Detección de Método, "..." = No Analizado.

### II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Fisicoquímicos		
Fósforo	SM 4500-P B.E, 23rd. Ed. 2017	Phosphorus. Sample Preparation, Ascorbic Acid Method

SIGLAS: "SM": Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 23rd. Ed. 2017

### III. Observaciones

El parámetro Fósforo se refiere a Fósforo Total.

## INFORME DE ENSAYO N° 193504 CON VALOR OFICIAL

  
**Quim. Alma Vargas C.**  
Supervisor de Laboratorio  
Inorgánico  
C.Q.P N° 574

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.

El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

**\*\* FIN DEL INFORME \*\***

## INFORME DE ENSAYO N° 193612 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : ANGGIE PAOLA GUANILO IÑIGO  
Dirección : Mz O Lt 35 Urb. Vipol Naranjal  
Solicitado Por : ANGGIE PAOLA GUANILO IÑIGO  
Referencia : Cotización N° 2159-19  
Proyecto : Reservado por el cliente  
Procedencia : Ninabamba, Santa Cruz, Cajamarca  
Muestreo Realizado Por : EL CLIENTE  
Cantidad de Muestra : 3  
Producto : Agua residual  
Fecha de Recepción : 20/06/2019  
Fecha de Ensayo : 20/06/2019 al 24/06/2019  
Fecha de Emisión : 24/06/2019

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

### I. Resultados

Código de Laboratorio	193612-01	193612-02	193612-03
Código de Cliente	T1	T2	T3
Fecha de Muestreo	20/06/2019	20/06/2019	20/06/2019
Hora de Muestreo (h)	15:20	15:26	15:28
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E 0274720 N 8677629	E 0274720 N 8677629	E 0274720 N 8677629
Tipo de Producto	Agua Residual doméstico	Agua Residual doméstico	Agua Residual doméstico
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
<b>Fisicoquímicos</b>			
Fósforo	mg/L	0,010	0,103 0,216 <0,010

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "ND" = Resolución cuantificable, "DL" = Límite de Detección de Método, "-" = No Analizado.

### II. Métodos y Referencias

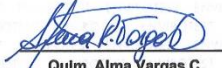
Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Fisicoquímicos		
Fósforo	SM 4500-P B.E., 23rd. Ed. 2017	Phosphorus. Sample Preparation. Ascorbic Acid Method

SIGLAS: "SM": Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 23rd. Ed. 2017

### III. Observaciones

El parámetro Fósforo se refiere a Fósforo Total.

## INFORME DE ENSAYO N° 193612 CON VALOR OFICIAL



**Quim. Alma Vargas C.**  
**Supervisor de Laboratorio**  
**Inorgánico**  
**C.Q.P N° 574**

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.

El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

**\*\* FIN DEL INFORME \*\***



Anexo 4: Turnitin

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main document area shows the following text:

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

"Uso del aloe *Barbadensis* y *Moringa oleifera* como coagulantes en el tratamiento de aguas residuales bajo condiciones de laboratorio. Nimbanba - Cajamarca, 2019"

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**AUTOR**  
Anggie Paola Gamito Inigo (ORCID: 0000-0002-6587-3369)

**ASESOR**  
Dr. Elmer Gozales Benites Alfaro (ORCID: 0000-0003-1504-2609)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**  
Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

A blue circular stamp and a signature are visible over the author and advisor information.

The right sidebar shows a "Resumen de coincidencias" (Summary of Similarities) with a 27% score. Below the score, it lists sources and their respective percentages:

Rank	Source	Percentage
1	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	9 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5 %
3	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	1 %
4	www.electrostaticasw... Fuente de Internet	1 %
5	scielo.sld.cu Fuente de Internet	1 %
6	www.researchgate.net Fuente de Internet	1 %
7	www.facallista.edu.co Fuente de Internet	<1 %

At the bottom of the page, it indicates "Página: 1 de 46" and "Número de palabras: 12119". The interface also shows "Text only Report" and "High Resolution" options.

Anexo 5: Acta de Originalidad

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE          ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE          INVESTIGACIÓN</b>	
--	---	--

Yo, Elmer Gotzales Benites Alfaro  
 docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, Lima Norte (precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis titulado

" Uso del Aloe barbadensis y Moringa oleifera como coagulantes en el tratamiento de aguas residuales bajo condiciones de laboratorio, Huacabamba - Cajamarca, 2019 "

del (de la) estudiante Anggie Paola Guanilo Lingo

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27... % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) 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.



Lugar y fecha 04 de Julio del 2019

[Firma]  
 Firma


Nombres y apellidos del (de la) docente

Elmer Benites Alfaro

DNI: 07.867259

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Incluido de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------

Anexo 6: Autorización de Publicación

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	
--	---	--

Yo Anggie Paola Guano Inigo....., identificado con DNI N° 70001445,  
egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental..... de la Universidad  
César Vallejo, autorizo  , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi  
trabajo de uso de los botaderos y vertido de lodos como conculantes en el tratamiento de aguas residuales bajo condiciones  
de laboratorio, o directamente - la simulación de investigación titulado  
(<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: 70001445

FECHA: 04 de 7 del 2017.



Anexo 7: Autorización de la Versión Final



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

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Anggie Paola Guanilo Iñigo

INFORME TÍTULADO:

“Uso del Aloe barbadensis y Moringa oleifera como coagulantes en el tratamiento de  
aguas residuales bajo condiciones de laboratorio Ninabamba – Cajamarca, 2019”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

BACHILLER EN INGENIERA AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: \_04/07/2019

NOTA O MENCIÓN: \_19



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Elmer Benites Alfaro

NRO...004-19