



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Recuperación de aguas residuales industriales en la etapa de lavado de caña de azúcar por floculación – coagulación, aireación y filtrado usando la semilla de la *Moringa oleifera* en la empresa San Jacinto – Chimbote – 2016”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

Luis Alfonso Rodríguez Bacilio

**ASESOR:**

Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión y Tratamiento de Residuos

LIMA – PERÚ

2016

**PAGINA DEL JURADO**

-----  
**Dr. Ing. Elmer Gonzales Benites Alfaro**

Firma del Presidente

-----  
**Dr. Ing. Lorgio Valdiviezo Gonzales**

Firma del Secretario

-----  
**Dr. Ing. Jhonny Valverde Flores**

Firma del Vocal

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi familia, por ser la razón de mi esfuerzo y perseverancia.

A mis padres, abuelos y amigos que siempre estuvieron apoyándome constantemente para lograr el desarrollo de mí trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios y a mis padres, por darme la oportunidad de estar aquí presente sustentando mi trabajo, a mis abuelos por el apoyo incondicional, a mi familia, por ser el pilar de mi esfuerzo y dedicación.

Y también a mis amigos y a toda la familia de la empresa San Jacinto, por brindarme su apoyo para lograr mis objetivos.

Además, agradezco esta tesis a la Universidad que me dio la bienvenida y al mundo como tal por las grandes oportunidades que me ha brindado.

Finalmente, a mis asesores, por siempre estar dispuestos a colaborar con sus conocimientos a lo largo del ciclo.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo LUIS ALFONSO RODRIGUEZ BACILIO con DNI° 73434756, 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 de INGENIERIA AMBIENTAL, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténtica y veraces.

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

Lima, 15 de Diciembre del 2016

-----  
**LUIS ALFONSO RODRIGUEZ BACILIO**

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento a las normas establecidas en la universidad Cesar Vallejo para obtener el Título profesional de Ingeniero Ambiental, pongo a su disposición la tesis titulada “Recuperación de las aguas residuales industriales en la etapa de lavado de caña de azúcar por floculación – coagulación, aireación y pre-post filtrado usando la semilla de la *Moringa oleífera* en la empresa San Jacinto – Chimbote – 2016”, la misma que someto a vuestra consideración y espero cumpla con los requisitos de aprobación.

El investigador

# ÍNDICE

Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Presentación.....	vi
Resumen .....	xi
ABSTRACT .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad Problemática .....	2
1.3. Teorías Relacionadas al Tema.....	8
1.4. Formulación del Problema.....	27
1.5. Justificación del Estudio .....	28
1.6. Hipótesis.....	29
1.7. Objetivo .....	30
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>31</b>
2.1. Diseño de Investigación .....	32
2.2. Variables y Operacionalización .....	33
2.3. Población, muestra y muestreo .....	39
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. 39	
2.5. Métodos de análisis de datos .....	44
2.6. Aspectos éticos .....	44
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
3.1. PRIMERA ETAPA: Toma de la muestra del agua después del lavado de caña de azúcar.....	46
3.2. SEGUNDA ETAPA: Pre - Filtrado .....	48
3.3. TERCERA ETAPA: Extracción del Floculante.....	50
3.4. CUARTA ETAPA: Prueba de Jarras.....	52
3.5. QUINTA ETAPA: Experimentación.....	60
3.6. SEXTA ETAPA: Aireación .....	68
3.7. SEPTIMA ETAPA: Filtración .....	71
3.8. Resultados estadísticos.....	76
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>101</b>

<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	103
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	105
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIGRAFICAS</b> .....	106
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	113



## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> - Índice de Willcomb.....	17
<b>Tabla 2</b> - Operacionalización de las variables. ....	34
<b>Tabla 3</b> - Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	42
<b>Tabla 4</b> - Ficha de Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas iniciales del agua. .....	47
<b>Tabla 5</b> - Ficha de parámetros Insitu después del Pre – Filtrado. ....	49
<b>Tabla 6</b> - Insumos utilizados.....	51
<b>Tabla 7</b> - Ficha de prueba de jarras con los parámetros Insitu. ....	53
<b>Tabla 8</b> - Ficha para los Parámetros Físico, químicos y microbiológicos después de la coagulación – floculación. ....	61
<b>Tabla 9</b> - Tiempo de Aireación.....	69
<b>Tabla 10</b> - Ficha para los parámetros físicos, químicos y microbiológicos después de la filtración.....	73
<b>Tabla 11</b> - T de una muestra: pH – Experimental.....	77
<b>Tabla 12</b> - T de una muestra: Turbidez – Experimental.....	79
<b>Tabla 13</b> - T de una muestra: Conductividad – Experimental. ....	80
<b>Tabla 14</b> - T de una muestra: Oxígeno Disuelto – Experimental. ....	81
<b>Tabla 15</b> - T de una muestra: DQO – Experimental.....	82
<b>Tabla 16</b> - T de una muestra: DBO5 – Experimental.....	83
<b>Tabla 17</b> - T de una muestra: Olor – Experimental. ....	84
<b>Tabla 18</b> - T de una muestra: Color – Experimental. ....	85
<b>Tabla 19</b> - T de una muestra: TSS - Experimental.....	86
<b>Tabla 20</b> - T de una muestra: Coliformes Totales – Experimental. ....	87
<b>Tabla 21</b> - T de una muestra: Oxígeno Disuelto – Aireación.....	89
<b>Tabla 22</b> - T de una muestra: Turbidez – Filtración. ....	91
<b>Tabla 23</b> - T de una muestra: pH – Filtración.....	93
<b>Tabla 24</b> - T de una muestra: Conductividad – Filtración.....	95
<b>Tabla 25</b> - T de una muestra: Oxígeno Disuelto – Filtración. ....	96
<b>Tabla 26</b> - T de una muestra: Temperatura (°C) – Filtración.....	97

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mecanismo de Funcionamiento.....	18
<b>Figura 2</b> - Diagrama de Flujo del proceso del tratamiento. ....	38
<b>Figura 3</b> - Toma de las muestras de agua. ....	46
<b>Figura 4</b> - Pre – Filtrado.....	48
<b>Figura 5</b> - Extracción del floculante.....	50
<b>Figura 6</b> - Prueba de Jarras. ....	52
<b>Figura 7</b> -Ensayo 01 .....	54
<b>Figura 8</b> - Ensayo 02 .....	55
<b>Figura 9</b> - Ensayo 03 .....	56
<b>Figura 10</b> - Ficha de Observación del Índice de Willcomb y tiempos de formación del floc. ....	57
<b>Figura 11</b> - Ficha de Observación del tiempo de retención. ....	58
<b>Figura 12</b> - Tiempo de Sedimentación.....	59
<b>Figura 13</b> - Oxígeno Disuelto.....	62
<b>Figura 14</b> - Turbidez. ....	63
<b>Figura 15</b> - TSS .....	64
<b>Figura 16</b> - DBO <sub>5</sub> .....	65
<b>Figura 17</b> - Coliformes Totales.....	66
<b>Figura 18</b> - DQO .....	67
<b>Figura 19</b> - Bomba de Aire.....	68
<b>Figura 20</b> - Inyección de Aire.....	70
<b>Figura 21</b> - Filtro por Gravedad.....	72
<b>Figura 22</b> - Turbidez después del filtrado.....	74
<b>Figura 23</b> - Oxígeno Disuelto después del Filtrado.....	75
<b>Figura 24</b> - Evaluación de los resultados de las pruebas de jarras.....	76
<b>Figura 25</b> - Comparación de Resultados de la etapa de experimentación. ....	88
<b>Figura 26</b> - Comparación de Resultados de la etapa de aireación. ....	90
<b>Figura 27</b> - Comparación de Resultados de la etapa de filtración. ....	98
<b>Figura 28</b> - Comparación de Resultados en todo el tratamiento.....	99
<b>Figura 29</b> - Parámetros Determinados en el laboratorio de fisicoquímica de la UCV.....	100

## Resumen

En nuestro país, la generación de efluentes de aguas residuales industriales del sector agroindustrial; son pocas las empresas que tratan sus efluentes, generando una contaminación al medio donde se dispone ya sea en el suelo y en otro cuerpo receptor de agua como: ríos, lagos, etc.

El sector agrario a nivel mundial consume la mayor parte del agua dulce que tenemos como reserva, generando un peligro a la vida, la etapa de la vado de caña de azúcar es donde se consume grandes volúmenes de agua limpia para poner en marcha sus procesos.

Por los tanto, y a esta necesidad de disminuir el consumo de grandes volúmenes de agua perdida en esa etapa de producción, el objetivo principal de esta investigación es de recuperar el agua residual industrial de la etapa de lavado de caña de azúcar con los procesos de coagulación, floculación, aireación y filtrado para la etapa de lavado de caña.

El desarrollo experimental se llevó acabo en dos partes en la empresa San Jacinto (Ancash) donde se tomó las muestras y en laboratorio de fisicoquímica de la Universidad Cesar Vallejo (Lima), donde se determinó la dosis optima de floculante natural, las condiciones de floculación – coagulación, el tiempo óptimo de inyección de aire y la eficiencia del filtro.

Los resultados obtenidos demostraron que las etapas del tratamiento son eficientes para la remoción de los siguientes parámetros: 99.87% en la turbiedad, 99.79% en TSS y un 99.99% en cuanto a CT y un aumento considerable con 89.54% en Oxígeno disuelto.

**Palabras Claves:** Coagulación, floculación, turbidez, oxígeno disuelto, TSS.

## **ABSTRACT**

In our country, the generation of industrial wastewater from the agroindustrial sector; There are few companies that treat their effluents, generating pollution to the environment where it is available either in the soil and in another body receiving water such as rivers, lakes, etc.

The world agricultural sector consumes most of the fresh water we have as a reserve, creating a danger to life, the stage of the sugar cane ford is where large volumes of clean water are consumed to start up its processes.

Therefore, and this need to reduce the consumption of large volumes of water lost at this stage of production, the main objective of this research is to recover industrial waste water from the stage of sugar cane washing with the coagulation processes, Flocculation, aeration and filtration for the cane washing step.

The experimental development was carried out in two parts at the company San Jacinto (Ancash) where the samples were taken and in a physicochemical laboratory at the University Cesar Vallejo (Lima), where the optimal dose of natural flocculant was determined, the flocculation conditions - coagulation, optimum air injection time and filter efficiency.

The results obtained showed that the treatment steps are efficient for the removal of the following parameters: 99.87% in turbidity, 99.79% in TSS and 99.99% in CT and a considerable increase with 89.54% in dissolved oxygen.

**Key Words:** Coagulation, flocculation, turbidity, dissolved oxygen, TSS.

## I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad Problemática

La vertiente del Atlántico existe un índice inversamente proporcional ya que cuenta con la mayor parte del territorio nacional y su desarrollo industrial es ínfimo junto a su población, pero cuenta con un 98% de agua disponible para su uso.

Sin embargo la vertiente del Pacífico sucede lo contrario, ya que cuenta con las ciudades más pobladas del país con un 63% y consecutivamente la actividad económica se concentra con un aporte del 80% del PBI, pero almacena un 2% de agua disponible

Y por último tenemos a la vertiente del Titicaca cuenta con un pequeño porcentaje poblacional y almacenamiento de agua disponible de 4% y 0.3% respectivamente; a pesar de todo el almacenamiento de agua, el Perú se establece entre los 5 países más vulnerables al cambio climático y también se encuentra posicionado en lugar diez, compitiendo con los países en reserva de agua dulce en el mundo. ANA (2015)

Cuando se realiza una huella hídrica en nuestro país hay que tener en cuenta el desarrollo económico y la realidad hidrológica, generando un motivo para conocer la importancia de uso, el agua participa en los procesos productivos de consumo y comercio. Para ello debemos diseccionarlo en sectores de producción con el mayor consumo de agua que a la vez son los sectores que influyen al crecimiento del PBI nacional y en el primer lugar está ubicado la industria, minería e hidrocarburos, el comercio, la construcción y la agricultura, pero esto cambia radicalmente cuando se refiere al uso de agua.

Generando un vínculo indispensable entre el agua, los sectores de producción y la economía de nuestro país cada vez que se fabrica o cultiva un producto; esto se debe que el agua es el combustible, la energía, materia prima para echar a rodar la gran máquina llamada desarrollo, pero nuestro gran líquido vital está limitado en nuestro planeta.

Según la ANA (2012) el 98% de agua disponible lo consume el sector agrario, solo tiene una eficiencia de uso es del 30 al 35 %, sumado con los

problemas de erosión del suelo, las tarifas establecidas no cumplen con los costos de sustento de la planta de tratamiento y sobre todo las dotaciones de agua para riego exceden las necesidades de los cultivos.

La INEI (2016) informo que hubo un incremento de la producción de la caña de azúcar en el primer mes del año del 2016, en un 8.7% equivalente a 992216 toneladas con cifras similares al año pasado, esto se debe que en Lambayeque, La Libertad, Áncash se ha cultivado un 30,9%; 7.4% y 5.1% respectivamente haciendo un total de 87.4%, por lo contrario en Lima el cultivo decreció en un -14.9% esto implica una reacción, se ha consumido más aguas para elevar la producción.

PEREZ Y PRATT (1997) estable que en la etapa de lavado de caña es donde se remueve la tierra e impureza, cuyo consumo de agua es muy intensivo y el grado de contaminación aumenta si es vertido al rio, generando un impacto negativo al medio ambiente. Establecen que se deberían tomar medidas de recuperación y ahorro del líquido utilizado, tiene como importancia separar el sustrato a través del lavado, donde fue cultivado y eso hace que disminuye la calidad de la caña como el color, pureza del producto final y hay una considerable disminución de la producción en una proporción de tonelada de caña.

El consumo indiscriminado del agua para el proceso de lavado de caña es el principal inconveniente que tiene las agro industrias a nivel nacional que se caracteriza por captar grandes volúmenes de agua provenientes de una quebrada o rio, cabe resaltar que ese cuerpo de agua captado solo cumple esa función y contaminando el agua con mayor carga orgánica elevando el DQO, DBO, turbidez y proliferación de coliformes, dejando a la población con menos recursos hídricos, siendo este el líquido vital que hace proliferar la vida y el desarrollo de una comunidad. Es en este contexto que se desarrolla el estudio titulado: "Recuperación de aguas residuales industriales de la etapa de lavado de caña de azúcar por floculación – coagulación, aireación y filtrado con la semilla de la *Moringa oleifera* en la empresa San Jacinto – Chimbote – 2016". Ha viéndose identificado las demandas indispensables del recurso hídrico se propone esta alternativa sostenible con carácter de recuperación y ahorro para

la empresa en una de las etapas con mayor consumo de este recurso hídrico que es el lavado de caña y solo cumple con esa finalidad.

## 1.2. Trabajos Previos

ORTEGA Y VILLAREAL (2014), de la revista Investigación y Desarrollo “*Revisión de las características y usos de la planta Moringa oleifera*” afirman que la industrialización el fruto de la Moringa oleifera es muy aplicado para la purificación del agua.

Dichas semillas tienen la propiedad de coagular el agua en diferentes grados de turbidez, teniendo esta particularidad lo hace propicio para que sea titulado de forma doméstica. En el proceso de clarificación de agua se elimina la turbidez que alterna con otros grupos de bacterias haciendo posible su potabilización con una generación de bajos costos y a su vez potencializa una mejor calidad de vida en el ámbito sanitario sobre todo en los países en vía de desarrollo en especial las zonas rurales.

Ortega y Villareal, por ello establecieron un modelo comparativo donde se utilizó agua turbia que fue expuesto a un tratamiento fisicoquímico (coagulación, floculación y sedimentación) con un coagulante natural que es la semilla de Moringa oleifera, siendo este el objetivo de investigación, para determinar la dosis exacta del coagulante tuvieron que emplear el ensayo de jarras y se procedió a comparar los resultados del laboratorio del agua tratada con Moringa contra el agua tratada con alumbre, no se evidenciaron alteraciones significativas de los parámetros físicos entre ellos catión, alcalinidad, Ph, conductividad y aniones en concentración, por lo contrario, referente a la carga orgánica aumento significativamente con la dosificación de solución de moringa. Se propone que al utilizar la semilla de Moringa se purifique eficientemente las proteínas activas y estas se puedan utilizar como coagulante para tratar agua residual.

En conclusión, se demostró científicamente las cualidades y propiedades de la Moringa oleifera con una alternativa contundente para implementar una tecnología verde de bajo costo y con proyecciones al futuro en aplicación de la medicina, industria, agrícola y nutricional.



GOMEZ (2010), en su tesis titulada "*Eficiencia del coagulante de la semilla de Moringa oleifera en el tratamiento de agua con baja turbidez*" uno de los inconvenientes es la falta de agua y tiene como vulnerable a la zona rural y como problemática mundial es la turbiedad del líquido que se manifiesta a través de partículas en suspensión, sea elevado o media la carga en el agua. Teniendo en cuenta los costos en la zona donde se va a implementar; se tiene como alternativa la extracción del componente activo de la semilla de Moringa oleifera, se trabajó a diferentes rangos con la turbiedad entre 50 – 100 UNT. Pretendiendo la aplicación de otro coagulante como el sodio (NaCl), se preparó una evaluación para determinar la relación y eficiencia de la cascara para disminuir la turbidez y así mismo el estudio de las variables presentes. Se llevó a la práctica en el instrumento llamado Jar Test o prueba de jarras aplicando el extracto del coagulante natural obtenidas de la zona sur del país de Honduras, esta prueba consiste en determinar las dosis optima del coagulante para el tratamiento y teniendo un respaldo con la prueba estadística H Kruskal Wallis y con ello se realizó la variación que tiene un efecto en la evaluación aplicada en el desempeño del coagulante natural, consecutivamente se ejecutó un modelo matemático ajuste lineal.

Gómez pudo terminar que la semilla en forma de coagulante puede tratar con baja turbidez, pero para poder obtener mayores resultados, los análisis demuestran que se debe combinar la semilla con corteza y NaCl en una concentración de 25 mL/L con un resultado obtenido del 69% de eficiencia, también demostró que las variables que influyen en la eficiencia es NaCl y la dosis optima de coagulante. La adición de la semilla mejora el tratamiento ya que el NaCl ayuda a la solubilidad del compuesto activo de la semilla generando una mejor coagulación en el agua turbia, siendo esta una alternativa económica para obtener agua de mejor calidad y atender las necesidades primarias de las zonas de bajos recursos.

NUÑEZ (2007), en su tesis titulada "*Validación de la efectividad de la semilla de Moringa oleifera como coagulante natural del agua, destinada al consumo humano, Morocelí, Honduras*" Tiene como objetivo evaluar las propiedades de coagulación de la proteína contenidos en la semilla de *Moringa oleifera*; la investigación se realizó mediante muestras tomadas de un río

llamado Netapa, tiene la función principal de abastecer al municipio de Moroceli. Se cogió los frutos de *Moringa oleífera* cultivados en Centro América - Honduras, se formuló cuatro dosis para practicar en tres diferentes rangos de turbidez 0-500 UNT podemos determinar la eficiencia en 98%. Como resultado de la investigación se puede determinar, para poder tratar agua turbia en un rango de 5-500 UNT se debe aplicar 0.15 a 0.50 gr/L de agua siempre y cuando conociendo la turbiedad inicial.

También experimentaron con el sulfato de aluminio  $Al_2(SO_4)_3$ , obteniendo una eficiencia del 98%, como principal coagulante se usó la *Moringa oleífera* y como auxiliar  $Al_2(SO_4)_3$  en una relación 70/30. Tomando como evidencia los resultados se puede inferir que las semillas cosechas al sur de Honduras pueden ser aplicadas al tratamiento de agua turbia para hogares rurales, su manipulación no es difícil y es de bajo costo.

Según MAS Y PEÑA (2011), en su tesis titulada "Uso de la moringa oleífera como post-tratamiento en lagunas de estabilización" Tubo como objetivo principal "evaluar la eficiencia de la semilla de *Moringa oleífera* como coagulante natural para el tratamiento de aguas residuales", con fines de riego, para valores iniciales de turbiedad de 76 y 140 NTU; así como se determinó la capacidad de remoción de metales en aguas residuales tratadas con turbiedad inicial de 40 NTU. El agua proveniente de la planta de tratamiento se extrajo las muestras pertenecientes a las lagunas de estabilización, donde todo se trabajó a nivel laboratorio con las muestras y tiene por nombre laguna Punta Gorda-Cabimas. Se estudiaron los parámetros: turbiedad, color, pH, alcalinidad, sólidos suspendidos y disueltos. Para valores de turbiedad inicial de 76 y 140 NTU, la turbiedad y el color removidos alcanzaron porcentajes de remoción de 61-50 % y 80-60 %, respectivamente; mientras que, para valores de turbiedad de 40 NTU se observó que la remoción de turbiedad y color removido fue de 87,4 % y 75,0 % respectivamente.

El porcentaje de remoción para los metales Cd, Cu, Fe, Ni y Zn fue de: 71,4 %; 75,3 %; 60,8 %; 73,0 % y 99,2 % respectivamente. Todos los parámetros evaluados durante la investigación se mantuvieron dentro de los estándares exigidos en la normativa ambiental venezolana. Estos resultados infieren que el

uso de la semilla *Moringa oleífera* como coagulante y coadyuvante para la disminución de los parámetros en mención: color, turbiedad, metales y sólidos de las residuales tratadas con fines de riego, es una opción viable en las aguas provenientes del efluente de la Planta de Tratamiento Punta Gorda- Cabimas.

Según LÉDO Y LIMA (2009), en su tesis titulada “*Estudio Comparativo de Sulfato de Aluminio y Semillas de Moringa oleífera para la Depuración de Aguas con Baja Turbiedad*” Tuvieron como objetivo de investigación determinar la eficiencia de los coagulantes uno natural proveniente de la semilla de la *Moringa oleífera* y otro de origen mineral, el sulfato de aluminio  $Al_2(SO_4)_3$  para ello se procedió a extraer muestras representativas de agua proveniente de la laguna de Jiqui - Rio Grande Do Norte – Brasil. Se busca determinar la turbiedad del agua que es uno de los parámetros más comunes a tratar, se hizo dosis y se alteró el pH en rangos diferentes, se hicieron los ensayos en el Jart Test y se analizó también el potencial Z, La *Moringa oleífera* presenta las siguientes características de coagulación: tiene la propiedad de formar puentes neutralizar y de adsorción.

En síntesis, según los resultados obtenidos en los ensayos se puede concluir que el coagulante de la semilla de *Moringa oleífera* puede ser utilizado sin problema alguno para tratar agua con bajos niveles de turbiedad a diferencia del sulfato de aluminio que tiene un costo más elevado.

Según FERIA Y BERMÚDEZ (2014) en su tesis titulada “Eficiencia de la semilla de la planta *Moringa Oleífera* como coagulante natural para la remoción de los niveles de turbidez en el Rio Sinú” Tuvieron como objetivo de investigación evaluar la eficiencia de la semilla de *Moringa oleífera* como coagulante natural y sus efectos en los parámetros de pH y alcalinidad. Los resultados obtenidos fueron, en un 90% de eficiencia en remover la turbiedad para ello se agregó una dosis que oscila de 4.5 mg/L a 17.5 mg/L del coagulante de la semilla de *Moringa* con una turbidez inicial mayor a 90 UNT, pero sucedió lo contrario cuando se sometió a una turbiedad menor a 66 UNT tiene un efecto directamente proporcional de eficiencia entre 70% y 80%. Para lograr estos resultados se tomaron 8 muestras simples en el rio Sinu, se trató previamente las semillas de *Moringa oleífera*, es cogiendo las más grandes, se retiró la

casaca, se pulverizo hasta poder pasar por un tamiz de 250 mm, también se sometió a un procesos muy importante y se aplicó el método Soxhlet para extraer el aceite, en el ensayo se realizaron dosis iniciales de coagulante natural en un rango de 2.5 mg/L a 4.5 mg/L en la solución con característica salina y se agregó en las ocho muestras respectivamente.

No hubo alteración importante de los parámetros de alcalinidad ni pH y se concluye que el coagulante natural de la semilla es eficiente que puede ser aplicado en las aguas crudas proveniente del Rio Sinu, para una disminución de dicho parámetro a tratar.

### **1.3. Teorías Relacionadas al Tema**

#### **Aguas Residuales**

Establecido en la ley y su reglamento de recursos hídricos N° 29338 establece que se denominará agua residual a la alteración de sus características originales que han sido modificadas por la actividad del hombre, para poder ser vertidas o reutilizadas tiene que tener un tratamiento previo para evitar una mayor afectación al medio ambiente.

Ley general de servicio y saneamiento N° 26338, también define todo liquido residual proveniente de una actividad doméstica o de otra índole como agua servida o residual.

#### **Características de las aguas residuales**

##### **Características Físicas**

Una de las características fundamentales del agua residual es la mayor presencia de sólidos totales proveniente de diferentes fuentes, también están presentes otras características como el olor, color, temperatura todo ello comprende las características físicas.

##### **Sólidos Totales**

También conocidos residuos de la evaporación estas se pueden determinar de una forma muy simple y pasar la muestra del líquido en un volumen de un litro

con un filtro determinado y los sólidos sedimentables se precipitaran por acción de la gravedad en el fondo del recipiente (proceso de sedimentación) que se eliminará posteriormente.

Los coloides en estado sólido y también disueltos en el agua son la parte filtrable por su diminuto tamaño que tiene variación de  $10^{-3}$  y 1  $\mu\text{m}$  como diámetro a diferencia de los sólidos disueltos que están compuestos por moléculas orgánicas como inorgánicas que participan en la composición original del agua. El estado coloidal no se puede eliminar por sedimentación por el peso que tiene, para ello se utiliza otro método para eliminar las partículas en suspensión se debe aplicar el siguiente tratamiento comenzando con una coagulación u oxidación biológica, una vez que han tomado peso las partículas se procede con la etapa de sedimentación. HERNANDEZ (2001)

Entre otras características físicas, también tenemos a los olores que Hernández define como parte del proceso de descomposición son los gases que se liberan de la materia orgánica usualmente las aguas residuales industriales trae consigo compuestos olorosos. Para que se dé la etapa de la degradación de la materia orgánica se necesita otra característica muy importante que es la temperatura, esta usualmente se eleva, ya que en los otros procesos industriales se suministra agua caliente y por ende se tiene un efluente con mayor temperatura, en el sistema doméstico es muy similar, es necesario conocer la temperatura del agua, por el oxígeno en agua caliente es menos soluble que en la fría. ENCICLOPEDIA DETAREAS (2010)

Otra característica que tiene el agua residual según GAVIRA (2015) es el color este se puede determinar a simple vista las aguas residuales tiene un pigmento gris usualmente las bacterias degradadoras de materia orgánica como parte de su proceso está consumiendo oxígeno disuelto del agua residual llevando a una depresión ínfima de este parámetro llegando hasta cero y el agua se torna de color negro y tiene como definición agua residual séptica.

### **Características Químicas**

Materia orgánica, usualmente cuando se realiza un análisis al sobre M.O se evidencia la existencia de proteínas, carbohidratos, grasas y aceites que son

contaminantes hallados y la urea se encuentra en aguas residuales con mayor tiempo.

RAMOS, SEPÚLVEDA Y OTROS (2003), establecen que para determinar la contaminación por materia orgánica se realiza un análisis de laboratorio llamado DBO<sub>5</sub> la cual se realiza a 5 días al agua residual, se quiere conocer la cantidad de oxígeno disuelto que requiere los microorganismos en preferencia las bacterias que consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas, es un parámetro muy importante para la determinación de la calidad de agua.

Al existir materia orgánica en el agua también encontramos materia inorgánica la cual entra en contacto de una forma natural cuando el agua erosiona la roca y esta se disgrega aportando minerales y también sucede con las aguas residuales que son vertidas y entran en contacto con las rocas y sufre el mismo efecto.

Unas de las características químicas que también encontramos son los gases de las aguas residuales con una composición de Nitrógeno, Oxígeno, Dióxido de Carbono, estos gases se pueden hallar en la atmosfera por su abundancia se puede establecer que son comunes y por ello se encuentran también en las aguas que están en las superficie de la tierra y esto se da por la transferencia de gases. Los gases que se encuentran presentes en el agua en descomposición es el sulfuro de hidrogeno, amoniaco y metano, produciendo la falta de oxígeno y la materia orgánica comienza a degradarse.

### **Características Biológicas**

Los microorganismos se clasifican en protistas, vegetales y animales que se encuentran en las aguas residuales y superficiales, su categorización se da en bacterias, hongos, protozoos y algas consecutivamente también tenemos a las plantas, semillas. Musgos finalmente a los animales vertebrados e invertebrados. HENRY Y HEINKE (1999)

Según HERRERA Y SUÁREZ (2005) los microorganismos patógenos son todos aquellos que se transmiten de una fuente infecciosa al ser humano, el

agua es un método donde se transporta, distribuye, desarrolla estos patógenos que tienen una mayor probabilidad de procedencia de los residuos sólidos peligrosos infectados causando enfermedades gastrointestinales y muerte en lugares donde no existe poca sanidad.

### **Organismos Coliformes**

Herrera y Suárez estipulan también que los organismos encontrados en las aguas residuales en su mayoría son coliformes y enterococos que vinculan directamente como contaminantes de dicha agua residual, para determinar la calidad de un cuerpo de agua se debe tener en cuanto la materia fecal y orgánica, minerales y nutrientes; este conjunto de características se denominan bioindicadores.

### **Cifras de generación de aguas residuales en el Perú**

El Perú genera grandes volúmenes de agua residual una cifra que tenemos del 2012 es de 2217946 m<sup>3</sup> por día que se vierten al alcantarillado de las empresas prestadoras de servicio, solamente se llega a tratar el 32%. OEFA (2013)

Es muy alarmante porque se evidencia una gestión incorrecta para el ahorro del agua, dejando en estado de alarma a los consumidores primarios que seríamos nosotros.

### **Aguas Residuales Industriales**

Son residuos líquidos provenientes de un proceso productivo de un sector económico determinado y de ello dependerá las características de sus contaminantes entre ellas tenemos al sector minero, agrícola, energética y agroindustrial.

Cabe resaltar que “Se debe intentar la recuperación de subproductos A.R. de Proceso: Se originan en la utilización del agua como medio de transporte, lavado, refrigeración directa... y que puede contaminarse con los productos de fabricación o incluso de los líquidos residuales”. ANA (2010)

## **Tratamiento de aguas residuales**

Está compuesto por etapas donde se desarrolla la actividad física, química y biológica que son indispensables para tratar agua residual y tiene como objetivo primordial de extinguir los parámetros que alteran la calidad del agua y darle una disposición adecuada sin generar un impacto negativo al ambiente.

### **Pre - Tratamiento**

Se emplea antes de los tratamientos primarios, secundarios y terciarios, para poder separar los residuos grandes que trae el agua residual, asegurando la eficiencia en los tratamientos venideros. Para poder separar los sólidos en suspensión se utiliza el proceso de tamices al agua a tratar

En las empresas como la cervecera, mataderos y alcoholera se manipulan los tamices que tiene la función exclusiva de discriminar los residuos de mayor tamaño para poder tratar el agua residual proveniente de sus procesos para tener una mayor eficiencia.

En el proceso de tamices, existen dos tipos, el primero es un tamiz rotativo que tiene forma cilíndrica y hace un movimiento continuo de forma ascendente de tal manera el agua cubre la mitad del tambor, el líquido sin solido alguno queda restringido en las rejillas o tamiz que complementa el tambor cual da paso al siguiente tratamiento.

Este tamiz mecánico funciona con fuente de energía eléctrica que es producido por un moto reductor de baja potencia siendo beneficioso para el ahorro de energía y amigable para el medio ambiente, por su baja velocidad.

El otro tamiz es el estático que no cuenta con suministro eléctrico (no es automático) tiene una variación en el tambor, este debe estar inclinando que por fuerza de gravedad hace que el agua pase por tamiz y los sólidos caen por su propio peso y se retenga y tiene una lámina filtrante, se requiere de un operario para la limpieza constante del tamiz ya que este se deposita los residuos sólidos en la parte inferior, para evitar atascamiento. ISLA (2005)



## **Tratamiento primario**

Se denomina tratamiento primario a todo mecanismo, procesos que puede excluir material suspendido a diferencia del material coloidal o disuelto en el agua. Se pueden remover entre 60% a 70% de sólidos de suspendidos totales y también en 30% de la DBO orgánica sedimentable en el agua residual. MINAM (2009)

## **Tratamiento secundario**

Constituye fundamentalmente en la incorporación de proceso biológico que tiene la función de reducir el DBO entre un 50% y 95% como principal componente son los microorganismos que degrada la materia orgánica con mayor eficiencia. Los tratamientos más usados son:

La aireación es un fenómeno físico, la transferencia de gas, en donde ocurre un intercambio de moléculas de gas a líquido; cuando aumenta considerablemente los gases en cuerpo receptor en este caso un cuerpo de agua surge n efecto de saturación por la concentración del gas y esto con lleva que exista una interacción con la temperatura, presión; hay la probabilidad que suceda una reacción contraria donde las fases líquida está totalmente saturada.

En la interacción natural de las aguas residuales, el aire que contiene es atmosférico que se presenta de forma gaseosa y la otra parte lo conforma el agua y sus componentes; la transferencia artificial de oxígeno se realiza a través de máquinas de aireación las cuales inyectan al cuerpo de agua a tratar

El objetivo que tiene la aireación en el agua a tratar es generar oxidación biológica en la materia orgánica, siempre y cuando cumpla con cantidad suficiente y necesaria de oxígeno y esto se denomina tratamiento de aireación.

La transferencia del oxígeno al líquido se da de varias formas, burbujas, de la atmosfera con el agua a través de la lluvia y el movimiento del cuerpo de agua o turbulencia con la atmosfera.

Cuando se realiza el proceso de transferencia de oxígeno al agua, hay que tener en cuenta que para obtener eficiencia completa en el traspaso de oxígeno

en el agua va influir el diseño de la maquina inyectora de oxígeno, cual tiene como función generar una buena mezcla, el volumen de transferencia de O<sub>2</sub> y la manipulación correcta de la máquina.

El aire difuso se obtiene mediante la inyección de oxígeno a los aspersores poco convencionales que tiene la forma de disco de material de cerámico poroso, impulsado por tuberías a presión. Usualmente se utiliza aireadores en plantas de tratamientos de agua residual de mayor tamaño que tiene como proceso de lodos activados, este mecanismo está situado en la base de la lengua y siguen manipulados mecánicamente, la aireación estática es otro mecanismo de aire difuso contra de unos cilindros verticales que están depositados en la base de la laguna y conectados por ductos que depositan el aire comprimido.

La aireación mecánica se produce por puntos rotatorios ligeramente, que también se llama aireación superficial que se encuentra bajo la superficie del agua en esa posición se propaga el agua como una pileta, dando paso a la transferencia de oxígeno del aire. ROLIM (2000)

La filtración son unidades de tratamiento físico y biológico que se han utilizado hace mucho tiempo en el manejo de agua residuales, los filtros que se utilizan en el tratamiento de aguas residuales cuentan con: filtros percoladores convencionales y de tasa alta, filtro de tasa baja con media granular y poroso utilizado en la filtración de efluentes tratados.

Los filtros de tasa baja de mayor uso son los filtros de arena intermitentes, filtros de media granular con recirculación; durante años se han realizado investigaciones y usando diferentes tipos de medio filtrantes incluyendo: los sustratos (antracita, granate, ilmenita, piedra) parte de los arboles como la corteza y los plásticos también se emplean para este fin.

Actualmente la arena constituye como el medio filtrante más utilizado en la construcción de filtros, el mecanismo de remoción se constituye durante la filtración influye el tipo de fallas y el modelamiento de la remoción de constituyentes, este tiene influencia sobre la remoción de los siguientes parámetros de DBO, SST, grasas y aceites, turbiedad, nitrógeno, bacterias y

virus se relaciona con el medio filtrante. CRITES, TCHOBANOGLOUS, Y OTROS (2000)

### **Tratamiento terciario**

En este tratamiento se pretende remover los nutrientes como nitrógeno y fosforo. Con la finalidad de prevenir la eutrofización o el desarrollo incontrolado de algas en los lagos, lagunas o cuerpos de agua de baja circulación.

La aplicación o uso de la ozonificación, radiación UV son alternativas para tratar el agua y tierra, la ventaja de no dejar residuos en ella.

### **Floculación y Coagulación**

AGULIAR, SAÉZ, Y TROS (2002) Se comprende coagulación cuando se agrega un líquido y este desestabiliza los parámetros fisicoquímicos iniciales del agua en su forma natural y tiene una reacción al estado coloidal donde el rechazo inicial de partículas se elimina generando atracción de cuatro partículas enlazadas por puentes y toma la forma de una malla pero de coágulos aumentando su peso molecular que es el ideal.

Su forma dependerá del tipo de coagulo que se agregara al agua con características tridimensional y porosidad, alcanzando un tamaño y peso apropiado para sedimentar.

La floculación sucede cuando hay una interacción en el transporte de las partículas en el agua generan contacto con los coloides y precipitan las partículas; A diferencia del término coagulo, se puede decir a los efectos que se manifiestan al introducir un coagulante (reactivo químico) en el agua a tratar, produciendo resultados de características insolubles, la coagulación inicia cuando se agrega el coagulante al agua y tiene un tiempo muy corto los reactivos químicos más empleados o recomendados son: el alumbre o sulfato de aluminio.

## **Factores influyentes en la coagulación**

### **Tipo y cantidad de coagulante**

Para la determinación de la cantidad de coagulante dependerá de la turbidez del agua a tratar generando una relación y el tipo de coagulante es variable ya que depende del factor económico para comprar un coagulante más eficiente, la cantidad exacta se obtiene mediante pruebas de jarras llamado también Jar Test.

### **pH del agua**

Para la variedad de coagulantes que existen en el mercado, cada uno de ellos tiene un pH óptimo en donde se desarrolla una mejor floculación en un cierto tiempo sumado la dosis exacta de coagulante esto permite optimizar productos y rendimientos.

### **Tiempo de mezcla y floculación**

Es comúnmente llamado “periodo de coagulación” que tiene un inicio desde la adición del coagulante y el final de la agitación a una velocidad que impida la precipitación de material floculante, este factor es muy importante, porque se debe controlar el tiempo en mayor parte favorece al tratamiento y en otros casos causan una ruptura de los flóculos formados, esto tiene que ver con la fuerza de agitación que se le aplica.

### **Fuerza de agitación**

Se hace usualmente en dos partes, la primera es cuando se expone el agua con el coagulante a una velocidad muy rápida para que el coagulante se disperse y genere una mezcla muy homogénea y la segunda consiste en aumentar en el tamaño de las partículas suspendidas con una agitación lenta en un plazo determinado los flóculos suspendidos y sin romperse causados por la fuerzas de azalla.

## Índice de Willcomb

Se aplica para determinar en forma observatorio, cual es la evolución del floc en cada una de las jarras, teniendo mayor puntaje por el tamaño, velocidad de precipitación aparente y el agua más limpia entre las partículas coaguladas, tratar de comparar las dimensiones del floc es complicado por esto se puede estimar en milímetros de carácter aproximado.

Se establece Floc Bueno, como al Floc que está bien formado, como tamaño relativamente grande, que se deposita fácil pero no completamente.

**Tabla 1 - Índice de Willcomb.**

<b>Número del Índice</b>	<b>Descripción</b>
0	Flóculos coloidal, Ningún signo de aglutinamiento.
2	Visible. Floculo muy pequeño casi imperceptible para un observador no entrenado.
4	Disperso. Floculo bien formado, pero uniformemente distribuido (sedimenta muy lentamente o no sedimenta)
6	Claro. Floculo de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
8	Bueno. Floculo que se deposita fácil pero no completamente
10	Excelente. Floculo que se deposita completamente. Dejando el agua cristalina.

**Fuente:** Rigola, Gonzáles, Morales y otros (2008). Factibilidad del uso de polímeros para la clarificación del agua potable en la ciudad de Mérida.

## Temperatura del agua

La temperatura es otro factor que debemos tener en cuenta al momento de hacer el tratamiento, tiene una influencia muy importante en las propiedades físicas como la viscosidad, solubilidad, el pH y la cinética.

Cuando la temperatura sufre una depresión por debajo de un valor los resultados no son óptimas para la clarificación, las reacciones químicas se vuelven lentas y detienen el movimiento browniano y reduce la probabilidad de colisiones.

## Mecanismos de funcionamiento

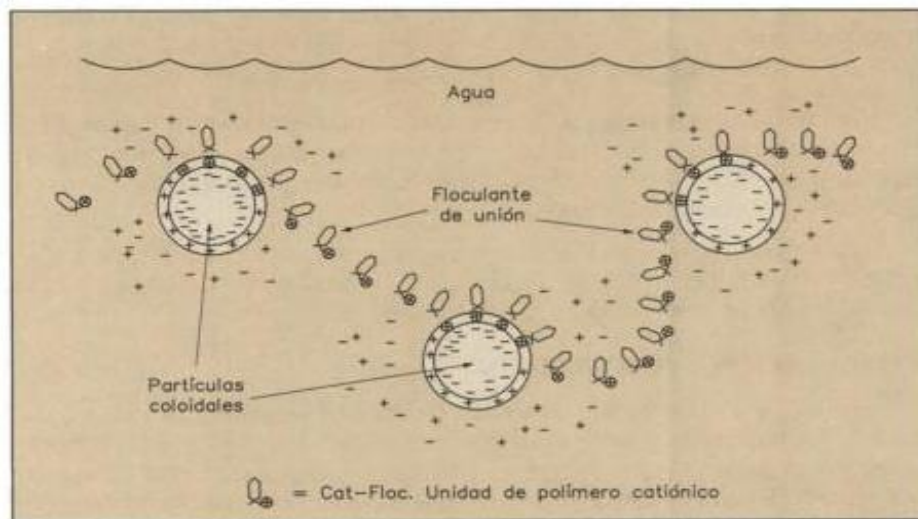
Las con una dimensión de una micra, milésima de micra y coloidal se les denomina en suspensión, molécula en solución respectivamente.

El peso relativo de la partícula en el agua es una característica no muy relevante comparada con las propiedades superficiales y las cargas eléctricas, esto es por qué las partículas no sedimentadas hay que tener en cuenta estos dos factores al momento de tratar el agua turbia.

Las fuerzas de repulsión existentes en las partículas coloidales se les denomina cargas superficiales electroestáticas que le impiden agruparse y sedimentar, usualmente las partículas coloidales están cargadas negativamente.

Sabiendo por que las partículas coloidales y moléculas en solución no sedimentan, se debe aplicar un proceso de reacción contraria y para ello existen los coagulantes que tienen la función de neutralizar la carga superficial mediante adicción de un electrolito con carga opuesta mejorando su rendimiento, si el electrolito lleva más número de carga.

Los coloides que existen en el agua con carga negativa son iones de magnesio y bario que son bivalentes, que tiene una eficiencia de 30 veces más que el sodio, monovalente y a su vez el hierro y aluminio son trivalente, superior al bivalente en 30 veces. RIGOLA (1998)



**Fuente:** Rigola (1998). Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales.

**Figura 1** - Mecanismo de Funcionamiento.

## **Productos Coagulantes**

Están clasificados en dos grandes grupos: orgánicos e inorgánicos.

### **Coagulantes inorgánicos**

Tenemos a las sales de aluminio: sulfato de aluminio (sulfato de aluminio hidratado), aluminio sódico, cloruro de aluminio y también existen sales polimerizadas o pre hidrolizados como: cloruro de poli aluminio, sulfato de poli aluminio y silicato sulfatado de poli aluminio; sales de hierro se sub divide en sales simples: sulfato ferroso, sulfato ferroso, sulfato, cloruro férrico, sales polimerizadas como: sulfato poliférrico y cloruro poliférrico. RODRIGUEZ; MUÑOZ Y OTROS (2005)

### **Coagulantes orgánicos**

Son de alto peso molecular conocidos como polímeros estos pueden provenir de la naturaleza o sintéticos.

Los polímeros de origen microbiológicos, se obtiene biofloculantes de alto peso molecular se encuentra situados en la célula y no salen de ella, se puede extraer con un proceso de silis.

Los polímeros de origen natural, se encuentra en el almidón, la celulosa, extracto de vegetales, alginatos, goma y quitosan, pueden ser catiónicos como el quitosan y el almidón, aniónicas como los polisacáridos sulfatados y sus derivados y no aniónicas que son derivados del almidón galactomanosa derivado de la celulosa y gelatinas pertenecen al orden de polielectrolitos.

Sintéticos, también son polielectrolitos que tienen la apariencia de cadena monoméricas tiene una característica importante que la densidad de carga estas se pueden clasificar como polímeros de baja, alto mayor peso molecular, son aplicados en la industria, también hay que tener en cuenta que es toxico por ello tiene que ser un producto homologado.

## **Polielectrolitos**

Pertencen al grupo de polímeros en el mercado se conoce de dos tipos sintéticos o naturales cual propiedad es de alto peso molecular en su combinación por la parte química se puede obtener moléculas de dimensiones coloidales las cuales son de bajo peso molecular y tiene ciertas características individualmente pueden tener una o más cargas o solamente grupos ionizantes; los polielectrolitos se pueden adaptar como coagulante o coadyudante de la floculación aumentando en proporciones grandes las dimensiones del floc, hay otro producto que tiene los mismos resultados pero si no se controla la dosis optima se produce una floculación precaria donde la cantidad de solidos suspendidos aumenta, este polielectrolito es la sílice; estos floculantes son los más utilizados en la actualidad HERNÁNDEZ, A (2000)

## ***Moringa oleifera***

En la familia *Moringaceae* podemos encontrar como único genero a la *Moringa* y en la cual se sub divide en 13 especies; en orden de las *Brassicales* están grande que hace la existencia de la *Moringaceae* sea muy pequeña, dentro de ellas tenemos la familia de la col, rábano, mastuerzo y alcaparras.

La *Moringaceae* tiene un parentesco con las *Caricaceae* (papaya) en exhibir glándulas en el ápice del peciolo; es muy difícil diferenciar de un miembro de *Moringa* de cualquier otra planta, ya que tiene una gama muy variada de habitas o formas de crecimiento que pueden ser unas hierbas, arbustos hasta arboles grandes. SCIELO (2011)

El árbol de la *M. oleifera* es endémica del lado sur del Himalaya distribuyéndose por Pakistán, Afganistán, Bangladesh y el noroeste de la India, la especie *Oleifera* es muy conocida en el género *Moringa*.

Tiene una amplia distribución en el mundo, la primera incursión que tuvo fue como planta de adorno desde su llegada en 1920 en América Central y como cerco vivo, esta planta se adecua las sequias, puede soportar en un rango de 500 a 1500 mm de precipitación anual y el pH abarca de 4.5 y 8, la descripción inicia por sus hojas que pueden ser compuestas, en el grupo de foliolos están



dispuestas y cinco pares reposan en el peciolo principal y termina con un foliolo, sus hojas pueden llegar a medir de 30 a 70 cm cabe resaltar que son alternas tripinnadas.

Es un árbol de crecimiento acelerado, no tiene una vida larga aporta gran cantidad de nutrientes al suelo, también se puede desarrollar hasta los 1400 msnm, el árbol de la moringa puede reproducirse de maneras: sexual y asexual.

### **Producción de la semilla**

“La *Moringa* requiere de poca agua, entre 3000 y 3500 metros cúbicos/año, frente a los 36 mil de los espárragos, a los 10 mil de páprika o 9 mil de la uva, entonces es un cultivo ideal para zonas donde la escasez de agua es dramática”. GRUPO AGRONEGOCIOS (2013)

La semilla de la *Moringa* tiene un potencial germinativo muy alto de 90% y no requiere un pre tratamiento, tiene un periodo de 5 y 7 días de germinación después de la siembra; hay que tener en cuenta cuando se almacena porque meses después este disminuye su potencial germinativo. PEREZ, SANCHEZ Y OTROS (2010)

### **Propiedades de coagulación – floculación de la semilla**

Esta propiedad que tiene las semillas de *Moringa* se debe a que se extrae el floculante natural cual tiene la característica de polielectrolito con función aniónica y catiónica, que permite la purificación de aguas residuales causando sedimentación de partículas minerales.

También es aplica en otras industrias como la cervecera y jugos en la cual tiene la función de flocular y sedimentar, en la cual disminuye severamente la turbiedad y da brillo único a la bebida.

### **Obtención del floculante natural de la semilla de *Moringa oleifera***

Para obtener una mejor calidad de agua recuperada por el tratamiento de semillas se debe agregar trituradas para una excelente sedimentación, los pasos para obtener el floculante natural de la semilla son los siguientes:

Dejar secar las vainas (madurar en el árbol), cosechar las vainas y moler las semillas, pasar por un tamiz para obtener un polvo muy fino que ayuda a una mejor floculación y coagulación, al entrar en contacto con el agua se obtiene una solución de proteínas con una carga total positiva; la dosis comúnmente es de 1-3% y toma la característica de polielectrolito canónico dentro del proceso. FOLKARD Y SUTHERLAND (1996)

### **Campos de aplicación de la *Moringa oleifera***

El campo de aplicación de la *Moringa oleifera* es muy amplio, pero no se obtiene mucho conocimiento de esta planta en el mundo y las soluciones que puede aportar en seguridad alimentaria, en el Perú es muy bajo el conocimiento debido a la poca investigación.

Uno de los campos en donde se desarrollan la semilla pueden ser: la medicina, química y agrícolas entre ellas como alimento para ganado, obtención de biogás, productos de limpieza doméstica, cosméticas y tratamiento de agua.

Es una planta muy completa tanto para la industria como para consumo doméstico, cuenta con poco anti nutrientes, se puede aprovechar todas las partes del árbol desde sus raíces hasta sus semillas y flores, la investigación valida el valor nutricional que tiene la planta y con ella podemos combatir la desnutrición infantil y familiar, solo hay que impulsar el cultivo a nivel distrital es de bajo costo y se desarrolla en condición agrestes, no requiere de mucha agua ni suelo muy fértil. VILLAREAL Y ORTEGA (2014)

### **Costos y presupuestos de la semilla de la *Moringa oleifera***

Cuando se pretende una siembra con fines de obtención de semillas hay que tener en consideración el buen cuidado de esta siembra para conseguir resultados positivos.

La cosechas pueden variar en los años, se puede esperar en el primer año una 1 Ton por hectárea, consecutivamente en los años se obtendrá de 2 Ton a 2.5 Ton y hasta 3.5 Ton; los costos de riego y mantenimiento es de \$2000 por hectárea y \$400 respectivamente. GRUPO AGRONEGOCIOS (2013)

### **Cualidades especiales de la *Moringa oleifera***

Las proteínas que componen las hojas de la *Moringa* son A, B, C y minerales, es un excelente fuente de nutrientes que son ideales para las mujeres gestantes, lactantes, niños pequeños; las hojas del árbol crecen muy rápido e incluso en temporadas de sequía.

“Otras propiedades que tiene la *Moringa* son antibióticas contra el tripanosoma, la hipotensión, antiespasmódicas, anti-ulceras, anti-inflamatorias, hipocolesterolémicas e hipoglucémicas”. FAO (2015)

Según la FAO también establece que es fundamental el cultivo de la *Moringa oleifera* en la pequeña agricultura, ya que puede ser un ingreso económico y alimenticio, este aporta nutrientes al sustrato, combate la erosión, sirve como rivera para los ríos y de corta viento.

### **Empresa Agroindustrial San Jacinto S.A.A**

Agroindustrias San Jacinto, es una empresa que tiene como actividad productiva en el sector agrario en la cual transforma a través de sus procesos a nivel industrial la caña de azúcar en productos terminados como azúcar refinada, rubia y blanca a este grupo se les llama primarios y consecutivamente tenemos a los sub productos entre ellos: melaza, alcoholes y fibra de bagazo.

En la actualidad tiene 7837 hectáreas que son aptas para el cultivo de un total de terreno propietario de 12337 hectáreas; con dirección al Norte a 405 Km de la ciudad de Lima y a unos 45 Km de Chimbote, podemos encontrar la región Ancash que alberga al Valle de Nepeña junto con él a San Jacinto.

La actividad económica es totalmente agrícola que tiene un alcance territorial a los valles del Santa, La Cramarca, Nepeña y Casma donde el cultivo es independiente en esas zonas; el valle de Nepeña es muy diverso en sus suelos,

clima, es uno de los más secos del litoral peruano, fomenta el cultivo de otras especies del sector agrícola tiene como base de desarrollo el proyecto especial Chincas llevando agua a las zonas desérticas sistematizando con riego tecnificado por goteo a gran escala.

Reseña histórica.

En el tiempo del virreinato la actividad agrícola ya existía, donde la soberanía española cedió sus tierras a los jesuitas que Vivían en el valle.

En 1872, se fundó las bases de la Industria Azucarera por el escocés E. Swayne quien adquirió el valle en ese año, después de su muerte queda al mando su yerno Don Augusto B. Leguía como administrador de la Hacienda San Jacinto hasta 1908 año donde fue elegido presidente del Perú.

Siguiendo con los hechos cronológicos de la formación de la azucarera, tuvo partición:

En 1947, se forma Empresa Negociación Azucarera Nepeña S.A – NANSA.

En 1969, La Reformatión Agraria lo convierte en “Cooperativa Agraria Azucarera Limitada N° 40”.

En 1992, la Cooperativa se convierte en una sociedad Anónima por el acuerdo de la Asamblea de Socios.

En 1996, se ejecuta la “Ley de Saneamiento Económico Financiero de las empresas Agrarias Azucareras”.

En 1997, acciones tomadas por la junta general se optó por el cambio de razón social a compañía peruana del Azúcar S.A, por la escisión de la línea febril, también sufrió una sequía que no se comparaba hace 70 años, causo muchos estragos en el valle de Nepeña.

En 1998, la naturaleza azota nuevamente con el fenómeno del niño generando pérdidas económicas.

En 2003, se fusionan ambas empresas siendo Agroindustrias San Jacinto la empresa absorbente.

En 2009, la corporación azucarera del Perú S.A perteneciente al Grupo Gloria obtuvo 20662.556 en acciones de la empresa San Jacinto con un 72.62% del total.

En 2010, el Grupo Gloria compra el 82.63% de las acciones de la empresa San Jacinto y todo esto fue impulsado por la oferta pública de adquisición que organizó Coazucar que tubo final el mismo año y donde volvió a comprar 2847.802 acciones siendo un total de 82.63%.

### **Proceso industrial de la caña de azúcar**

#### Preparación

Ingreso y lavado de la caña:

Acto inmediato al ingresar se pesa en las basculas y se deposita en la mesa alimentadora con la participación de grúas, continuamente se lava la caña para eliminar la tierra y arena.

#### Cocción

Molienda y extracción del jugo:

Se transporta la caña recién lavada hasta el picador o machetero donde terminará en pedazos listo para ir al trapiche, donde se extraerá el jugo que contiene la glucosa la cual se deposita en una batería con 6 molinos con un tonelaje de 3200 de caña por día.

Purificación del jugo

En la serie de molinos, sobre todo en el último se enjuaga con agua caliente que aporta una mayor desinfección y extracción del jugo, caso contrario sucede en los primeros molinos donde se lava con el mismo jugo.

Los residuos generados en el último molino tienen dos finalidades como combustible para generar vapor en las calderas o como materia prima para el

papel, continuando con la actividad el jugo es pesado en las basculas luego pasa por un proceso de alcalinización para regular su pH, reducir su acidez, cual desfavorece a la calidad del producto final, en la disminución o eliminación de la sacarosa.

Como beneficio secundario e importante permite la sedimentación de las impurezas que trae el jugo en mayor cantidad, posteriormente es enviado a través de bombas será filtrado con un sistema rotario que retiene las fibras y bagasillos, el jugo es sometido a precipitación en un tanque en donde se elimina las partículas e impurezas solidas luego se expondrá a una temperatura elevada, se procede a derivar al clarificador para la sedimentación de lodos que tiene como finalidad de abonar los campos de caña.

Concentración del jugo y evaporación:

Para obtener la mayor concentración del jugo, hay que extraer el agua con unos evaporadores, teniendo un resultado del 80%, el cual se convierte en jarabe, dejando el bagazo como combustible para las calderas, en este proceso se obtiene la cachaza.

Cristalización

Este proceso se lleva a cabo en los tachos que son depositados al vacío el producto de esta actividad que contiene liquido (miel) y cristales (azúcar) tiene por nombre masa cosida, para obtener la mayor concentración de sacarosa tiene que emplearse el sistema de tres cocimientos.

Separación o centrifugación:

La masa ingresa a los cilindros centrífugos cual tiene como objetivo este proceso es de separar los cristales del licor madre; estos cilindros son rotatorios cuenta con una malla interna que separa los cristales de la masa cual se deposita en unos tanques que pasaran por el proceso de cristianización (las tres etapas) y se venderá como materia prima para la fabricación de alcoholes.

La refinación:

Se busca una reducción o eliminación de materias coloidales, colorantes o inorgánicas que el licor pueda contener.

El secado:

En esta etapa se transporta por elevadores y bandas para abastecer a las secadoras que tienen un diseño de elevadores rotatorios y se expone el azúcar con el aire caliente, este debe tener una humedad aproximada 0.05% para evitar los terrones.

Empaque:

Este proceso es la etapa final en la cual se procede a empaquetar el producto en dos presentaciones 50 Kg o 100 Kg (dependiendo el mercado)

## **Formulación del Problema**

### **Problema general**

¿El uso de la semilla de *Moringa oleífera* permitirá la recuperación de aguas residuales por coagulación – floculación, aireación y filtración después del proceso de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016?

### **Problemas Específicos**

#### **Problema Especifico 1**

¿Cuál es la dosis optima de *Moringa oleífera* que permitirá la mejor recuperación del agua residual industrial de la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016?

#### **Problema Especifico 2**

¿Cuáles serán las condiciones del proceso de floculación – coagulación para la recuperación de agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016?

### **Problema Especifico 3**

¿Cuál será el tiempo óptimo de inyección de aire para la recuperación de agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016?

### **Problema específico 4**

¿El proceso de filtrado será eficiente para la recuperación de agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016?

## **1.5. Justificación del Estudio**

“Para obtener 1kg de azúcar refinada de caña de azúcar se requieren alrededor de 1,500 litros de agua. La caña de azúcar consume alrededor de 220 mil millones de metros cúbicos de agua al año, lo equivalente al 3.4% del consumo mundial de agua para la producción agrícola.” (EL AGUA virtual y la huella hídrica, 2013).

Esta investigación tiene por conveniencia, aportar una solución de ahorro del agua por el método de coagulación – floculación de las aguas residuales del lavado de caña de azúcar, que deberíamos aplicarlo en el Perú y aceptar está tecnología ya que nos da una gestión formidable del uso de nuestro recurso primario.

En la situación de beneficiados seremos todos nosotros, es decir si se implementa este coagulante natural los beneficiados directos serán todos los pueblos aledaños, ya que tendrán agua a disposición para regar, sembrar, etc. Sin necesidad de consumir agua potable para fines terciarios, ya que siendo esté el líquido que nos permite estar vivos y también a los demás seres en la tierra como las plantas, animales y todos que dependen de ella, causando un gran impacto benéfico en la comunidad ya que nos admitiría llevar el agua a todas las personas que lo necesitan, podemos prevenir enfermedades, cuidar de nuestra higiene y sobre todo evitando la destrucción de otras fuentes naturales de agua dulce, que son nuestras reservas.



Está investigación busca, recuperar el agua de la etapa de lavado de caña utilizando la semilla de la *Moringa oleifera* como coagulante natural, y es generalmente ahí donde se consume grandes volúmenes de agua y no hay gestión alguna para recuperar dicho cuerpo de agua que tiene mucha implicancia con nuestro presente, nuestro futuro y en el desarrollo de la humanidad, por que dependemos del agua. Si no existirá este líquido no habría desarrollo en los países, comunidades, pueblos, ni la vida misma. Siendo una alternativa de ahorro del agua a bajo costo.

A través de está podríamos combatir la escasez de agua dulce en nuestro país, la cual se está haciendo notar en algunos departamento o localidades, donde el agua no llega y si lo hace es en cisternas la cual es almacenada en depósitos causando una fuente inminente de enfermedades que amenaza con nuestra integridad; la escasez del agua no es solo un enemigo del presente sino también del futuro y si no hacemos nada para combatirla causara daños irremediables y con esta alternativa de recuperación de aguas residuales, podemos hacerle frente a la escasez.

Por ello, es necesaria una tecnología de recuperación de aguas residuales que nos permita el ahorro de nuestro líquido vital. En esta investigación se pretende aplicar la semilla de la *Moringa oleifera* como coagulante natural, que puede ser usada en el proceso de lavado de caña y volver a recuperar dicho cuerpo de agua con calidad de riego, resaltando que el agua contaminada del proceso de lavado deber tener un pre tratamiento.

## **1.6. Hipótesis**

### **Hipótesis general**

El uso de la semilla de la *Moringa oleifera* como coagulante natural permite la recuperación de las aguas residuales industriales en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.

### **Hipótesis específica**

- La dosis optima de *Moringa oleifera* recupera el agua de la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.

- Las condiciones del proceso de floculación – coagulación permite recuperar el agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.
- El proceso de inyección de aire permite recuperar el agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.
- El proceso de filtrado es eficiente y permite recuperar el agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.

## **1.7. Objetivo**

### **Objetivo General**

Recuperar agua residual industrial en la etapa de lavado de caña con el proceso de coagulación – floculación, aireación y filtrado para la etapa de lavado de Caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar la dosis optima de *Moringa oleifera* para la recuperación del agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.
- Determinar las condiciones en la etapa de floculación – coagulación para la recuperación del agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.
- Determinar el tiempo óptimo de inyección de aire para la recuperación de agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.
- Determinar la eficiencia de la etapa de filtrado para la recuperación de agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.

## **II. MÉTODO**

## 2.1. Diseño de Investigación

### Metodología

El método de estudio que se aplicara será el experimental, porque tiene al experimento como técnica de investigación se fundamenta con las matemáticas, estadística y lógica, cabe resaltar que en la parte estadística se manipulara la variable independiente.

### Tipos de Estudio

Cuantitativo, porque se obtendrá datos, mediciones, cantidades de las variables modificadas (independiente).

Aplicada, se pretende dar solución a problemas simples aplicando el uso de los conocimientos fundamentales de la ciencia.

Prospectiva, se toma evidencia de los cambios observados en el proceso de experimentación.

Longitudinal ya que se registra las observaciones de las variables en dos o más momentos de un periodo de tiempo.

Exploratoria, a través de la observación y evidencia se tomaran anotaciones y se procederá analizar la técnica aplicada, para saber cómo influye los otros factores en el experimento.

### Diseño

Diseño pre-experimental se establece en tres pasos:

- Se tiene como variable dependiente, la determinación de las características iniciales del agua a tratar o también llamado Pre – Test.
- La manipulación de la variable independiente o experimental X exponiendo a pruebas a los sujetos Y.
- Determinar la variable dependiente a través de una medición a los sujetos Y, también llamados Post – Test.

Representación:

G – X – O

Dónde:

G: Medición de las condiciones iniciales al tratamiento (Pre–Test)

X: Tratamiento.

O: Medición después del tratamiento (Post–Test).

Se toma muestra de agua de la etapa de lavado de caña de azúcar sin manipular las variables de calidad, información que será analizada en un laboratorio y que servirá como dato de referencia inicial. Una vez tenido las muestras pasara por el tratamiento que consta de la etapa de pre-Filtrado (tamiz #80), que separa los residuos de mayor tamaño, en la etapa de prueba de jarras es donde se busca la dosificación adecuada del polvo de la semilla de la *Moringa oleifera*, en la etapa de experimentación se toma nuevamente las muestras de agua, se aplicara la dosis adecuada y se medirá los parámetros correspondientes y de acuerdo a ello se da pasó a la siguiente etapa de aireación para elevar el oxígeno disuelto del agua residual y para dar mejor calidad al agua residual recupera, se pasara por la última etapa que es la filtración por gravedad. Los resultados obtenidos en las muestras de aguas iniciales como después del proceso o tratamiento se constatarán con los ECAs en el D.S 015-2015-MINAM, para poder obtener similitudes o diferencias y definir si es apto o no para su reutilización en la etapa de lavado de caña de azúcar.

## 2.2. Variables y Operacionalización

### **Variable independiente:**

Proceso de pre filtrado, coagulación – floculación, aireación y post filtrado usando la semilla de la *Moringa oleífera*.

### **Variable dependiente:**

Recuperación del agua residual industrial de la etapa de lavado de caña de azúcar

**Tabla 2** - Operacionalización de las variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad o Escala	
<b>Independiente</b> Proceso de pre filtrado, coagulación – floculación, aireación y post filtrado usando la semilla de la <i>Moringa oleífera</i> .	En la etapa de <b>pre-filtrado</b> , es donde se discrimina los residuos sólidos de mayor tamaño, utilizando una maquina u objeto.	<b>Etapa de recolección de muestra inicial para los análisis del agua de lavado de caña.</b>  Se depositará en 2 bidones de 80 litros la cual se disminuirá la temperatura con hielo como medio de preservación y se tomará muestras iniciales de agua para analizar turbidez, TSS, DBO <sub>5</sub> , coliformes totales, DQO, color, olor, siendo los parámetros Exsitu y los Insitu: pH, conductividad, temperatura.	Condiciones del proceso de floculación - coagulación	Tiempo inicial del floculo	Segundos	
	En la etapa de <b>coagulación – floculación</b> , es donde se estabiliza los coloides y en la floculación el micro floculo formando aumenta su volumen, su peso y sobre todo su cohesión y posterior sedimentación.	<b>Etapa del pre – tratamiento de agua del lavado de caña</b>  El agua pasará por un tamiz # 80 para discriminar el material de mayor tamaño, en esta etapa se medirá los parámetros de turbidez, conductividad, pH y temperatura.		Dosis optima de <i>Moringa oleífera</i>	Tiempo de retención	Minutos
					Índice de Willcomb	1-8
	En la etapa de <b>aireación</b> , el aire es utilizado en diferentes métodos como para mezclar, disolver sustancias dentro de otras, etc.	<b>Etapa de extracción del floculante</b>  1. Se retiran las cascaras de las semillas que envuelven a la almendra. 2. La semilla de <i>Moringa</i> debe ser triturada, mediante machacado tradicional (en mortero). 3. El triturado de la semilla debe tamizarse, empleando un tamiz #50 4. El tamizado se diluye en agua destilada en el interior de una botella y se agita durante 3 minutos o usar un agitador magnético,	Condición de aireación	Concentración	gr/Lt	
				Filtración	Tiempo de inyección Flujo de aire	L/min
					Turbidez	UNT
En la etapa de <b>post-filtrado</b> , Filtros de						

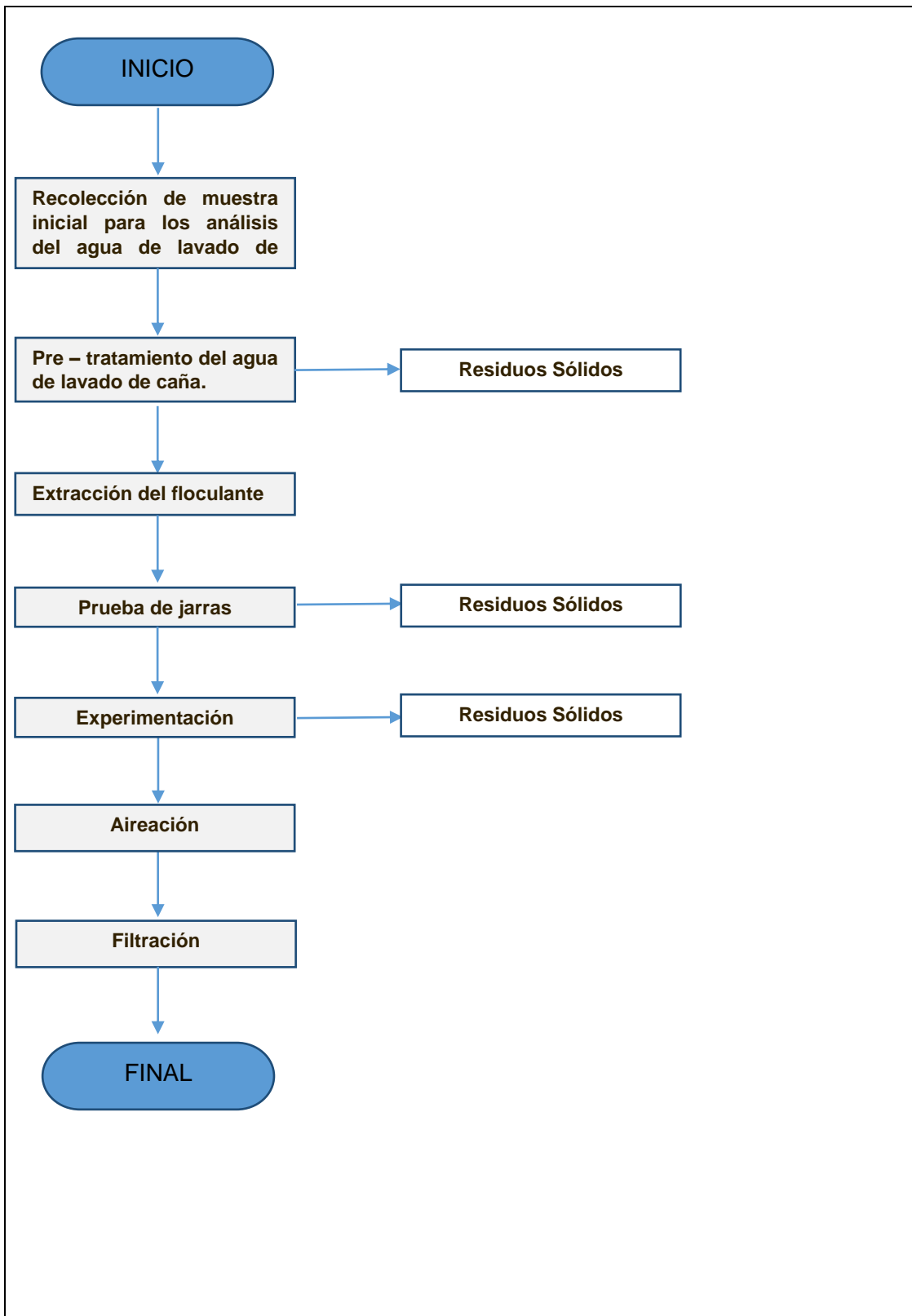
	<p>agua en base a la gravedad, Es todo aquello conformado con un falso fondo que en su composición está conformado de arena y grava, la cual tiene forma de tanque o cualquier recipiente.</p>	<p>favoreciendo a la extracción del floculante. Se hará una disolución floculante % en 100 ml de agua destilada.</p> <p><b>Etapa de prueba de jarras</b></p> <p>En esta etapa se determinará la dosis óptima del floculante las características del proceso de floculación – coagulación con la semilla en 1.1 Lt de agua del lavado de caña. Se hará 3 repeticiones a 170, 70,30 RPM con un tiempo de 3, 15, 15 minutos respectivamente, con un tiempo de sedimentación de 10 minutos y los parámetros a analizar son turbidez, pH, conductividad y temperatura.</p> <p><b>Etapa de Experimentación.</b></p> <p>Se desarrollará 6 repeticiones con la dosis óptima de floculante en 6 baldes con 6 litros de agua del lavado de caña, se utilizará la máquina de pruebas de jarras con las RPM y tiempo ya mencionado, para obtener una mezcla más homogénea. Se tomará las muestras para analizar los siguientes parámetros en el laboratorio por cada recipiente: pH, Conductividad, turbidez, T, TSS, DBO5, DQO, CT, olor, color y OD.</p> <p><b>Etapa de aireación.</b></p> <p>En esta etapa se recolectará 2.16 Lt de agua por cada balde haciendo un total de 13 litros y depositarlo en un balde de 20 litros e introducir una bomba de aire y una piedra difusora con un flujo de 7 minutos de aire por cada litro de agua generando un total de 91 minutos para el agua a</p>			
--	--	---	--	--	--

		<p>tratar.</p> <p><b>Etapas de Filtración</b></p> <p>El agua proveniente de la etapa de aireación que pasará por un filtro correspondiente.</p> <p>El filtro estará compuesto de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 06 gasas</li> <li>• 50 gr de carbón</li> <li>• 100 gr arena fina</li> <li>• 120 gr arena gruesa</li> <li>• 150 gr ceniza</li> <li>• 200 gr grava</li> <li>• 10 gr algodón</li> </ul> <p>Después del filtrado se medirá los siguientes parámetros: pH, Conductividad, turbidez, T, TSS, DBO5, DQO, olor, CT, color y OD.</p>			
<p><b>Dependiente</b></p> <p>Recuperación del agua residual industrial de la etapa de lavado de caña de azúcar.</p>	<p>Es todo líquido utilizado y proveniente de un proceso el cual recibe un tratamiento para reducir la contaminación de acuerdo a las normas legales y de esa forma es recirculado o de acuerdo al tipo de agua es su aplicación de uso.</p>	<p>Para determinar la mejora del tratamiento del agua en la etapa de lavado de caña de azúcar se realizará la caracterización del agua antes y después del tratamiento que se realizará en laboratorio acreditado por INDECOPI.</p>	<p>Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas iniciales del agua.</p>	pH	1-14
				Conductividad	uS/cm
				Turbidez	NTU
				Temperatura	°C
				TSS	mg/L
			<p>Propiedades fisicoquímicas y</p>	DBO <sub>5</sub>	mg/L
				DQO	mg/L



			microbiológicas finales del agua.	Olor	Factor de dilución a 25 °C
				Color	Pt/Co
				OD	Gr/l
				Coliformes Totales	NMP/100mL

**Fuente:** Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2 - Diagrama de Flujo del proceso del tratamiento.

### **2.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

La población está constituida por el caudal de la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto – Distrito de Nepeña - Chimbote – Ancash, periodo 2016.

#### **Muestra**

La muestra está constituida de agua residual de lavado de caña a razón de 6L/s extraído de la etapa anteriormente ya mencionada, en la empresa San Jacinto – Distrito de Nepeña - Chimbote – Ancash, periodo 2016.

#### **Muestreo**

El muestreo aleatorio simple consistirá en la recolección de 06 muestras de 06 L cada una proveniente de la etapa de lavado de caña de azúcar para realizar el tratamiento ya mencionado.

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

#### **Técnica**

La recolección de datos será directa y se recopilarán directamente de campo, a través de la observación, análisis in situ y los parámetros ex situ en laboratorio acreditado referente a aguas, comparación de los ECAs D.S 015-2015 MINAM y siguiendo con el protocolo de Monitoreo de efluentes Líquidos R.M 026-2000-ITINCI y el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales R.J 010-2016-ANA.

#### **Validez**

Los instrumentos a emplear para la investigación serán validados por un juicio de expertos:

- Ficha de propiedades físicas, químicas microbiológicas iniciales del agua de lavado de caña.
- Ficha de parámetros in situ después del Pre - Filtrado.

- Ficha de prueba de jarras con los parámetros Insitu.
- Ficha de observación del índice de Willcomb y tiempos de formación del floc.
- Ficha de observación del Tiempo de retención.
- Ficha para los parámetros físico, químicos y microbiológicos después de la coagulación – floculación.
- Ficha de observación de inyección de aire.
- Ficha para los parámetros físicos, químicos y microbiológicos después de la filtración.

Estos formatos tienen su validación por un juicio de expertos en la materia de investigación como ingenieros colegiados según muestran los **Anexos 35-40**

### **Confiabilidad de los instrumentos**

- Para determinar el parámetro de olor se aplicó el siguiente procedimiento: APHA AWWA WEF 2150 B 22nd Edition 2012, Threshold Odor Test.
- Para determinar el parámetro de color se aplicó el siguiente procedimiento: APHA AWWA WEF 2120 B 22nd Edition 2012, Visual Comparison Method.
- Para determinar el parámetro de turbidez se aplicó el siguiente procedimiento: APHA AWWA WEF 2130 B 22nd Edition 2012, Nephelometric Method.
- Para determinar el parámetro de TSS se aplicó el siguiente procedimiento: “APHA AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Edition 2012 Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C”.
- Para determinar el parámetro de DBO<sub>5</sub> se aplicó el siguiente procedimiento: “APHA AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Edition 2012 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test”.
- Para determinar el parámetro de DQO se aplicó el siguiente procedimiento: “APHA AWWA-WEF Part 5220 D 22nd Edition 2012, Chemical Oxygen Demand. Closed Reflux Colorimetric Method”.
- Para determinar el parámetro de Coliformes Totales se aplicó el siguiente procedimiento: APHA AWWA WEF Part 9221 B, 22nd Edition.

2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group.

- Para determinar el parámetro de Standard Total Coliform Fermentation Technique.

Todas las técnicas para determinar los parámetros se llevaran a cabo dentro un laboratorio con condiciones controladas.

Para el cumplimiento de los objetivos específicos establecidos, se procederá aplicar las consecuentes técnicas y herramientas. Ver **Tabla 3**

**Tabla 3 - Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
<b>Etapa de recolección de muestra inicial para los análisis del agua de lavado de caña</b>	Laboratorio Acreditado por Indecopi	Protocolo de Monitoreo de efluentes Líquidos R.M 026-2000-ITINCI. "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales" R.J 010-2016-ANA.	Ficha de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas iniciales del agua de lavado de caña.	Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas iniciales del agua.
<b>Etapa del pre – tratamiento de agua del lavado de caña.</b>	Investigador	"Standars Methods for the examination of water and wastewater 22 ND Edition".	Ficha de parámetros Insitu después del pre filtrado.	Determinar de las características del agua a tratar.
<b>Etapa de dosificación del floculante natural</b>	Investigador/ laboratorio de Fisicoquímica de la UCV.	Ensayo de jarras (Cantidad y concentración óptima para la dosificación de floculante natural)	Ficha de prueba de jarras con los parámetros Insitu. Ficha de observación del índice de Willcomb y tiempos de formación del floc. Ficha de observación del Tiempo de retención.	Determinar la dosis optima de floculante de la semilla de <i>Moringa oleifera</i> . Determinar las condiciones del proceso de floculación – coagulación.
<b>Etapa de la experimentación.</b>	Investigador / Laboratorio Acreditado por Indecopi	Coagulación – floculación	Ficha para los parámetros físico, químicos y microbiológicos después de la coagulación – floculación.	Determinar las características del agua durante el tratamiento.
<b>Etapa de aireación.</b>	Investigador	Inyección de aire	Ficha de observación de inyección de aire.	Recuperar la concentración mínima de O <sub>2</sub> en el agua tratada.

<b>Etapas de post filtrado.</b>	Investigador / Laboratorio Acreditado por Indecopi	Filtración en base a la gravedad	Ficha para los parámetros físicos, químicos y microbiológicos después de la filtración.	Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas finales del agua y % de remoción.
---------------------------------	--	----------------------------------	---	---

**Fuente:** Elaboración propia.

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

El método aplicara como análisis de datos es la diferencias de medias, permite determinar la hipótesis, la funcionalidad de esta prueba se debe a que se ha obtenido un promedio en cada etapa del tratamiento y se aplicara para determinar si estos promedios obtenidos sucedieron de forma fortuita o producidos por la manipulación de la variable independiente que se ha estudiado.

Se utilizara este método, porque tiene una característica fundamental que solo aplica con muestras pequeñas, caso contrario sucede si la muestra es grande este método pierde funcionalidad, se recomienda que la muestra debe ser igual o menor a 20. ÑAUPAS, MEJÍA Y OTROS (2013)

También se utilizará el software Excel 2013 para describir las gráficas con el fin de lograr una mayor confiabilidad de los datos obtenidos como resultado de los análisis de laboratorio.

## **2.6. Aspectos éticos**

La investigación se realizó con total transparencia por lo que se garantiza la autenticidad de los resultados; se estableció el respeto y responsabilidad, cuáles fueron las bases para desarrollar este estudio, teniendo en cuenta el sector ambiental, propiedad intelectual, ética, moral y todas las personas que participaron en el estudio.



### **III. RESULTADOS**

Se manipuló la variable independiente en 06 ensayos con la dosis exacta de floculante obtenido en la prueba de jarras, resaltando que el agua de lavado de caña necesito de las siguientes etapas de pre-filtrado, para separar los sólidos de mayor tamaño, aireación, para elevar el oxígeno disuelto en el agua y un pos-filtrado, para mejorar la calidad de agua y la cual se analizó en un laboratorio acreditado por INDECOPI.

### **3.1. PRIMERA ETAPA: Toma de la muestra del agua después del lavado de caña de azúcar.**

Para iniciar la investigación se debe conocer las características del agua a tratar, se realizó la toma de las muestras de agua en la etapa de lavado de azúcar y se midió los parámetros Insitu y los Exsitu se enviaron al laboratorio, en donde se realizó el primer llenado del instrumento de validación. Ver **Tabla N°04**



**Fuente:** Cortesía de la empresa.  
**Figura 3** - Toma de las muestras de agua.

**Tabla 4-** Ficha de Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas iniciales del agua.

Parámetros	Valor	Unidad
Turbidez	2700	NTU
TSS	2415	mg/L
DBO <sub>5</sub>	2420.9	mg/L
Coliformes Totales	1.10X10 <sup>8</sup>	NMP/100mL
pH	7.59	-
Conductividad	1022	uS/cm
Temperatura	25.8	°C
Color	>500	UC
Olor	160	-
DQO	4552.5	mg/L

**Fuente:** Elaboración propia y LABECO análisis ambientales.

### 3.2. SEGUNDA ETAPA: Pre - Filtrado

En esta etapa se separó los sólidos de mayor tamaño, para ellos se utilizó un tamiz #80 para poder procesar el agua a tratar y también se realizó la medición de los parámetros Insitu con 04 repeticiones y se procedió a llenar el segundo instrumento de validación. Ver **Tabla N°05**



**Fuente:** Foto tomada por el investigador.  
**Figura 4 - Pre – Filtrado.**

**Tabla 5** - Ficha de parámetros Insitu después del Pre – Filtrado.

Parámetros	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	Unidad
pH	6.04	6.11	6.22	6.22	-
Conductividad	772	778	781	783	uS/cm
Temperatura	21.9	22.6	22.1	22.8	°C
Oxígeno Disuelto	1.97	0.63	0.31	0.35	mg/L

**Fuente:** Elaboración propia.

Se pudo identificar que el oxígeno disuelto, Coliformes Totales, DQO, DBO<sub>5</sub>, TSS en el agua de lavado de caña no cumple con el requerimiento de los ECAs D.S. N° 015-2015MINAM para cualquier tipo de uso y teniendo estos parámetros como iniciales para cualquiera de las etapas posteriores.

### 3.3. TERCERA ETAPA: Extracción del Floculante.

1. Se separó las cascarras, de las semillas que envuelven a la almendra.
2. La semilla de *Moringa* se trituro, mediante machacado tradicional (en mortero).
3. El triturado de la semilla se tamizo, empleando un tamiz #50.
4. El tamizado se diluyo en un vaso precipitado en un volumen de 100 mL de agua destilada y se agito durante 3 minutos usando un agitador magnético, favoreciendo a la extracción del floculante.



**Fuente:** Foto tomada por el investigador.  
**Figura 5** - Extracción del floculante.

Se extrajo el floculante de la forma ya mencionada, se necesitó un total de 30.75 gr de *Moringa* y 54 litros de agua de lavado de caña, para el desarrollo del proyecto de investigación. Ver **Tabla N° 06**

**Tabla 6** - Insumos utilizados.

Etapa	Prueba de jarras	Experimentación	TOTAL
Peso (gr)	18.15	12.6	30.75
Volumen de agua de lavado de caña (L)	18	36	54

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.4. CUARTA ETAPA: Prueba de Jarras

En esta etapa se determinó la dosis óptima del floculante, las condiciones del proceso de floculación – coagulación con la semilla en 1 Lt de agua del lavado de caña. Se hizo 03 repeticiones a 170, 70, 30 RPM con un tiempo de 3, 15, 15 minutos respectivamente, con un tiempo de sedimentación de 80 minutos y los parámetros que se analizaron son turbidez, pH, conductividad y temperatura.

En los ensayos se busca simular las condiciones reales de una planta de tratamiento de agua residuales y se determinó el índice de Willcomb, tiempo de inicio de la formación del flocs, tiempo total de sedimentación y se procedió a llenar el tercer formato de validación de instrumento.



**Fuente:** Foto tomada por el investigador.

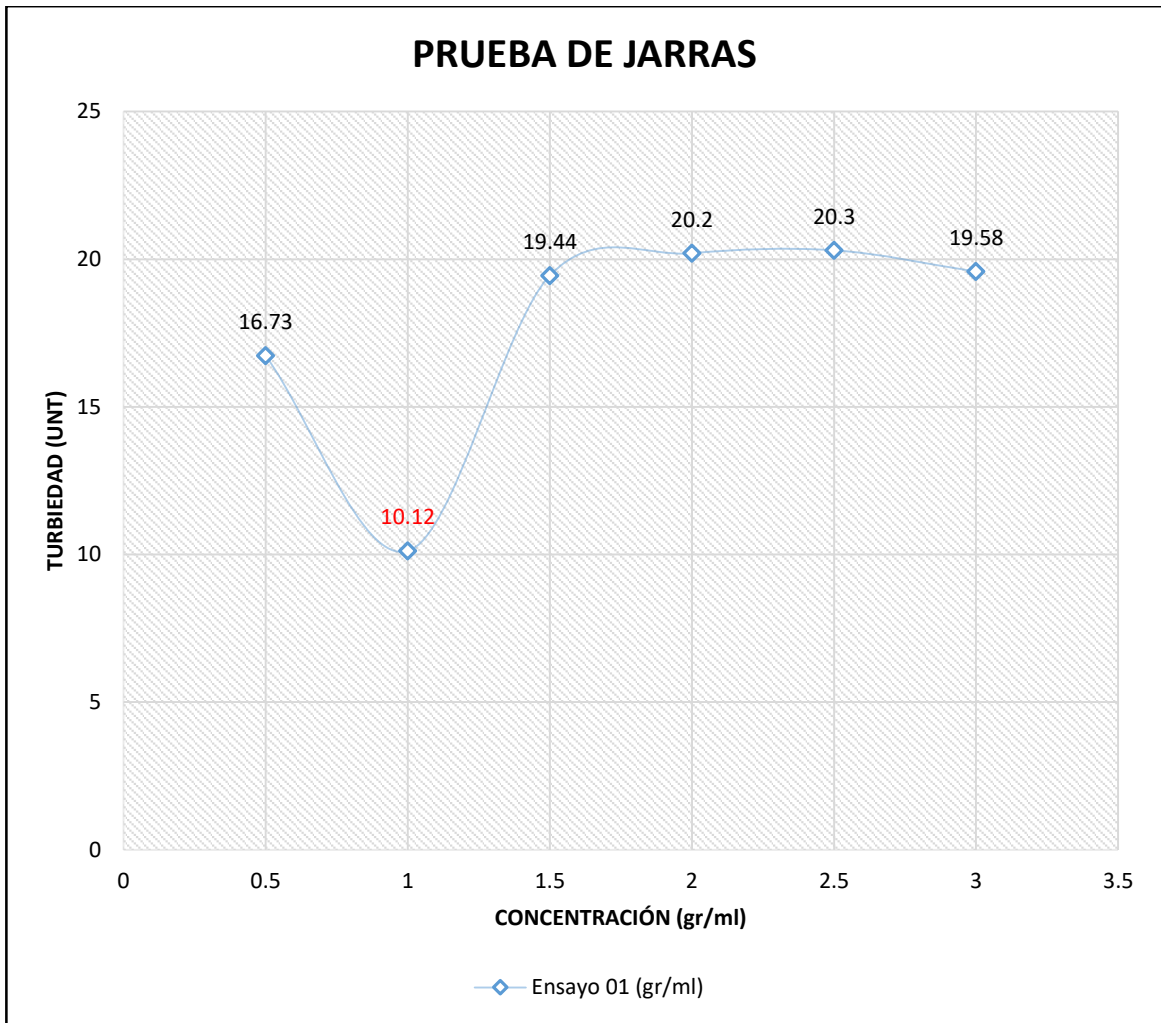
**Figura 6** - Prueba de Jarras.



**Tabla 7** - Ficha de prueba de jarras con los parámetros Insitu.

Prueba de jarras	Jarra 01	Jarra 02	Jarra 03	Jarra 04	Jarra 05	Jarra 06
Ensayo 01 (gr/ml)	0.50	1.0	1.50	2.00	2.50	3.00
Turbidez (UNT)	16.73	10.12	19.44	20.2	20.3	19.58
Ph	5.50	5.55	5.60	5.65	5.70	5.75
Temperatura (°C)	22.3	22.1	22.3	22.0	22.3	22.1
Conductividad (uS/cm)	840	851	848	841	852	854
Ensayo02 (gr/ml)	0.25	0.50	0.75	1.0	1.25	1.50
Turbidez (UNT)	12.61	11.97	18.27	19.38	23.5	31
pH	5.43	5.37	5.34	5.33	5.33	5.30
Temperatura (°C)	23.8	23.5	23	23	23	23.3
Conductividad (uS/cm)	855	854	859	866	867	874
Ensayo 03 (gr/ml)	0.15	0.25	0.35	0.45	0.55	0.65
Turbidez (UNT)	22.1	10.33	9.33	10.27	11.77	12.96
pH	5.31	5.21	5.21	5.20	5.20	5.17
Temperatura (°C)	22.3	22.2	22.1	22.1	22.1	22.2
Conductividad (uS/cm)	873	876	879	879	880	881
<b>Fuente:</b> Elaboración propia.						

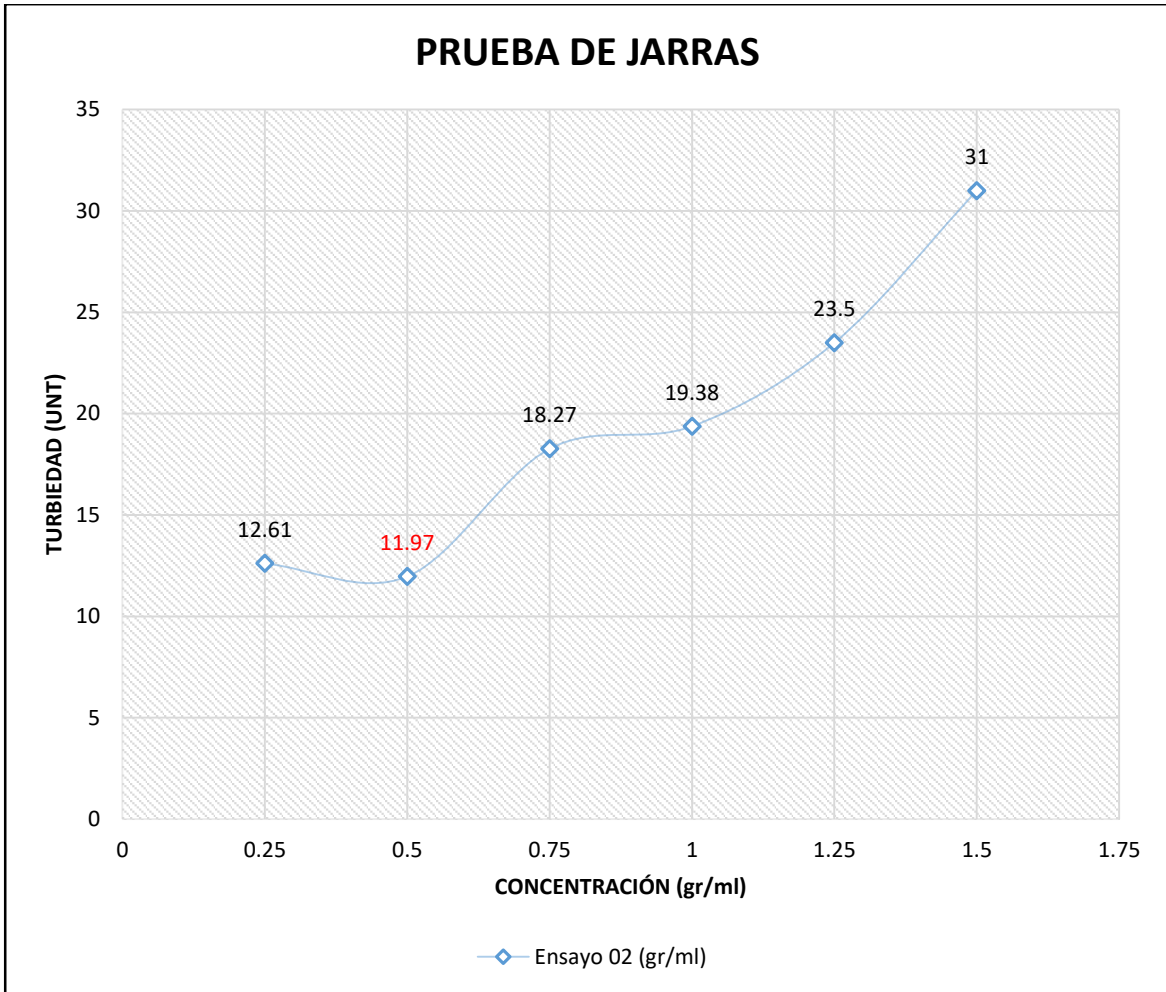
En la **Tabla 7** se puede evidenciar que a menor concentración de *Moringa* se obtiene una menor turbiedad, entonces se establece que la concentración óptima de floculante es 9.33 gr/100ml para tratar el agua de lavado de caña.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 7** -Ensayo 01

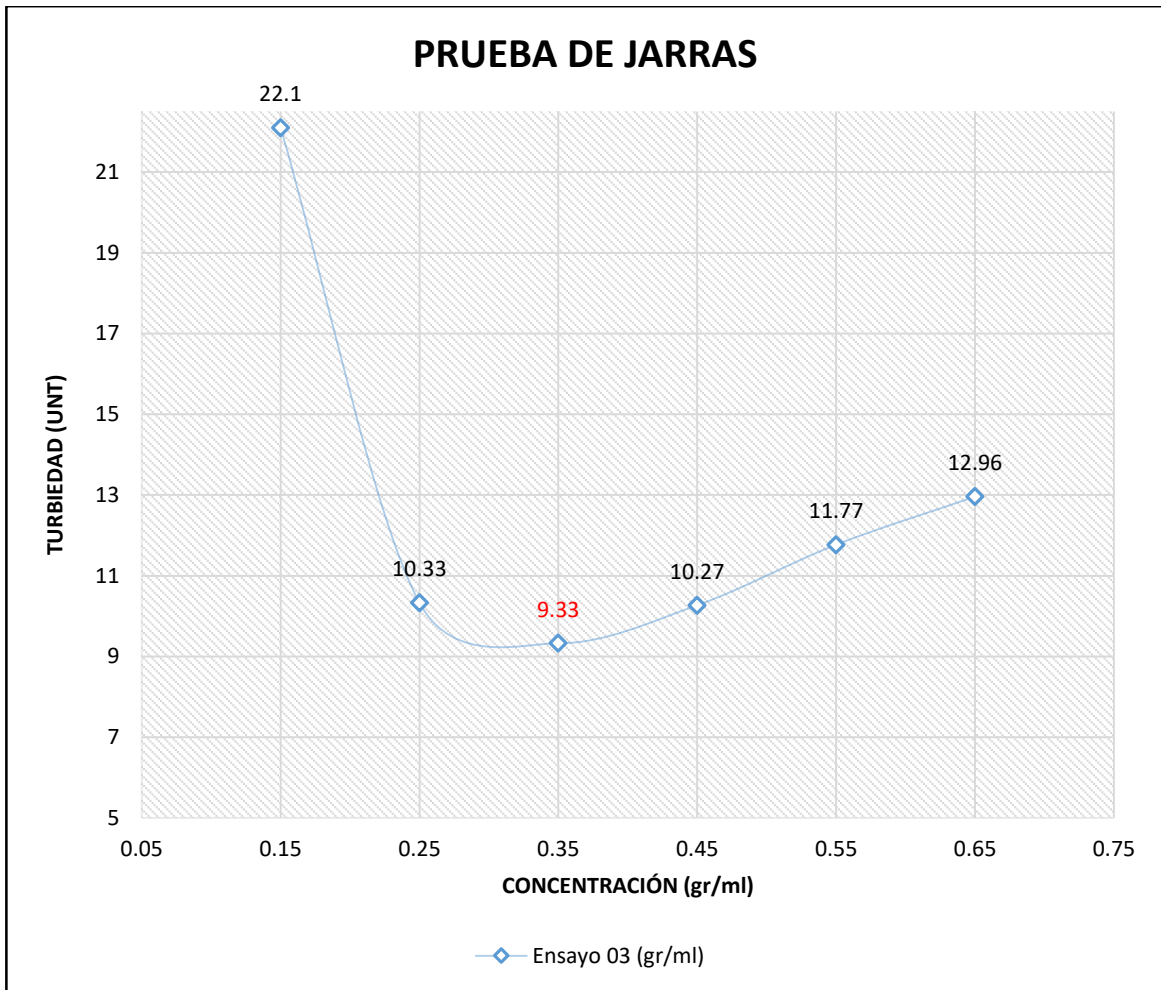
En la prueba de jarras se realizó el primer ensayo, con las concentraciones iniciales (gr/100ml), se busca encontrar la dosis óptima de floculante, por ello en esta figura buscamos la curva más baja, que nos da una turbiedad de 10.12 UNT con una concentración de 1.00 gr/100 ml. Ver **Figura 7**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 8** - Ensayo 02

En la prueba de jarras se realizó el segundo ensayo, con las concentraciones iniciales (gr/100ml), se busca encontrar la dosis óptima de floculante, por ello en esta figura buscamos la curva baja, que nos da una turbiedad de 11.97 UNT con una concentración de 0.5 gr/100 ml. Ver **Figura 8**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 9** - Ensayo 03

En la prueba de jarras se realizó el tercer ensayo, con las concentraciones iniciales (gr/100ml), se busca encontrar la dosis óptima de floculante, por ello en esta figura buscamos la curva baja, que nos da una turbiedad de 9.33 UNT con una concentración de 0.35 gr/100 ml. Ver **Figura 9**

Tiempo de formación del floc e Índice de Willcomb							
Prueba de Jarras		Jarra 01	Jarra 02	Jarra 03	Jarra 04	Jarra 05	Jarra 06
Ensayo 01	Tiempo de formación del floc (s)	18	17	19	20	20	18
	Índice de Willcomb	6	8	6	6	6	6
Ensayo 02	Tiempo de formación del floc (s)	17	16	18	18	17	17
	Índice de Willcomb	6	8	6	6	6	6
Ensayo 03	Tiempo de formación del floc (s)	16	18	15	17	16	17
	Índice de Willcomb	6	6	8	6	6	6

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 10** - Ficha de Observación del Índice de Willcomb y tiempos de formación del floc.

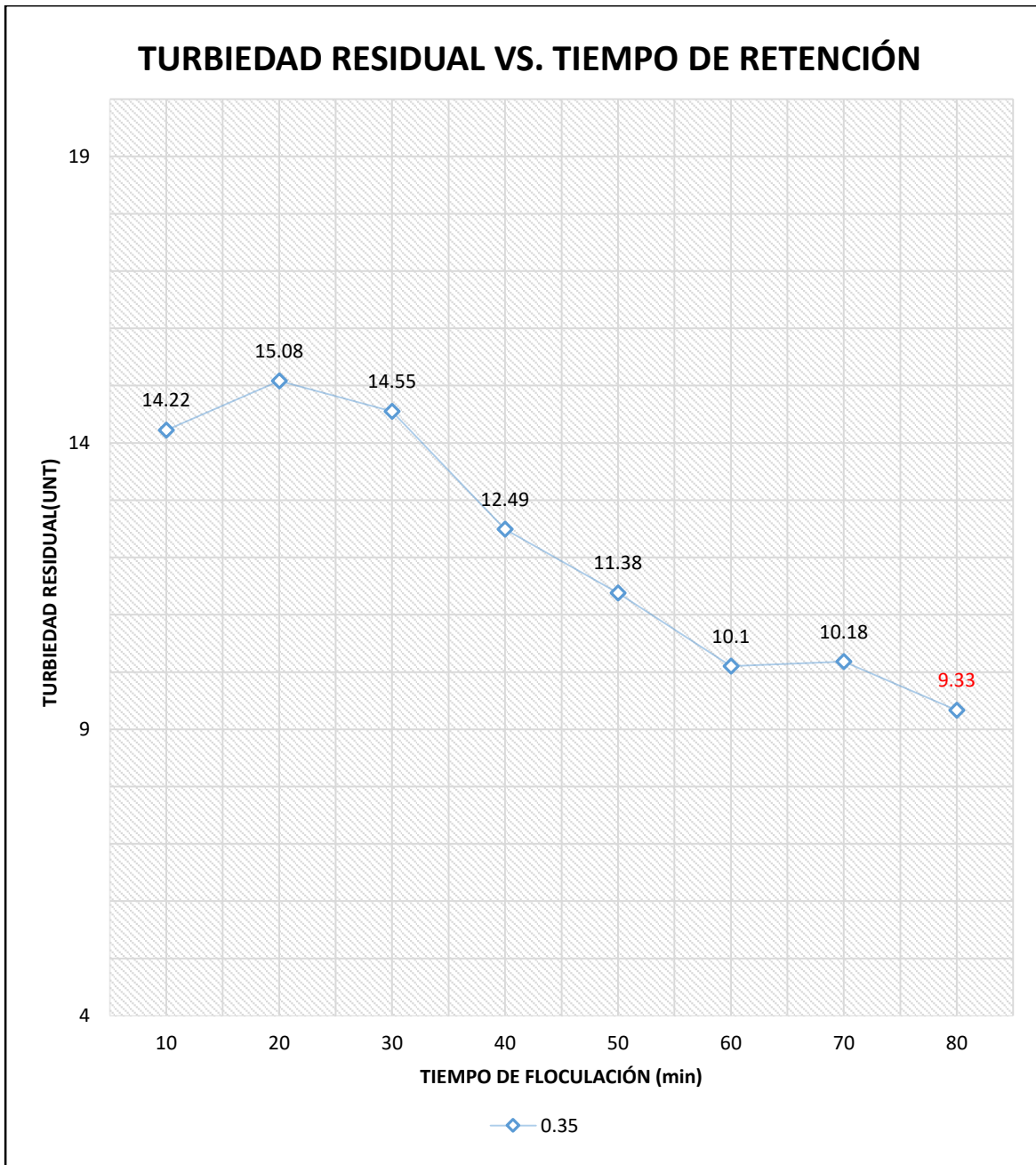
El tiempo de formación del floc se determina en segundos (cronómetro), el tiempo que tarda en aparecer el primer indicio de formación del floculo, la iluminación de la base del agitador ayuda en esta determinación y para la determinación del Índice de Willcomb ver **Tabla N° 01** y **Figura 10**

Tiempo de Retención (min)									
Jarras	Concentración (gr/100ml)	10	20	30	40	50	60	70	80
Jarra 01	0.15	25.8	35.1	31.1	27.0	26.9	22.30	23.22	22.1
Jarra 02	0.25	20.5	14.70	14.4	12.50	11.17	16.07	10.53	10.33
Jarra 03	0.35	14.22	15.08	14.55	12.49	11.38	10.10	10.18	9.33
Jarra 04	0.45	17.84	15.53	13.98	11.79	11.00	9.83	9.70	10.27
Jarra 05	0.55	20.5	26.1	19.35	15.73	15.16	13.52	14.46	11.77
Jarra 06	0.65	25.3	24.0	19.43	16.43	16.08	14.65	13.62	12.96

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 11** - Ficha de Observación del tiempo de retención.

En la **Figura 9** se evaluó el tiempo que se requiere para alcanzar la menor turbidez con una frecuencia de 10 minutos.



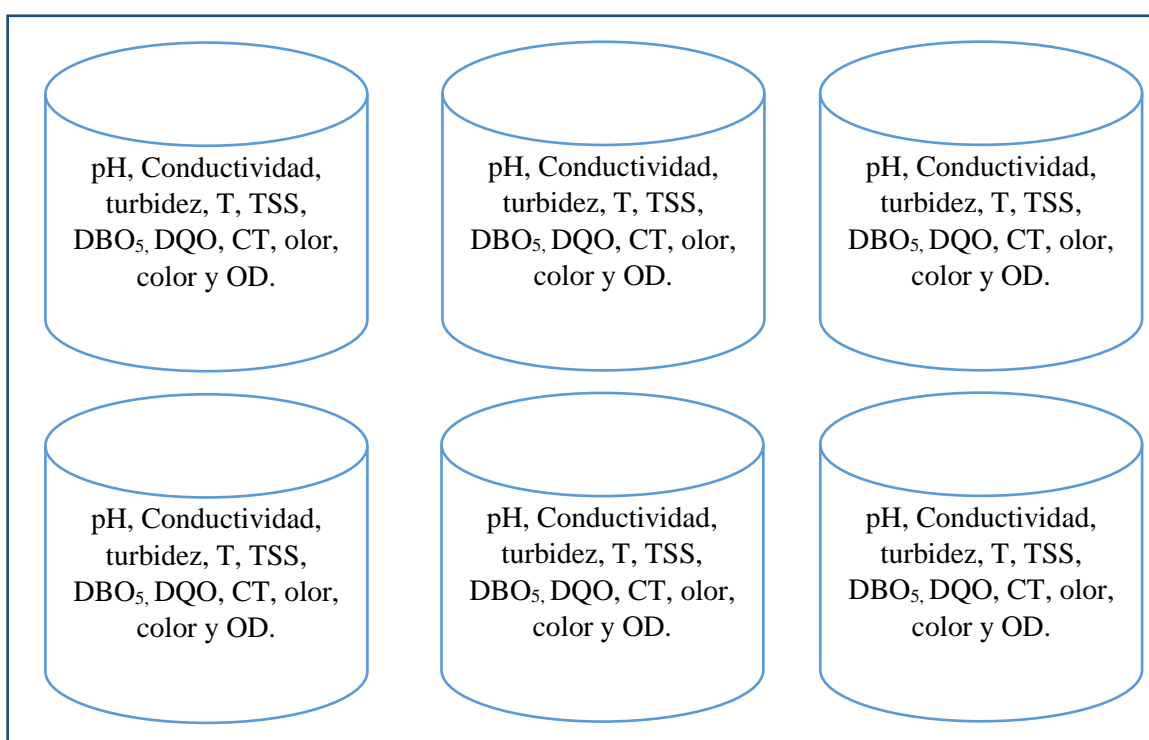
**Fuente:** Elaboración propia.  
**Figura 12 -** Tiempo de Sedimentación.

El punto más bajo de la curva es de 9.33 UNT con una concentración de 0.35 gr/100ml está indicando que el proceso se optimiza con un tiempo de 80 minutos.  
 Ver **Figura 12**

### 3.5. QUINTA ETAPA: Experimentación

Se desarrolló 06 repeticiones con la dosis óptima de floculante en 06 baldes con 6 litros de agua del lavado de caña, se utilizará la máquina de pruebas de jarras con las RPM y tiempo ya mencionado, para obtener una mezcla más homogénea. Ver **Figura 13**

Se tomó las muestras de agua para analizar los siguientes parámetros en el laboratorio por cada balde:



**Fuente:** Elaboración propia.  
**Figura 13** - Análisis de Parámetros.

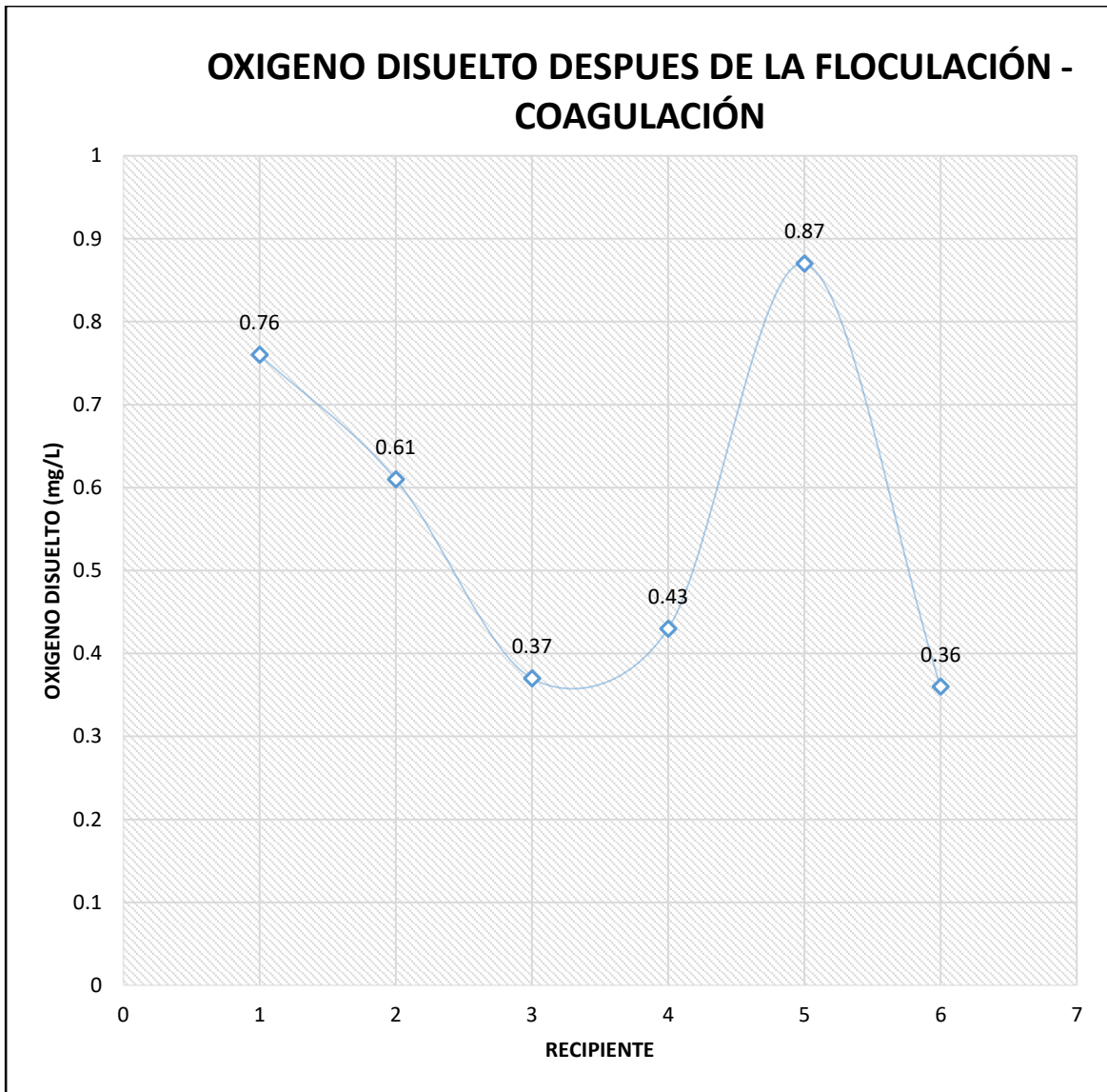


**Tabla 8** - Ficha para los Parámetros Físico, químicos y microbiológicos después de la coagulación – floculación.

Parámetros Físico, químicos y Microbiológicos	Baldes de volumen de 6 Litros					
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>
pH	5.37	5.23	5.06	5.09	5.11	5.17
Conductividad	880	884	870	872	866	868
Turbidez	10.22	9.90	9.06	10.42	9.67	9.76
Oxígeno Disuelto	0.76	0.61	0.37	0.43	0.87	0.36
Temperatura	22.14	22.2	21.8	21.1	22.0	22.3
DQO	2456.4	2533.3	2437	2264	2533	2379
DBO <sub>5</sub>	1481.7	1481.7	1234.5	1267.1	1224.2	1313.5
Olor	107	107	160	160	160	160
Color	250	250	275	275	275	275
TSS	31	40	43	48	46	45
Coliformes Totales	1.7x10 <sup>7</sup>	2.8x10 <sup>7</sup>	2.4x10 <sup>7</sup>	5.4x10 <sup>7</sup>	9.2x10 <sup>7</sup>	3.5x10 <sup>7</sup>

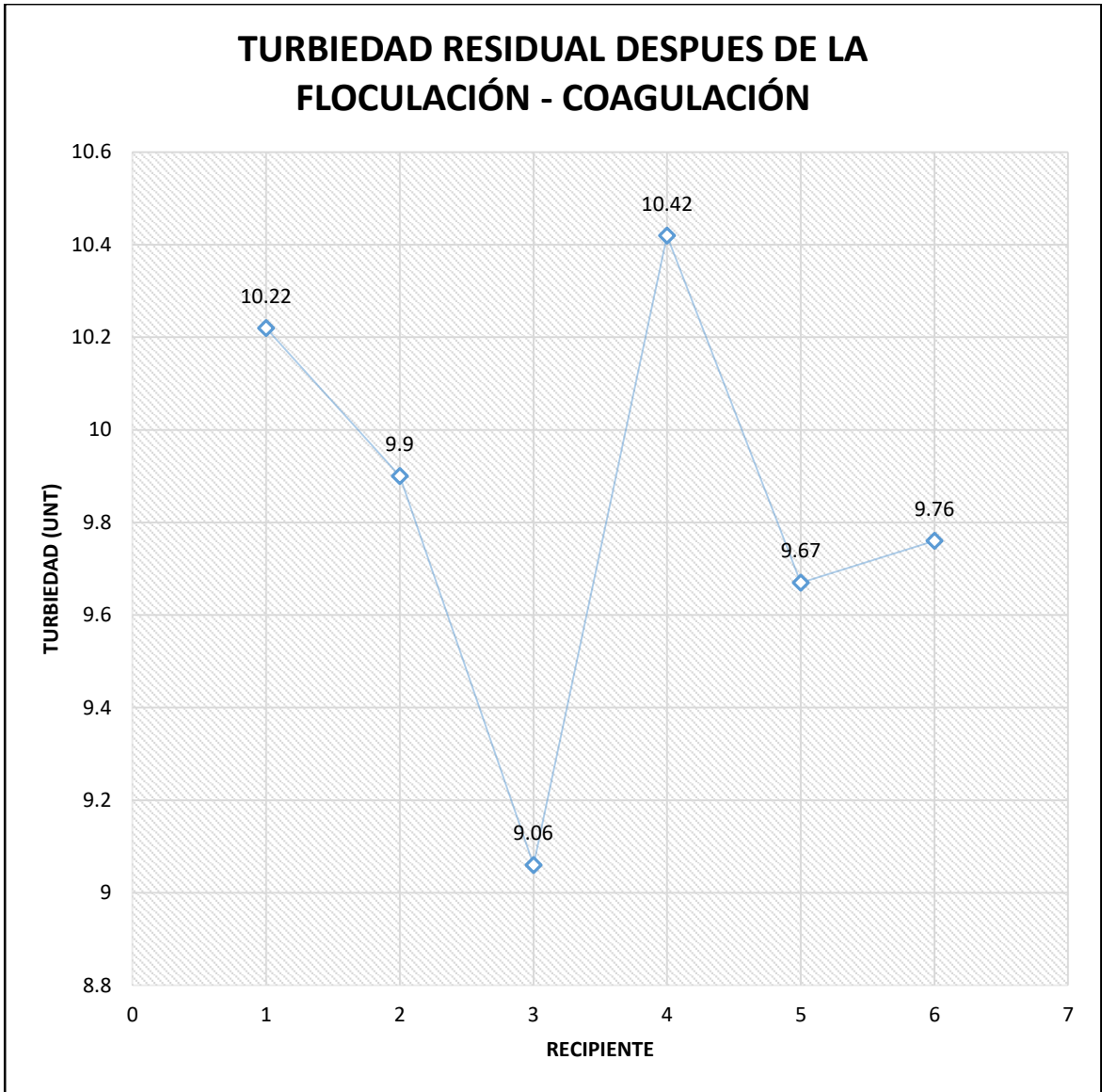
**Fuente:** Elaboración propia y LABECO análisis ambientales.

Se desarrolló el tratamiento de coagulación – floculación con 06 repeticiones, se determinó los parámetros Insitu como el pH, Conductividad, Turbidez, Oxígeno Disuelto y Temperatura, se puede evidenciar una reducción de algunos parámetros que benefician al tratamiento y que la disminución de estos parámetros perjudica al tratamiento del agua como el pH acidificando esté, el Oxígeno disuelto que no cumplen con los ECAs D.S 015 - 2015 – MINAM. Ver **Tabla 8**



**Fuente:** Elaboración propia.  
**Figura 13** - Oxígeno Disuelto.

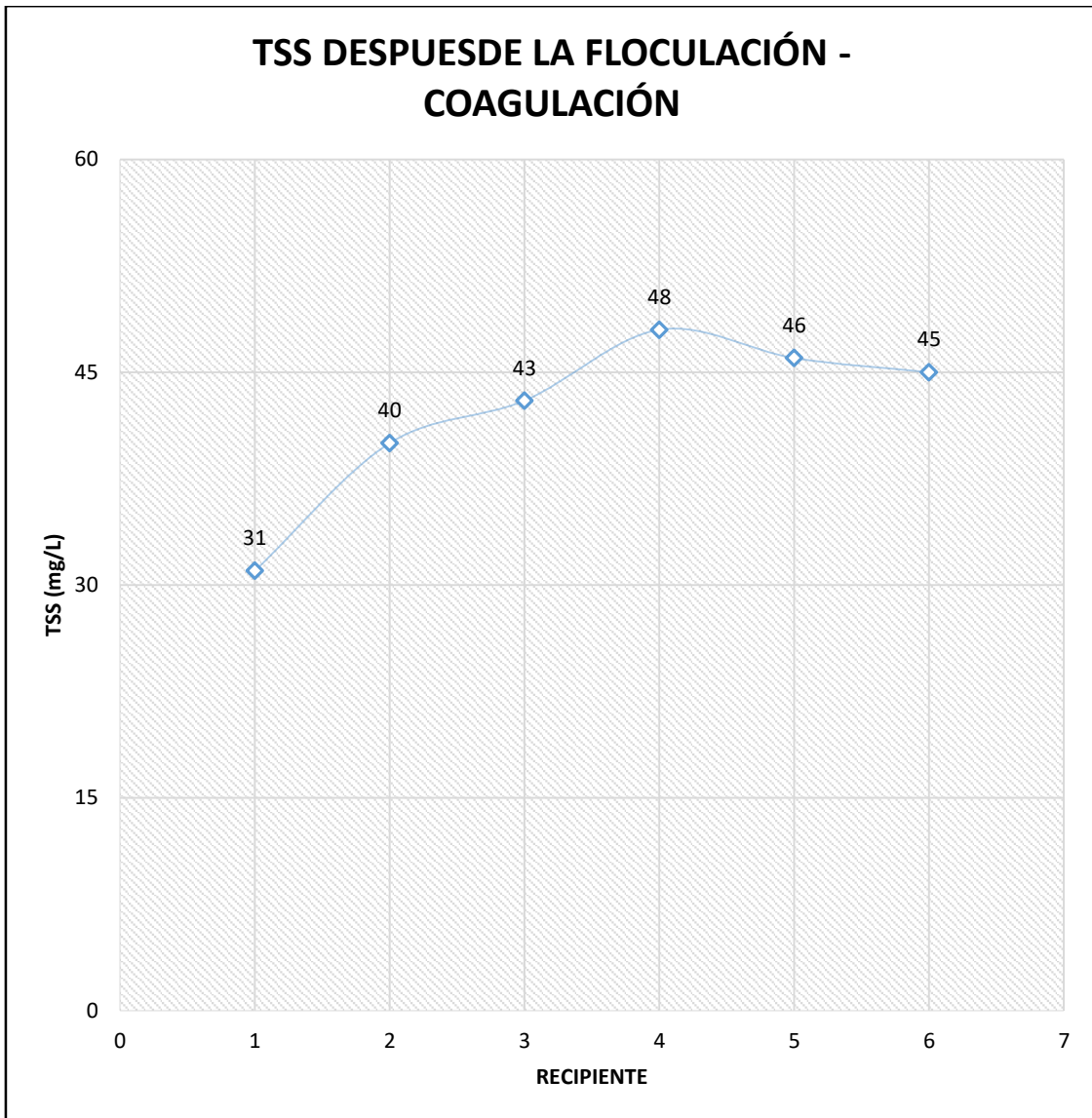
La **Figura 13** nos evidencia que en los diferentes recipientes de la etapa de experimentación el OD se mantiene en disminución y perjudica en la recuperación de la calidad del agua de lavado de caña de azúcar, teniendo una cifra menor 0.36 mg/L en el recipiente número 06 y con un promedio de 0.566 mg/L.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 14 -** Turbidez.

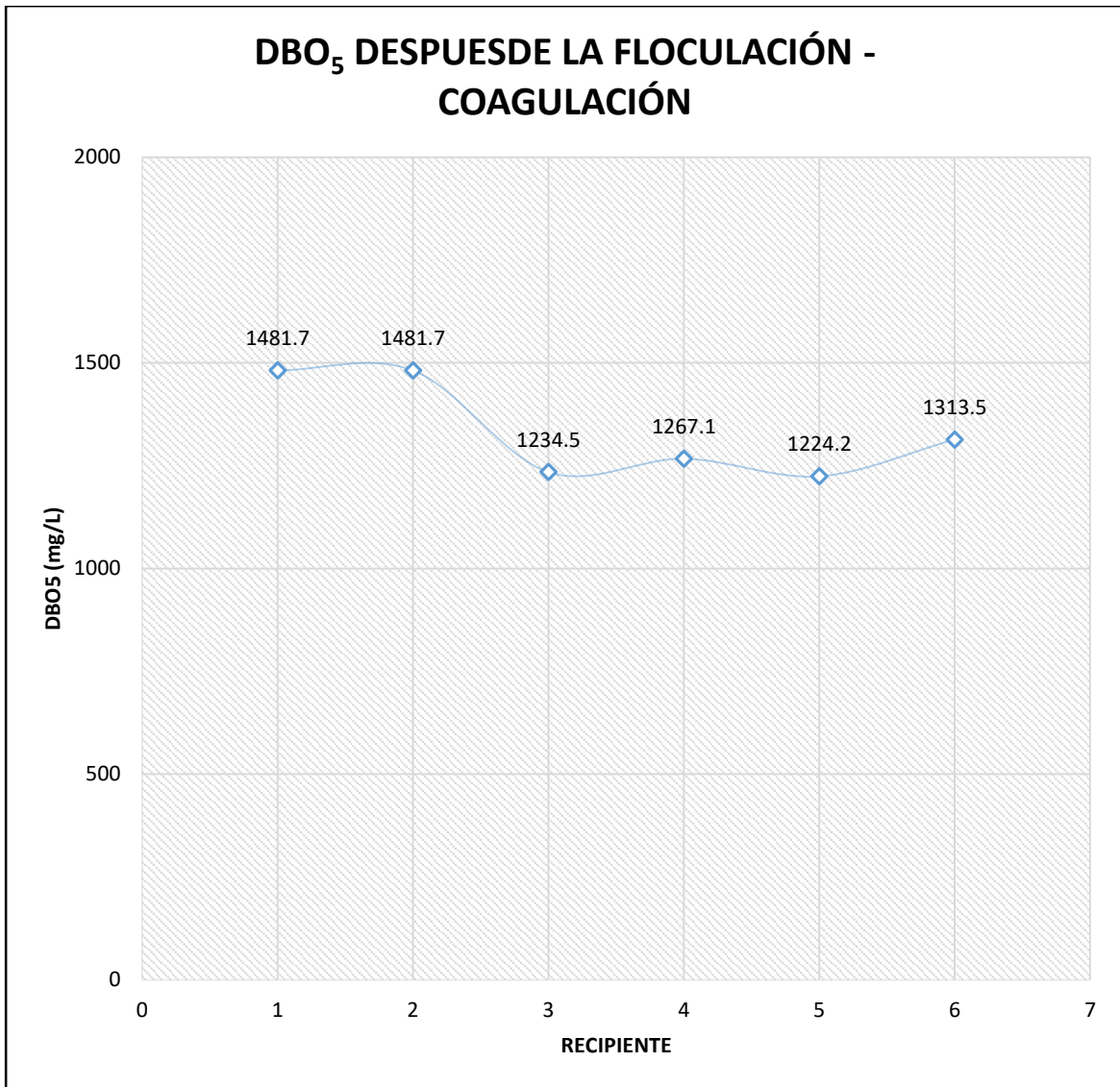
Se puede evidenciar en la **Figura 14** que la turbiedad disminuyó considerablemente alcanzando su curva más baja en el recipiente 03 con una turbidez de 9.06 UNT, después de 80 minutos de reposo debido que los coloides del agua de lavado de caña sedimentaron casi en su totalidad esto se debe a la adición del coagulante natural (polielectrolito), por tener una carga aniónica y catiónica diferente a los coloides.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 15 - TSS**

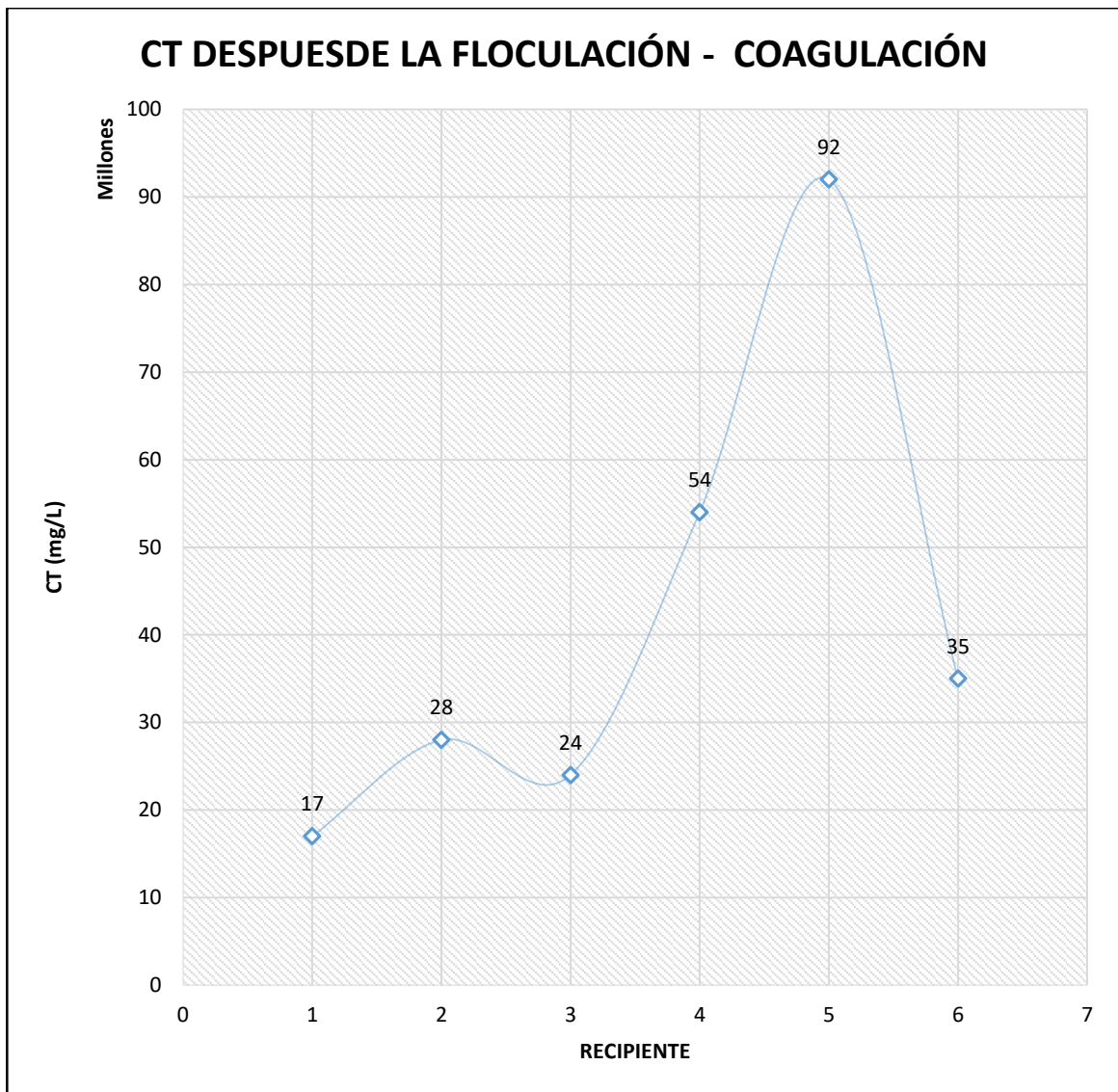
A igual que la turbidez los TSS se evidencia una reducción significativa para la etapa de prueba de jarras alcanzando un mínimo de 31 mg/L en el recipiente 01 con un promedio de 42.166 mg/L beneficiando al tratamiento en la recuperación del agua de lavado de caña. Ver **Figura 15**



Fuente: Elaboración propia.

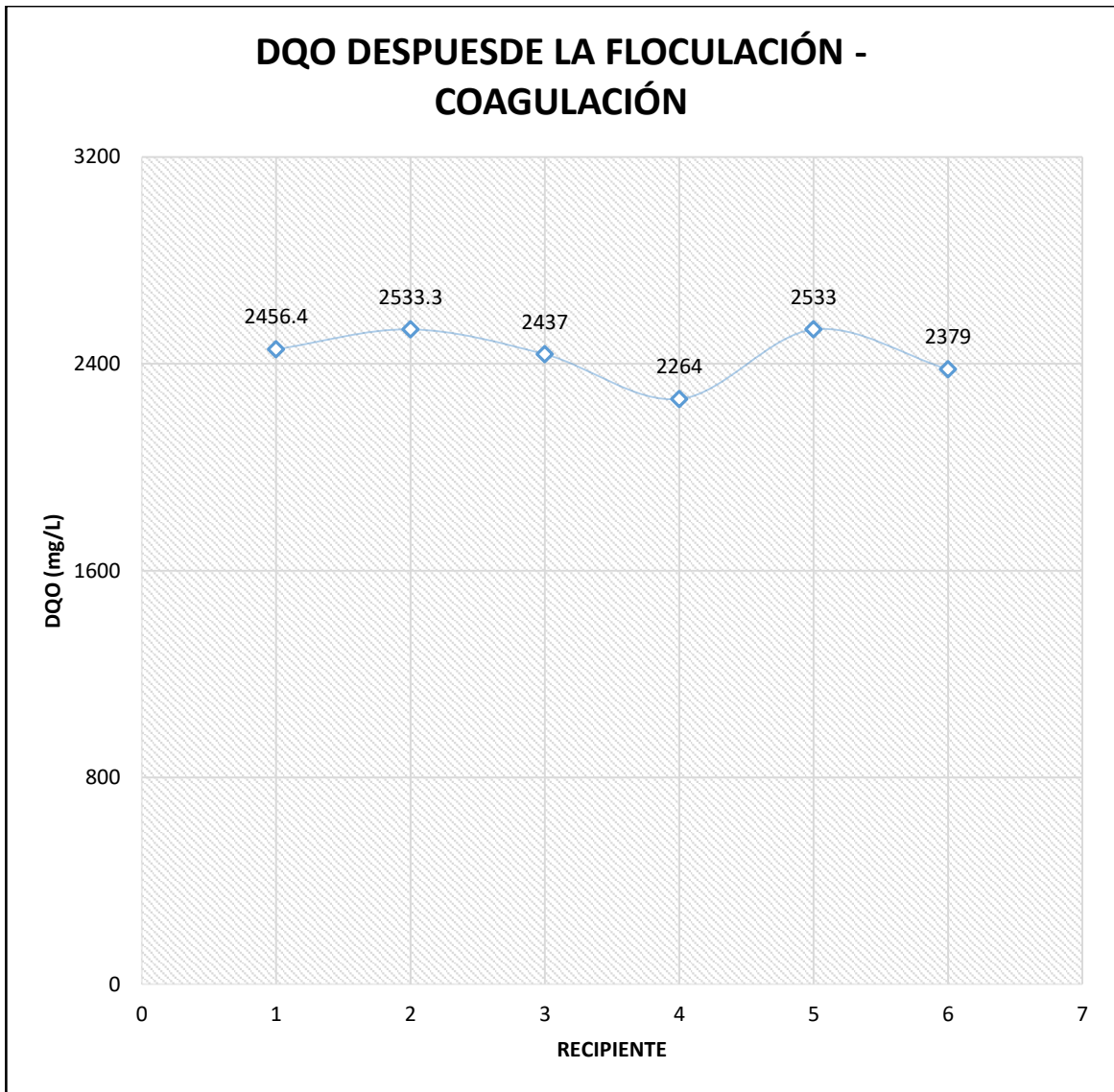
Figura 16 - DBO<sub>5</sub>

En la **Figura 16** de DBO<sub>5</sub> se encontró un mínimo de 1224.2 en el recipiente 03.



**Fuente:** Elaboración propia.  
**Figura 17** - Coliformes Totales.

Se evidencia en la **Figura 17** la proliferación de coliformes totales con un máximo 92 millones en el recipiente 05.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 18 - DQO**

En la figura del DQO se obtuvo un mínimo de 2264 mg/L en el recipiente 04.

### 3.6. SEXTA ETAPA: Aireación

En esta etapa se elevó el oxígeno disuelto en el agua para cumplir con el ECAs D.S 015-2015 MINAM.

Se utilizó una bomba de aire con un caudal de salida de 3 L de aire/min y una piedra difusora para generar mayor dispersión del oxígeno en el agua, se dejó trabajar a 7L/min y se procesó 13L de agua proveniente de la etapa de experimentación haciendo un total de 91 minutos para el tratamiento. Ver **Tabla N° 11**



**Fuente:** Foto tomada por el investigador.  
**Figura 19 -** Bomba de Aire.

#### **Características de la bomba**

**Nombre Comercial:** Air Pump Aquarium

**Modelo:** AP-200

**Característica eléctrica:** AC 220V 50 Hz

**Máxima salida de aire:** 3L/min.

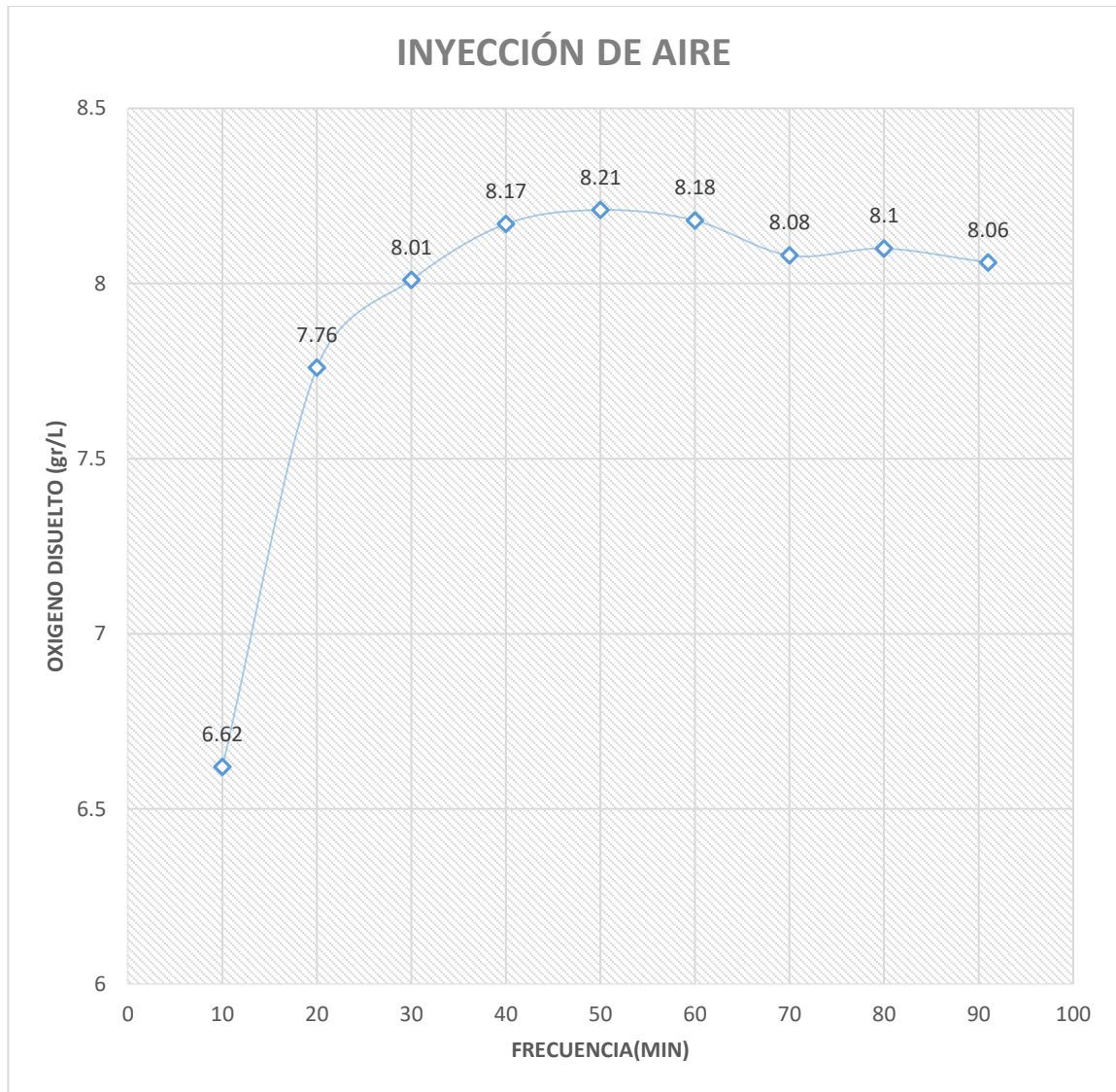


**Tabla 9** - Tiempo de Aireación.

Parámetro	Frecuencia de medición (min)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	91
Oxígeno disuelto (mg/L)	6.62	7.76	8.01	8.17	8.21	8.18	8.08	8.10	8.06

**Fuente:** Elaboración propia.

En la **Tabla 9** se realizó la medición de OD cada 10 minutos.



**Fuente:** Elaboración propia.  
**Figura 20** - Inyección de Aire.

En la **Figura 20** se evidencia la curva de evolución del oxígeno en el agua con un máximo de 8.21 gr/L de O<sub>2</sub> a los 50 minutos del tratamiento y también se evidencia una saturación indicando que el agua ya tiene oxígeno y cumpliendo con el ECAs D.S 015-2015 MINAM.

### **3.7. SEPTIMA ETAPA: Filtración**

Esta es la etapa final, se hace la recepción del agua proveniente del tratamiento de aireación (13 litros) esta etapa consiste en la filtración por gravedad que tiene un volumen de 3 litros y estaba compuesto de:

- 06 gasas
- 50 gr de carbón
- 100 gr arena fina
- 120 gr arena gruesa
- 150 gr ceniza
- 200 gr grava
- 10 gr de algodón
- 01 botella de plástico de 3 litros

Después del filtrado se midieron los siguientes parámetros:

pH, Conductividad, Turbidez, Temperatura, TSS, DBO5, DQO, Olor, Coliformes Totales, Color y Oxígeno Disuelto.

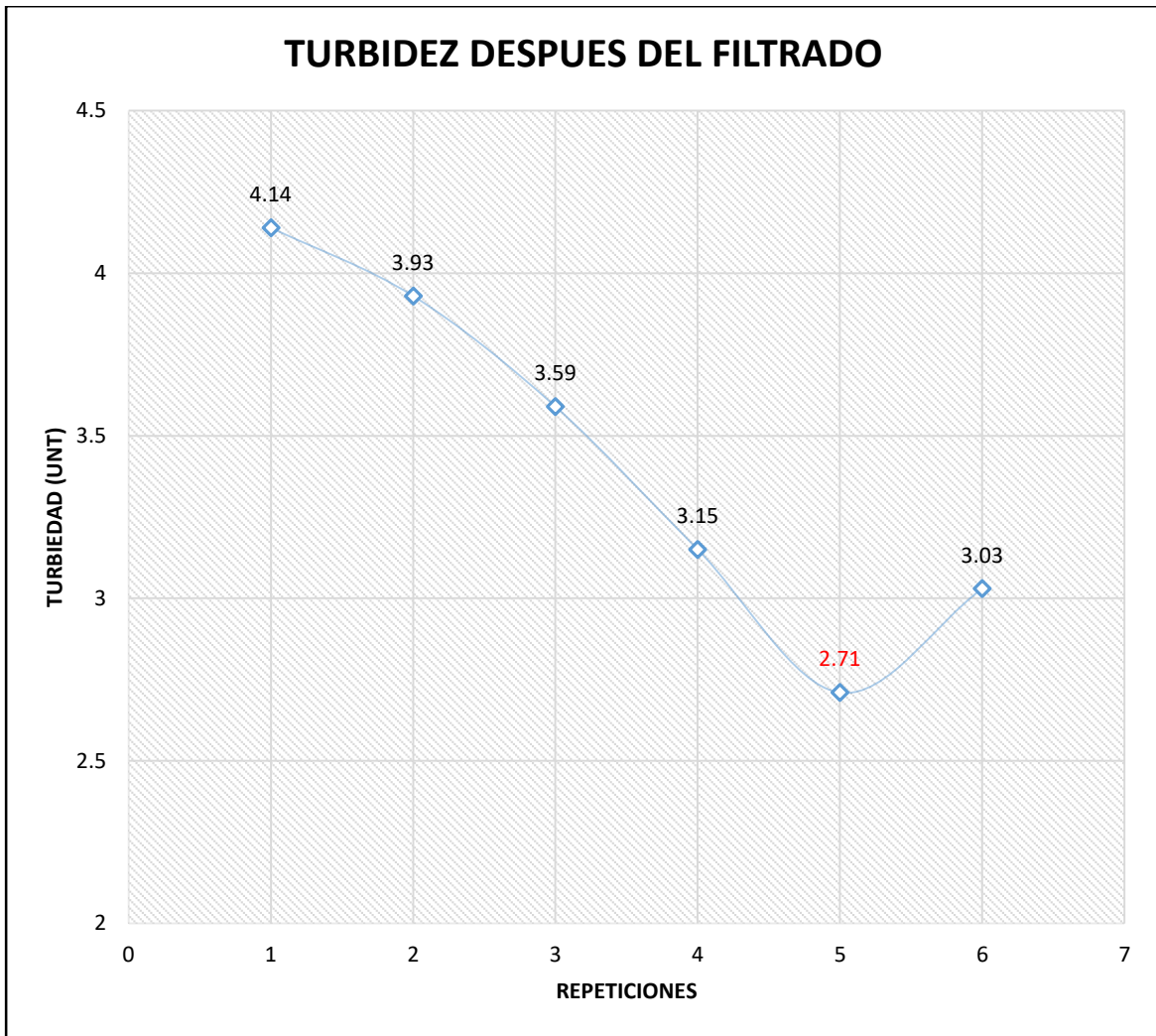


**Fuente:** Foto tomada por el investigador.  
**Figura 21** - Filtro por Gravedad.

**Tabla 10** - Ficha para los parámetros físicos, químicos y microbiológicos después de la filtración.

Parámetros Físico, Químico y Microbiológicos	Filtrado					
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>
Turbiedad (UNT)	4.14	3.93	3.59	3.15	2.71	3.03
pH	7.58	7.49	7.54	8.00	7.90	7.65
Conductividad (uS/cm)	1270	1268	1255	1301	1290	1293
Oxígeno Disuelto (gr/L)	7.81	7.75	7.90	7.69	7.83	7.78
Temperatura (°C)	23.4	23.3	23.4	23.3	23.4	23.1
Olor	160					
Color (UC)	225					
Turbidez (UNT)	3.40					
TSS (mg/L)	5					
DQO (mg/L)	1889					
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	1018.2					
Coliformes Totales (NMP/100mL)	<1.8					
<b>Fuente:</b> Elaboración propia y LABECO análisis ambientales.						

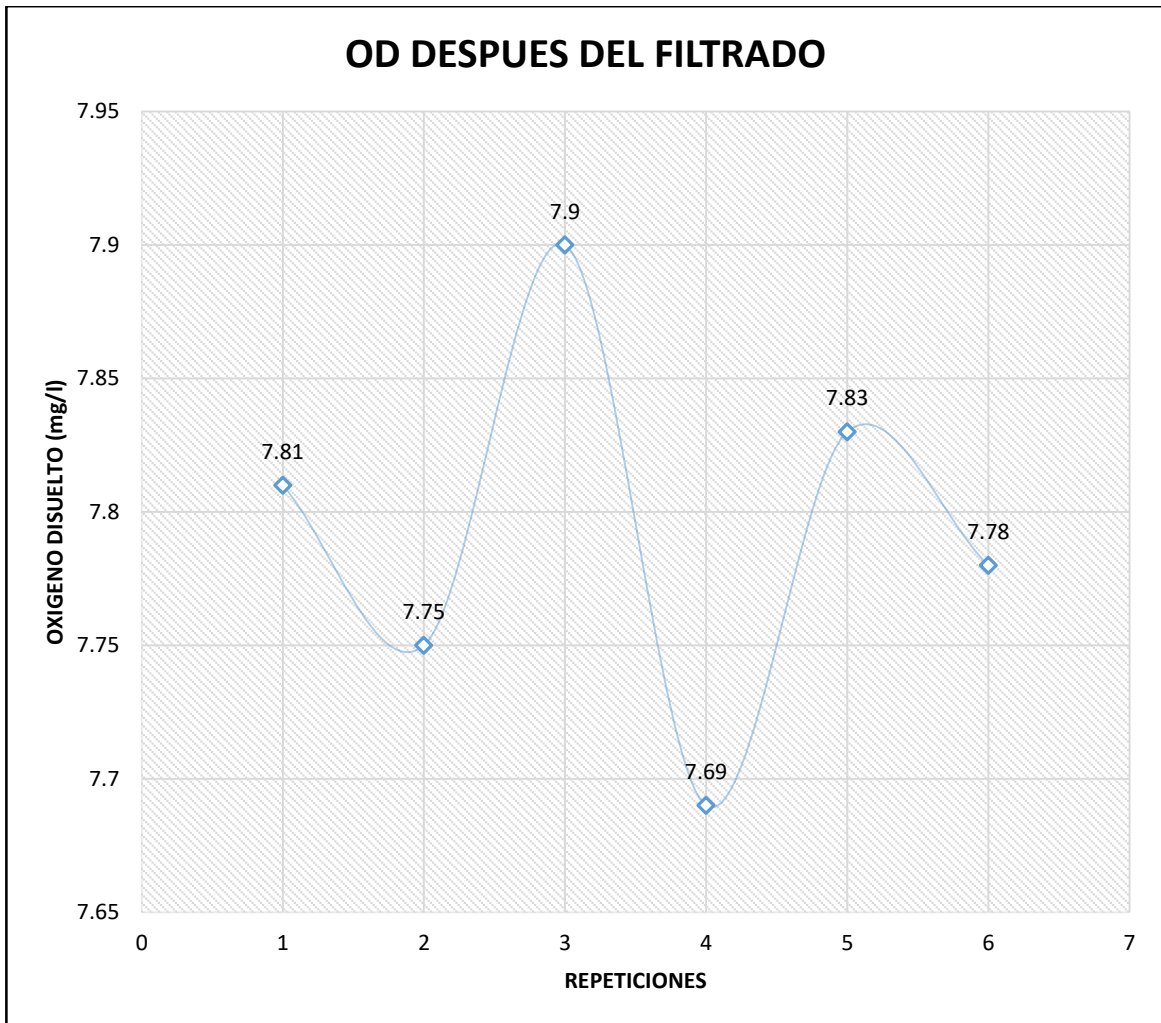
En la **Tabla 10** se evidencia los resultados finales del tratamiento.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 22** - Turbidez después del filtrado.

En la **Figura 22** se evidencia la turbidez después del filtrado alcanzando un mínimo de 2.71 UNT y en la **Tabla N°11** se tiene una turbidez de 3 UNT generado por el laboratorio certificado.



**Fuente:** Elaboración propia.

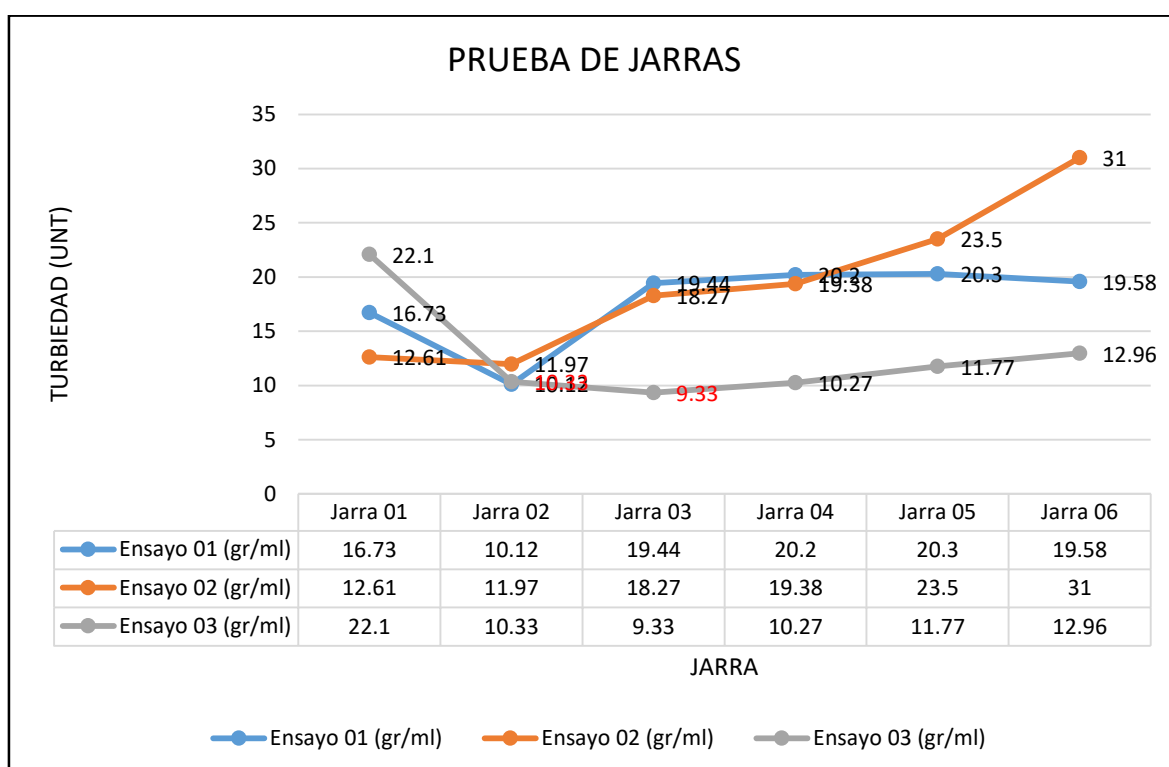
**Figura 23** - Oxígeno Disuelto después del Filtrado.

En la **Figura 23** se puede determinar que el oxígeno se mantiene dentro de los ECAs con un máximo de 7.9 mg/L de O<sub>2</sub>.

### 3.8. Resultados estadísticos

Se realizó las siguientes pruebas estadísticas mediante los softwares MINITAB versión 17 en donde se realizó la prueba de comparación de una media poblacional con t Student y Excel 2013 para describir las gráficas con el fin de lograr una mayor confiabilidad de los datos obtenidos como resultado de los análisis de laboratorio.

#### Etapa de prueba de jarras



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 24** - Evaluación de los resultados de las pruebas de jarras.

En la **Figura 24** se realizó las pruebas de jarras, en cada ensayo se determinó la menor turbidez con su respectiva concentración, se puede concluir que la menor turbidez se hayo en el ensayo 03, la jarra 03con una turbiedad de 9.33 UNT.

#### Etapa de experimentación

Se realizó la prueba de hipótesis para los parámetros de pH, turbidez, conductividad, oxígeno disuelto, DQO, DBO<sub>5</sub>, olor, TSS, color, coliformes totales, se tomó la media hipotética a los ECAs de agua D.S 015-2015-MINAM y los valores iniciales del agua dela etapa de lavado de caña de azúcar.



## Prueba T-Suden - Ph

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 11** - T de una muestra: pH – Experimental.

Prueba de $\mu = 6.5$ vs. $\neq 6.5$							
Error estándar de la							
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	IC de 95%	T	P
pH	6	5.1717	0.1146	0.0468	(5.0514, 5.2919)	-28.39	0.000

**Fuente:** Software MINITAB 17 utilizado para la investigación.

Hipótesis:

$$H_0: \mu = 6.5$$

(El promedio de las medias son iguales a los ECAs de agua)

$$H_1: \mu \neq 6.5$$

(El promedio de las medias son diferentes a los ECAs de agua)

P-Valor  $\geq 0.05$   $\longrightarrow$  Acepta la  $H_0$

P-Valor  $< 0.05$   $\longrightarrow$  Rechaza la  $H_0$

$$P\text{-Valor} = 0.000$$

$0.000 < 0.05$ : Rechaza la  $H_0$

Interpretación:

Acepta la  $H_1$ , demostrando que las medias del parámetro del pH con respecto a los ECAs son diferentes.

Hay una diferencia entre la media del ph (5.14747) con los ECAs (6.5) después de la etapa de experimentación. Por lo cual se concluye que solo en esta etapa para el parámetro de pH no se encuentra dentro de los ECAs para el agua. Ver **Tabla 11**

Esta diferencia se debe al tiempo de transporte del aguade la empresa San Jacinto (Áncash) hasta el laboratorio de Fisicoquímica de la Universidad Cesar Vallejo (Lima), ya que el agua a tratar se estaba degradando y a su vez acidificando el agua.

## Prueba T-Suden – Turbidez (UNT)

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 12** - T de una muestra: Turbidez – Experimental.

Prueba de $\mu = 2700$ vs. $< 2700$							
Error							
				estándar	Límite		
				de la	superior		
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	de 95%	T	P
Turbidez	6	9.838	0.475	0.194	10.229	-13872.94	0.000

**Fuente:** Software MINITAB 17 utilizado para la investigación.

Hipótesis:

$$H_0: \mu \geq 2700$$

(El promedio de las medias es mayor al valor inicial)

$$H_1: \mu < 2700$$

(El promedio de las medias es menor al valor inicial)

P-Valor  $\geq 0.05 \longrightarrow$  Acepta la  $H_0$

P-Valor  $< 0.05 \longrightarrow$  Rechaza la  $H_0$

$$P\text{-Valor} = 0.000$$

$$0.000 < 0.05: \text{Rechaza la } H_0$$

Interpretación:

Acepta la  $H_1$ , demostrando que las medias del promedio de turbiedad (9.838 UNT) es menor en comparación al valor inicial (2700 UNT), esto quiere decir que hay una influencia significativa en el tratamiento. Esta notable disminución beneficia a la reutilización de las aguas residuales para la etapa de lavado de caña. Ver **Tabla 12**

## Prueba T-Suden –Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 13** - T de una muestra: Conductividad – Experimental.

Prueba de $\mu = 1500$ vs. $< 1500$							
Error							
				estándar	Límite		
				de la	superior		
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	de 95%	T	P
Conductividad	6	873.33	7.12	2.91	879.19	-215.65	0.000

**Fuente:** Software MINITAB 17 utilizado para la investigación.

Hipótesis:

$$H_0: \mu \geq 1500$$

(El promedio de las medias es mayor a los ECAs de agua)

$$H_1: \mu < 1500$$

(El promedio de las medias es menor a los ECAs de agua)

$$P\text{-Valor} \geq 0.05 \longrightarrow \text{Acepta la } H_0$$

$$P\text{-Valor} < 0.05 \longrightarrow \text{Rechaza la } H_0$$

$$P\text{-Valor} = 0.000$$

$$0.000 < 0.05: \text{Rechaza la } H_0$$

Interpretación:

Acepta la  $H_1$ , demostrando que las medias del promedio de conductividad (873.33  $\mu\text{S/cm}$ ) es menor en comparación a los ECAs (1500  $\mu\text{S/cm}$ ), esto quiere decir que hay una diferencia significativa. Esta notable disminución beneficia a la reutilización de las aguas residuales para la etapa de lavado de caña. Ver **Tabla 13**

## Prueba T-Suden –Oxígeno Disuelto (mg/L)

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 14** - T de una muestra: Oxígeno Disuelto – Experimental.

Prueba de $\mu = 4$ vs. $\neq 4$							
Error estándar de la							
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	IC de 95%	T	P
Oxígeno Disuelto	6	0.5667	0.2151	0.0878	(0.3409, 0.7924)	-39.10	0.000

**Fuente:** Software MINITAB 17 utilizado para la investigación.

Hipótesis:

$$H_0: \mu = 4$$

(El promedio de las medias son iguales a los ECAs de agua)

$$H_1: \mu \neq 4$$

(El promedio de las medias son diferentes a los ECAs de agua)

P-Valor  $\geq 0.05$   $\longrightarrow$  Acepta la  $H_0$

P-Valor  $< 0.05$   $\longrightarrow$  Rechaza la  $H_0$

$$P\text{-Valor} = 0.000$$

$0.000 < 0.05$ : Rechaza la  $H_0$

Interpretación:

Acepta la  $H_1$ , demostrando que las medias del parámetro del OD con respecto a los ECAs son diferentes.

Hay una diferencia entre la media del OD (0.5667 mg/L) con los ECAs (4mg/L) después de la etapa de experimentación. Por lo cual se concluye que solo en esta etapa para el parámetro de OD no se encuentra dentro de los ECAs para el agua. Ver **Tabla 14**

Esta diferencia se debe que el agua a tratar se estaba degradando, las bacterias consumen el poco oxígeno del agua residual y es por ello la poca cantidad del parámetro en mención.

## Prueba T-Suden –DQO (mg/L)

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 15** - T de una muestra: DQO – Experimental.

Prueba de $\mu = 4552.5$ vs. $< 4552.5$							
Error							
				estándar	Límite		
				de la	superior		
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	de 95%	T	P
DQO	6	2433.8	102.1	41.7	2517.8	-50.84	0.000

**Fuente:** Software MINITAB 17 utilizado para la investigación.

Hipótesis:

$$H_0: \mu \geq 4552.5$$

(El promedio de las medias es mayor al valor inicial)

$$H_1: \mu < 4552.5$$

(El promedio de las medias es menor al valor inicial)

$$P\text{-Valor} \geq 0.05 \longrightarrow \text{Acepta la } H_0$$

$$P\text{-Valor} < 0.05 \longrightarrow \text{Rechaza la } H_0$$

$$P\text{-Valor} = 0.000$$

$$0.000 < 0.05: \text{Rechaza la } H_0$$

Interpretación:

Acepta la  $H_1$ , demostrando que las medias del promedio de DQO (2433.8mg/L) es menor en comparación al valor inicial de DQO (4552.5 mg/L), esto quiere decir que hay una diferencia considerable. Esta notable disminución beneficia al tratamiento para la reutilización de las aguas residuales para la etapa de lavado de caña. Ver **Tabla 15**

## Prueba T-Suden – DBO<sub>5</sub> (mg/L)

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 16** - T de una muestra: DBO<sub>5</sub> – Experimental.

Prueba de $\mu = 2420.9$ vs. $< 2420.9$							
Error							
				estándar	Límite		
				de la	superior		
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	de 95%	T	P
DBO <sub>5</sub>	6	1333.8	118.7	48.5	1431.5	-22.43	0.000

**Fuente:** Software MINITAB 17 utilizado para la investigación.

Hipótesis:

$$H_0: \mu \geq 2420.9$$

(El promedio de las medias es mayor al valor inicial)

$$H_1: \mu < 2420.9$$

(El promedio de las medias es menor al valor inicial)

$$P\text{-Valor} \geq 0.05 \longrightarrow \text{Acepta la } H_0$$

$$P\text{-Valor} < 0.05 \longrightarrow \text{Rechaza la } H_0$$

$$P\text{-Valor} = 0.000$$

$$0.000 < 0.05: \text{Rechaza la } H_0$$

Interpretación:

Acepta la  $H_1$ , demostrando que las medias del promedio de DBO<sub>5</sub> (1333.8 mg/L) es menor en comparación al valor inicial de DBO<sub>5</sub> (2420.9 mg/L), esto quiere decir que hay una diferencia considerable. Esta notable disminución beneficia al tratamiento para la reutilización de las aguas residuales para la etapa de lavado de caña. Ver **Tabla 16**

## Prueba T-Suden – Olor

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 17 - T de una muestra: Olor – Experimental.**

Prueba de $\mu = 250$ vs. $< 250$							
Error							
				estándar	Límite		
de la superior							
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	de 95%	T	P
Olor	6	142.3	27.4	11.2	164.8	-9.64	0.000

**Fuente:** Software MINITAB 17 utilizado para la investigación.

Hipótesis:

$$H_0: \mu \geq 250$$

(El promedio de las medias es mayor al valor inicial)

$$H_1: \mu < 250$$

(El promedio de las medias es menor al valor inicial)

P-Valor  $\geq 0.05$   $\rightarrow$  Acepta la  $H_0$

P-Valor  $< 0.05$   $\rightarrow$  Rechaza la  $H_0$

$$P\text{-Valor} = 0.000$$

$$0.000 < 0.05: \text{Rechaza la } H_0$$

Interpretación:

Acepta la  $H_1$ , demostrando que las medias del promedio de Olor (142.3) es menor en comparación al valor inicial de Olor (250), esto quiere decir que hay una diferencia considerable. Esta notable disminución beneficia al tratamiento para la reutilización de las aguas residuales para la etapa de lavado de caña. Ver **Tabla 17**



## Prueba T-Suden – Color (UC)

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 18** - T de una muestra: Color – Experimental.

Prueba de $\mu = 500$ vs. $< 500$							
Error							
				estándar	Límite		
de la superior							
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	de 95%	T	P
Color	6	266.67	12.91	5.27	277.29	-44.27	0.000

**Fuente:** Software MINITAB 17 utilizado para la investigación.

Hipótesis:

$$H_0: \mu \geq 500$$

(El promedio de las medias es mayor al valor inicial)

$$H_1: \mu < 500$$

(El promedio de las medias es menor al valor inicial)

$$P\text{-Valor} \geq 0.05 \longrightarrow \text{Acepta la } H_0$$

$$P\text{-Valor} < 0.05 \longrightarrow \text{Rechaza la } H_0$$

$$P\text{-Valor} = 0.000$$

$$0.000 < 0.05: \text{Rechaza la } H_0$$

Interpretación:

Acepta la  $H_1$ , demostrando que las medias del promedio de Color (266.67 UC) es menor en comparación al valor inicial de Color (500 UC), esto quiere decir que hay una diferencia considerable. Esta notable disminución beneficia al tratamiento para la reutilización de las aguas residuales para la etapa de lavado de caña. Ver **Tabla 18**

## Prueba T-Suden –TSS (mg/L)

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 19** - T de una muestra: TSS - Experimental.

Prueba de $\mu = 2415$ vs. $< 2415$							
				Error			
				estándar	Límite		
				de la	superior		
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	de 95%	T	P
TSS	6	42.17	6.11	2.50	47.20	-950.83	0.000

**Fuente:** Software MINITAB 17 utilizado para la investigación.

Hipótesis:

$$H_0: \mu \geq 2415$$

(El promedio de las medias es mayor al valor inicial)

$$H_1: \mu < 2415$$

(El promedio de las medias es menor al valor inicial)

$$P\text{-Valor} \geq 0.05 \quad \longrightarrow \quad \text{Acepta la } H_0$$

$$P\text{-Valor} < 0.05 \quad \longrightarrow \quad \text{Rechaza la } H_0$$

$$P\text{-Valor} = 0.000$$

$$0.000 < 0.05: \text{Rechaza la } H_0$$

Interpretación:

Acepta la  $H_1$ , demostrando que las medias del promedio de TSS (42.17 mg/L) es menor en comparación al valor inicial de TSS (2415mg/L), esto quiere decir que hay una diferencia considerable. Esta notable disminución beneficia al tratamiento para la reutilización de las aguas residuales para la etapa de lavado de caña. Ver

**Tabla 19**

## Prueba T-Suden –Coliformes Totales (NMP/100mL)

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 20** - T de una muestra: Coliformes Totales – Experimental.

Prueba de $\mu = 110000000$ vs. $< 110000000$							
			Error	Límite			
			estándar de	superior			
Variable	N	Media	Desv.Est.	la media	de 95%	T	P
Coliformes Totales	6	41666667	27703189	11309779	64456419	-6.04	0.001

**Fuente:** Software MINITAB 17 utilizado para la investigación.

Hipótesis:

$$H_0: \mu \geq 1.10E+08$$

(El promedio de las medias es mayor al valor inicial)

$$H_1: \mu < 1.10E+08$$

(El promedio de las medias es menor al valor inicial)

P-Valor  $\geq 0.05$      $\longrightarrow$     Acepta la  $H_0$

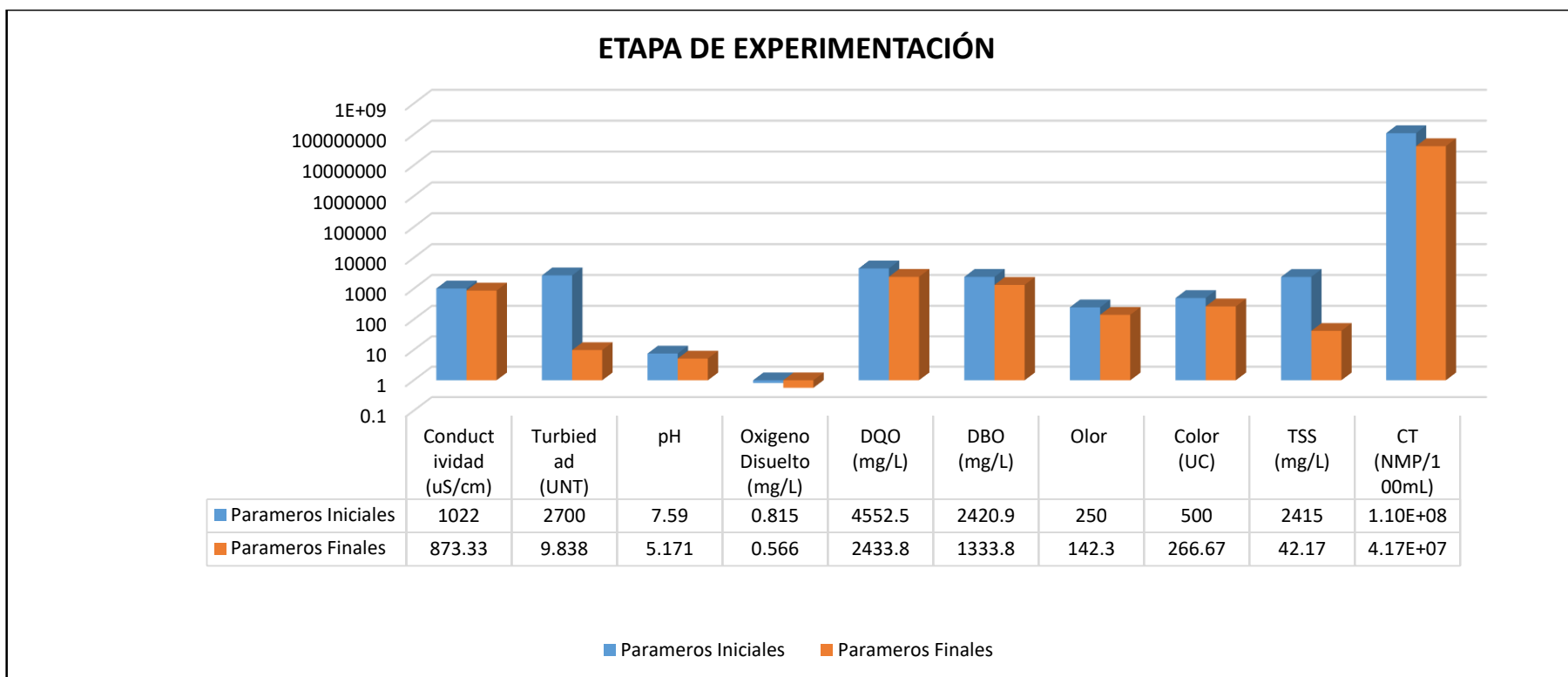
P-Valor  $< 0.05$      $\longrightarrow$     Rechaza la  $H_0$

$$P\text{-Valor} = 0.000$$

$0.001 < 0.05$ : Rechaza la  $H_0$

Interpretación:

Acepta la  $H_1$ , demostrando que las medias del promedio de Coliformes Totales (41666667 NMP/100mL) es menor en comparación al valor inicial de Coliformes Totales (110000000 NMP/100mL), esto quiere decir que hay una diferencia significativa. Esta notable disminución beneficia al tratamiento, para la reutilización de las aguas residuales en la etapa de lavado de caña. Ver **Tabla 20**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 25** - Comparación de Resultados de la etapa de experimentación.

En la etapa de experimentación se evidencia la disminución en un 14.54% en la conductividad, 99.63% en la turbidez, 31.87% en pH (no es favorable para el tratamiento), en 30.55% en el OD, 46,53% en la DQO, en 44.90% en la DBO, 43.08% en el Olor, 46.66% color, 98.25% en los TSS y 62.12% en los CT. Por lo tanto, esta etapa ha tenido en mayor proporción una influencia significativa en la disminución de los parámetros, siendo beneficiosa para las etapas posteriores del tratamiento. Ver **Figura 25**

## Etapa de Aireación

Se realizó la prueba de hipótesis para el parámetro de oxígeno disuelto, para comprobar que se recuperó la cantidad de OD, se tomó la media hipotética a los ECAs de agua D.S 015-2015-MINAM.

### Prueba T-Suden – Oxígeno Disuelto (mg/L)

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 21** - T de una muestra: Oxígeno Disuelto – Aireación.

Prueba de $\mu = 4$ vs. $\neq 4$							
				Error estándar de la			
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	IC de 95%	T	P
OXIGENO DISUELTO	9	7.910	0.502	0.167	(7.524, 8.296)	23.37	0.000

**Fuente:** Software MINITAB 17 utilizado para la investigación.

Hipótesis:

$$H_0: \mu = 4$$

(El promedio de las medias son iguales a los ECAs de agua)

$$H_1: \mu \neq 4$$

(El promedio de las medias son diferentes a los ECAs de agua)

P-Valor  $\geq 0.05$   $\longrightarrow$  Acepta la  $H_0$

P-Valor  $< 0.05$   $\longrightarrow$  Rechaza la  $H_0$

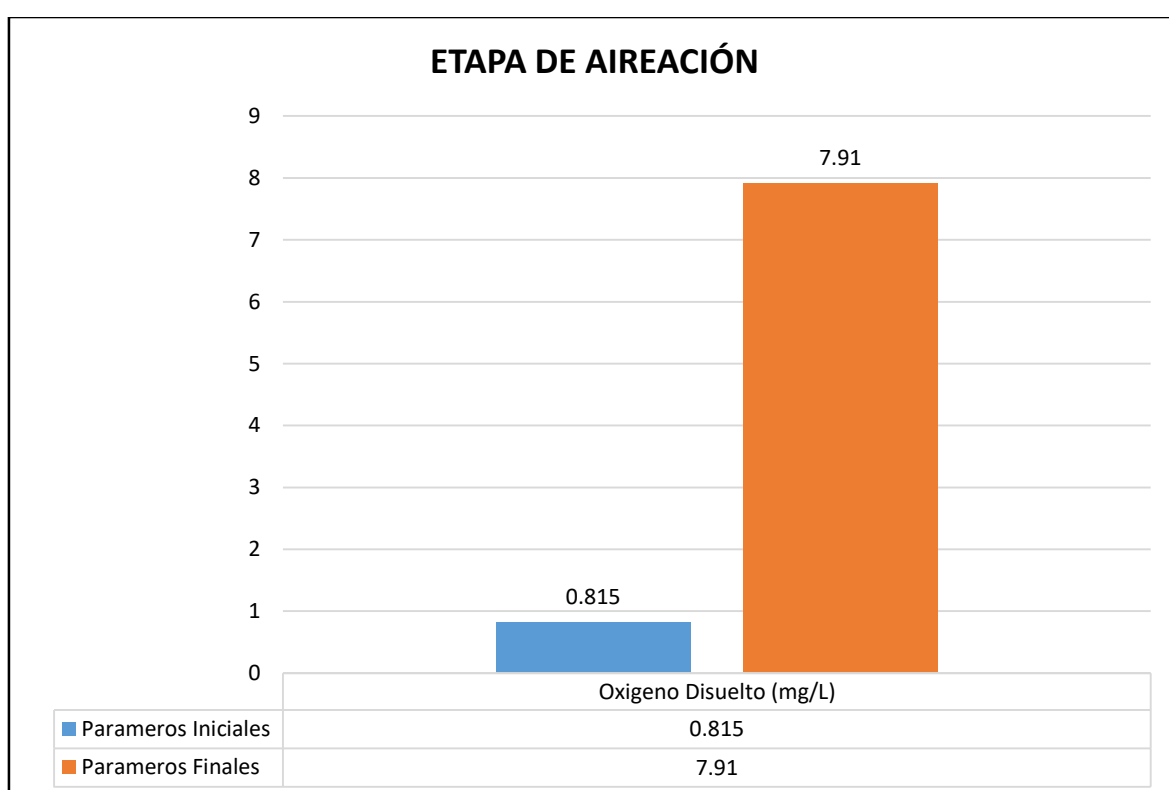
$$P\text{-Valor} = 0.000$$

$0.000 < 0.05$ : Rechaza la  $H_0$

Interpretación:

Acepta la H<sub>1</sub>, demostrando que las medias del parámetro del OD con respecto a los ECAs son diferentes. Ver **Tabla 21**

Hay una diferencia entre la media del OD (7.910 mg/L) con los ECAs (4mg/L) después de la etapa de aireación. Por lo cual se concluye que se elevó el oxígeno disuelto en el agua que beneficia al tratamiento, para la reutilización de las aguas residuales en la etapa de lavo de caña y cumpliendo con la normatividad vigente para el agua.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 26** - Comparación de Resultados de la etapa de aireación.

La etapa de aireación tienen una influencia significativa para la reutilización del agua de lavado de caña de azúcar, la gráfica evidencia que el Oxígeno Disuelto en el agua ha incrementado en un 89.69%. Ver **Figura 26**

## Etapa de Filtración

Se realizó la prueba de hipótesis para los parámetros de pH, turbidez, conductividad, oxígeno disuelto, DQO, DBO<sub>5</sub>, olor, TSS, color, coliformes totales, se tomó la media hipotética a los valores iniciales del agua de la etapa de lavado de caña de azúcar.

## Prueba T-Suden – Turbidez (UNT)

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 22** - T de una muestra: Turbidez – Filtración.

Prueba de $\mu = 2700$ vs. $< 2700$								
Error estándar								
Límite de la superior								
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	de 95%	T	P	
Turbiedad (NTU)	6	3.425	0.554	0.226	3.881	-11915.93	0.000	

**Fuente:** Software MINITAB 17 utilizado para la investigación.

Hipótesis:

$$H_0: \mu \geq 2700$$

(El promedio de las medias es mayor al valor inicial)

$$H_1: \mu < 2700$$

(El promedio de las medias es menor al valor inicial)

$$P\text{-Valor} \geq 0.05 \longrightarrow \text{Acepta la } H_0$$

$$P\text{-Valor} < 0.05 \longrightarrow \text{Rechaza la } H_0$$

$$P\text{-Valor} = 0.000$$

$$0.000 < 0.05: \text{Rechaza la } H_0$$

Interpretación:

Acepta la  $H_1$ , demostrando que las medias del promedio de turbiedad (3.425 UNT) es menor en comparación al valor inicial (2700 NTU), esto quiere decir, que hay una diferencia considerable de un 99.873% de remoción. Esta notable disminución beneficia a la reutilización de las aguas residuales para la etapa de lavado de caña. Ver **Tabla 22**



## Prueba T-Suden - Ph

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 23** - T de una muestra: pH – Filtración.

Prueba de $\mu = 7.59$ vs. $\neq 7.59$							
Error estándar de la							
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	IC de 95%	T	P
pH	6	7.6933	0.2080	0.0849	(7.4750, 7.9116)	1.22	0.278

**Fuente:** Software MINITAB 17 utilizado para la investigación.

Hipótesis:

$$H_0: \mu = 7.59$$

(El promedio de las medias son iguales al valor inicial)

$$H_1: \mu \neq 7.59$$

(El promedio de las medias son diferentes al valor inicial)

P-Valor  $\geq 0.05$   $\rightarrow$  Acepta la  $H_0$

P-Valor  $< 0.05$   $\rightarrow$  Rechaza la  $H_0$

$$P\text{-Valor} = 0.278$$

$0.278 \geq 0.05$ : Acepta la  $H_0$

Interpretación:

Acepta la  $H_0$ , demostrando que las medias del parámetro del pH con respecto a los valores iniciales se mantienen igual.

El pH inicial (7.59), la media del pH (7.6933) en la etapa de filtración con referencia de la media del pH (5.14747) en la etapa de experimentación, demuestra que se ha recuperado la característica inicial este resultado beneficia al tratamiento. Ver **Tabla 23**

Se debe que los diferentes sustratos utilizados en el filtro por gravedad aportaron sales y minerales, pero se encuentra dentro de los ECAs de agua D.S 015-2015-MINAM, cumpliendo con la normatividad vigente que debe tener un pH entre 6.5-8.5.

## Prueba T-Suden –Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 24** - T de una muestra: Conductividad – Filtración.

Prueba de $\mu = 1022$ vs. $\neq 1022$							
Error estándar de la							
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	IC de 95%	T	P
Conductividad (uS/cm)	6	1279.50	17.76	7.25	(1260.86, 1298.14)	35.51	0.000

Hipótesis:

$$H_0: \mu = 1022$$

(El promedio de las medias son iguales al valor inicial)

$$H_1: \mu \neq 1022$$

(El promedio de las medias son diferentes al valor inicial)

P-Valor  $\geq 0.05$   $\longrightarrow$  Acepta la  $H_0$

P-Valor  $< 0.05$   $\longrightarrow$  Rechaza la  $H_0$

$$\text{P-Valor} = 0.000$$

$0.000 < 0.05$ : Acepta la  $H_0$

Interpretación:

Acepta la  $H_1$ , demostrando que las medias del parámetro de conductividad con respecto al valor inicial son diferentes. Ver **Tabla 24**

Hay una diferencia entre la media del parámetro conductividad ( $1279.50\mu\text{S/cm}$ ) con el valor inicial ( $1022 \mu\text{S/cm}$ ) después de la etapa de filtración. Por lo cual se concluye que se encuentra dentro de los ECAs ( $1500 \mu\text{S/cm}$ ) para el agua y beneficia a la reutilización del agua para la etapa de lavado de caña de azúcar.

## Prueba T-Suden –Oxígeno Disuelto (mg/L)

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 25** - T de una muestra: Oxígeno Disuelto – Filtración.

Prueba de $\mu = 0.815$ vs. $\neq 0.815$							
				Error estándar de la			
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	IC de 95%	T	P
Oxígeno Disuelto (gr/L)	6	7.7933	0.0717	0.0293	(7.7180, 7.8686)	238.27	0.000

**Fuente:** Software MINITAB 17 utilizado para la investigación.

Hipótesis:

$$H_0: \mu = 0.815$$

(El promedio de las medias son iguales a los ECAs de agua)

$$H_1: \mu \neq 0.815$$

(El promedio de las medias son diferentes a los ECAs de agua)

P-Valor  $\geq 0.05$   $\rightarrow$  Acepta la  $H_0$

P-Valor  $< 0.05$   $\rightarrow$  Rechaza la  $H_0$

$$P\text{-Valor} = 0.000$$

$$0.000 < 0.05: \text{Rechaza la } H_0$$

Interpretación:

Acepta la  $H_1$ , demostrando que las medias del parámetro del OD con respecto a los ECAs son diferentes. Ver **Tabla 25**

Hay una diferencia entre la media del OD (7.7933mg/L) con el valor inicial (0.815mg/L) después de la etapa de filtración. Por lo cual se concluye que se elevó el oxígeno disuelto en el agua que beneficia al tratamiento, para la reutilización de las aguas residuales en la etapa de lavo de caña y cumpliendo con la normatividad vigente para el agua.

## Prueba T-Suden –Temperatura (°C)

Nivel de significación: 0.05

**Tabla 26** - T de una muestra: Temperatura (°C) – Filtración.

Prueba de $\mu = 25.8$ vs. $\neq 25.8$							
Error estándar de la							
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	IC de 95%	T	P
Temperatura (°C)	6	23.3167	0.1169	0.0477	(23.1940, 23.4394)	-52.03	0.000

**Fuente:** Software MINITAB 17 utilizado para la investigación.

Hipótesis:

$$H_0: \mu = 25.8$$

(El promedio de las medias son iguales a los ECAs de agua)

$$H_1: \mu \neq 25.8$$

(El promedio de las medias son diferentes a los ECAs de agua)

P-Valor  $\geq 0.05$   $\longrightarrow$  Acepta la  $H_0$

P-Valor  $< 0.05$   $\longrightarrow$  Rechaza la  $H_0$

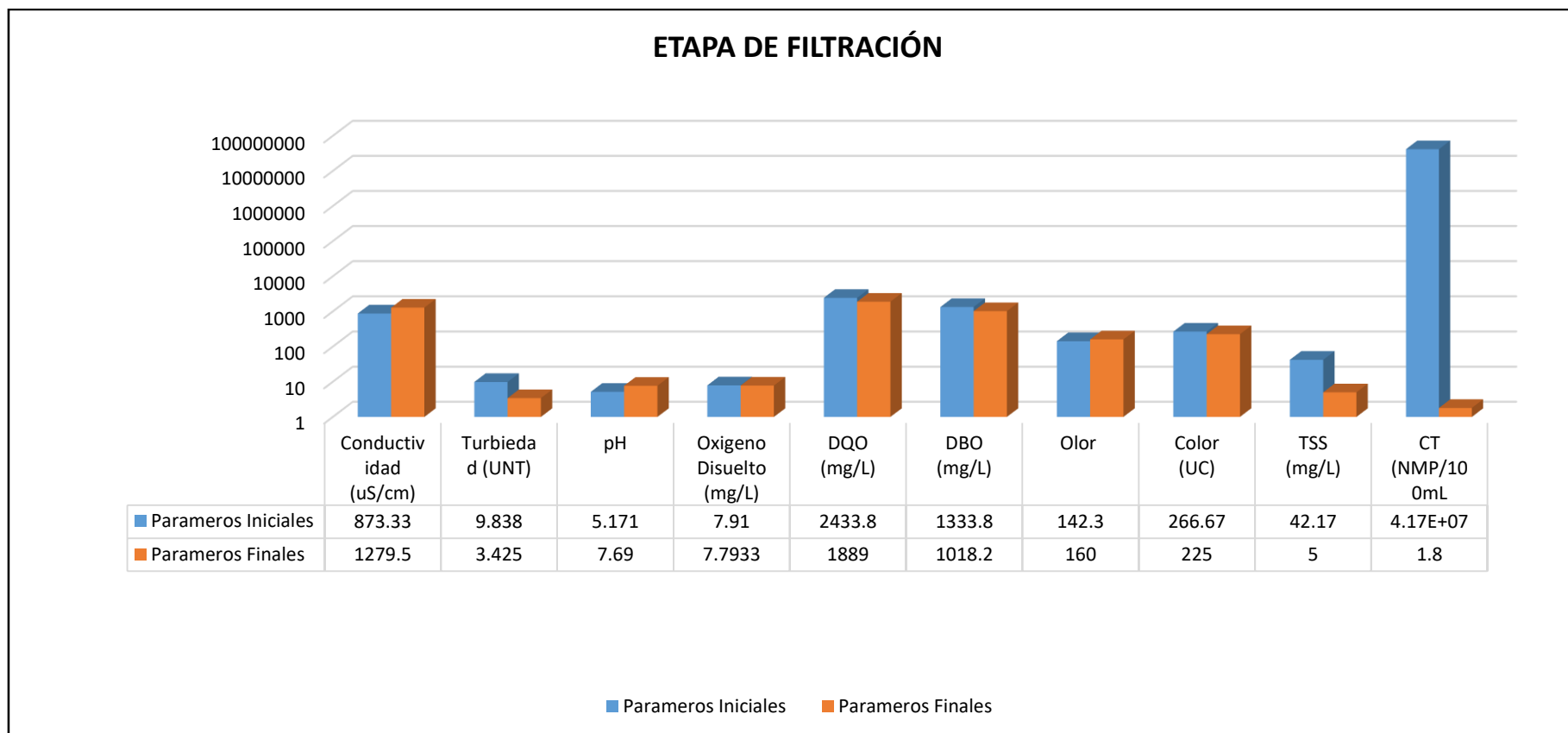
$$P\text{-Valor} = 0.000$$

$$0.000 < 0.05: \text{Rechaza la } H_0$$

Interpretación:

Acepta la  $H_1$ , demostrando que las medias del parámetro de temperatura con respecto al valor inicial son diferentes. Ver **Tabla 26**

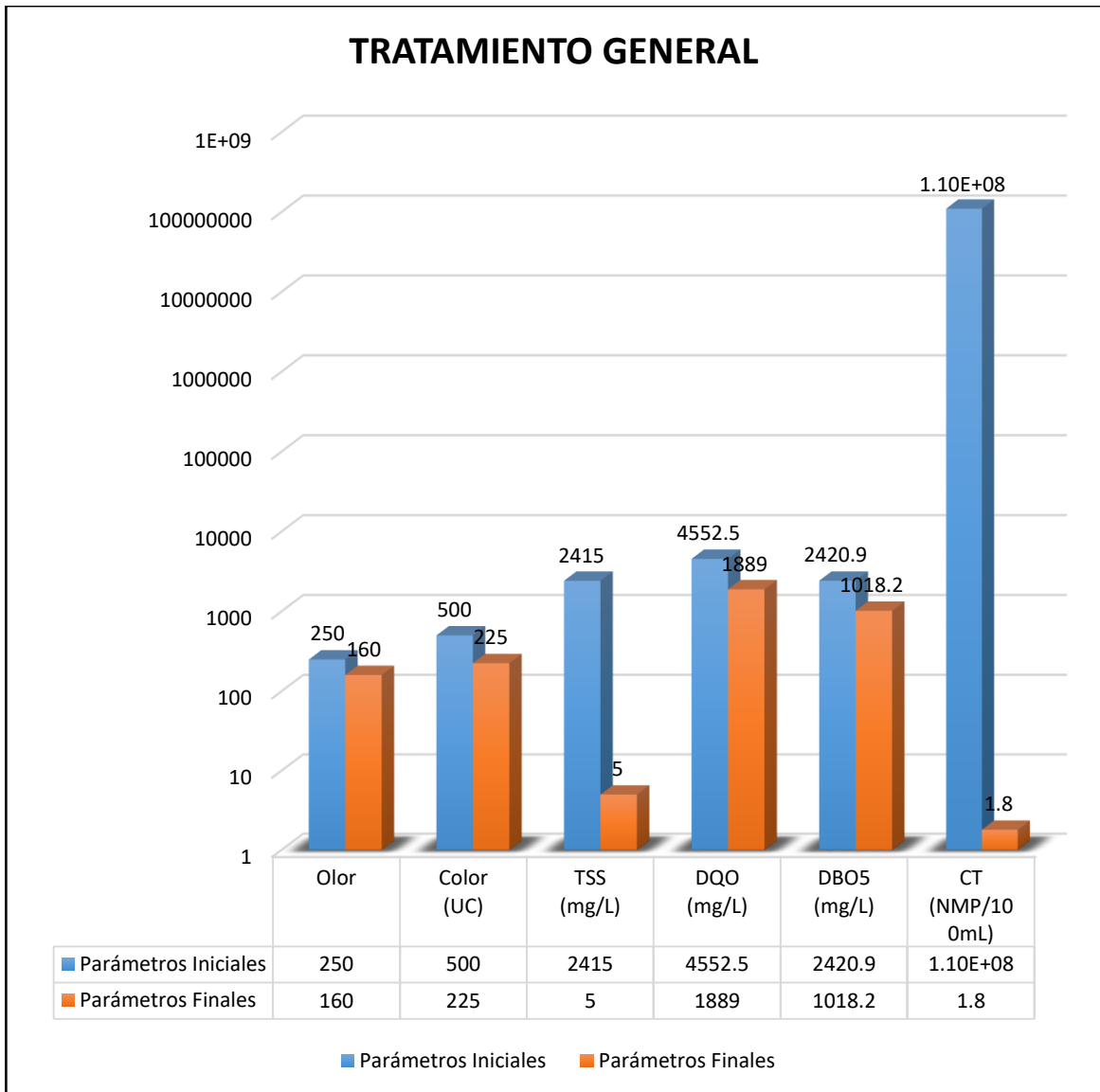
Hay una diferencia entre la media de la temperatura (23.3167 °C) con el valor inicial (25.8 °C) después de la etapa de filtración. Por lo cual se concluye que se disminuyó la temperatura en el agua y esto se debe que el valor inicial fue tomado en la empresa San Jacinto – Ancash y el tratamiento se realizó en Lima he ahí la diferencia de la temperatura.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 27** - Comparación de Resultados de la etapa de filtración.

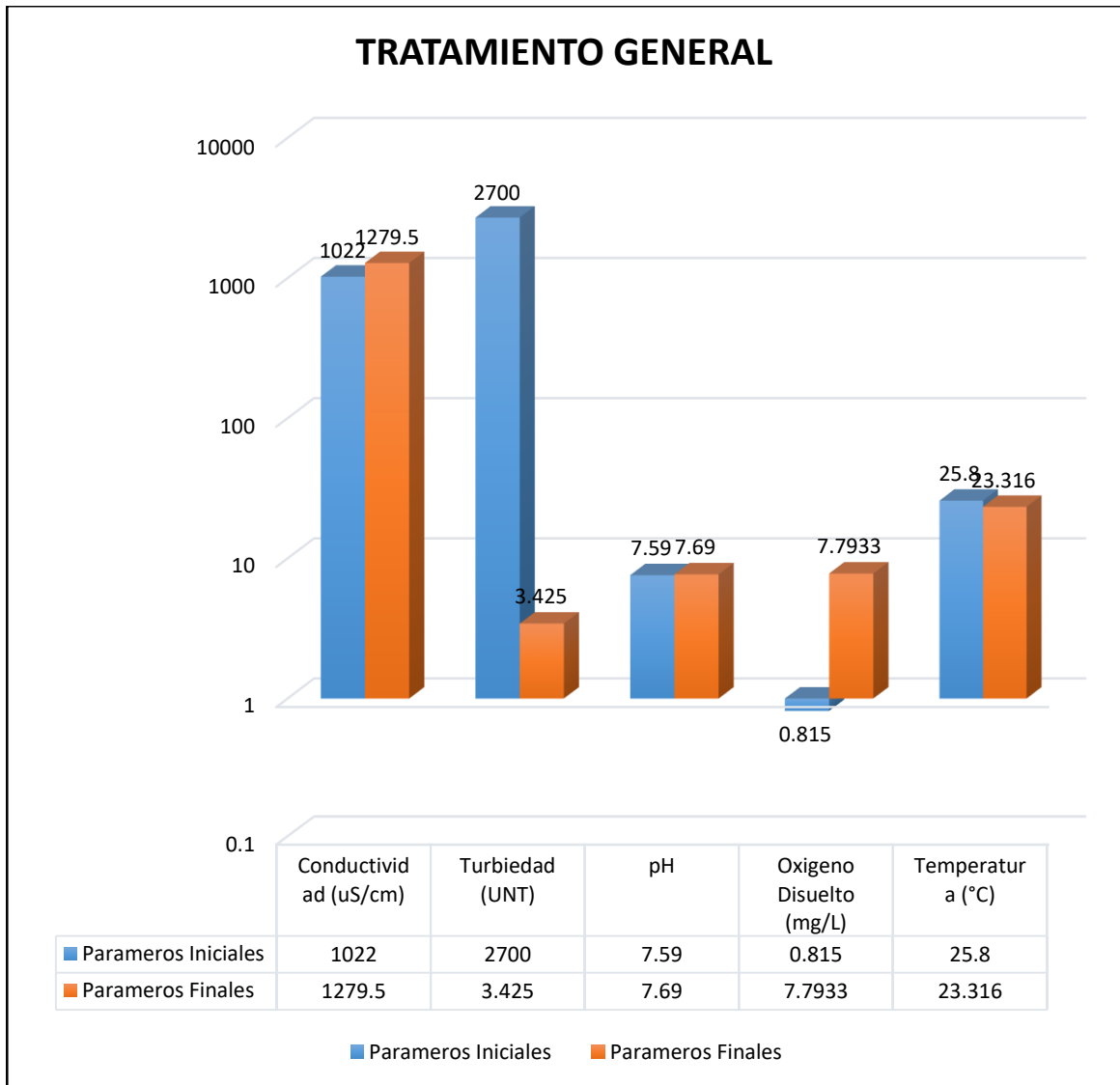
En la etapa de filtración se evidencia la disminución en un, 65.18% en la turbidez, en 1.47% en el OD, 22.38% en la DQO, en 23.66% en la DBO, 15.62% en el color, 88.14% en los TSS y 99.99% en los CT; pero un incremento de la conductividad del 31.74%, un 32.75% en el pH y un 11.06% en el olor. Se concluye que esta etapa ha tenido en mayor proporción una influencia significativa en la disminución de los parámetros que cumplen los ECAs para agua D.S 015-2015 – MINAM. Ver **Figura 27**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 28** - Comparación de Resultados en todo el tratamiento.

La aplicación del tratamiento (experimentación, aireación y filtración) nos da como resultado la disminución de cuatro parámetros; 36% en el olor, 55% en el color, 57.94% en DBO, 58.50% en el DQO, estos no alcanzan a cumplir con los ECAs para agua D.S 015-2015 – MINAM. Sin embargo, hay una reducción importante en cuanto a los otros 3 parámetros; en un 99.87% en la turbiedad, 99.79% en TSS y un 99.99% en cuanto a CT y hubo un ligero aumento en estos parámetros con un 20.12% en la conductividad, 10% en el pH y en un 89.54% en OD. Finalmente se concluye que si hubo una reducción significativa en los 10 parámetros, pero en diferentes proporciones. Ver **Figura 28**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 29** - Parámetros Determinados en el laboratorio de fisicoquímica de la UCV.



#### IV. DISCUSIÓN

Según los ensayos realizados, determinó que la extracción del coagulante de la semilla de marango es viable para el tratamiento de agua con baja turbidez (50 - 100 UNT). No obstante, la evaluación indicó que el mejor tratamiento es la aplicación de semilla con cáscara junto con la adición de NaCl en una dosis de 25 mL/L que resulta en una eficiencia de 69% (GOMEZ 2010). Mientras que, en la investigación realizada, solo en la etapa de experimentación se trabajó con una turbidez inicial de 2700 UNT y se agregó el polvo de la semilla (sin cascara) con una concentración de 0.35 gr/100ml previamente agitada y se da como resultado en reducción a 9.838 UNT y con una eficiencia del 99.635 %. Es posible que el coagulante de la semilla de la *Moringa oleifera* tiene mayor eficiencia en aguas con mayor turbidez, cabe resaltar que al agregar dicho floculante natural al agua; aumenta su carga orgánica y por ello se elevan los parámetros del agua sea DQO, DBO, Turbidez y sumado a ello le adherimos la cascara estos se eleva aún más.

Según las pruebas con  $Al_2(SO_4)_3$ , en los rangos 5 – 500 UNT de turbidez, obteniendo una eficiencia del 96 % con una relación de 70/30, utilizando la *Moringa oleifera* como coagulante principal y el  $Al_2(SO_4)_3$  siendo el auxiliar. Con base en los ensayos realizados se concluyó que la semilla *Moringa oleifera* producida en el sur de Honduras puede ser utilizada en el agua destinada a consumo de hogares de áreas rurales en zonas que presenten problemas de turbidez, ya que su aplicación es eficiente, sencilla y de muy bajo costo. (NUÑEZ 2007). Sin embargo, al tratar el agua residual de la etapa de lavado de caña de azúcar utilizando solamente el polvo de la semilla de la *Moringa oleifera* como coagulante principal se obtuvo una eficiencia del 99.873% en el tratamiento (etapa de experimentación y filtración) esto es posible acoplado un filtro de Gravedad (bajo costo), después de la coagulación floculación en el cual se quedan retenidas los flocs de menor tamaño y obteniendo agua de mejor calidad.

En los ensayos que se realizaron a escala de laboratorio, utilizando el agua residual tratada proveniente de las lagunas de estabilización de la Planta de Tratamiento Punta Gorda-Cabimas. Se estudiaron los parámetros: turbiedad,

color, pH, alcalinidad, sólidos suspendidos y disueltos. Para valores de turbiedad inicial de 76 y 140 UNT, la turbiedad y el color removidos alcanzaron porcentajes de remoción de 61-50 % y 80-60 %, respectivamente; mientras que, para valores de turbiedad de 40 NTU se observó que la remoción de turbiedad y color removido fue de 87,4 % y 75,0 % respectivamente. (MAS Y PEÑA, 2011). Mientras que los resultados obtenidos de una turbiedad y color inicial de 2700 UNT y 500 unidades de la etapa de lavado de caña de azúcar se redujo en los parámetros de turbiedad y color en un 99.873 % y 55% respectivamente, esto se debe a las etapas aplicadas en el tratamiento (etapa de experimentación, aireación y filtración).

Se realizaron ocho muestreos simples en el río Sinú, entre marzo y abril de 2013. Las semillas de *M. Oleífera*. Se generó un modelo cúbico de superficie de respuesta para evaluar la eficiencia de remoción de turbidez. Los resultados fueron, altas eficiencias de remoción de turbidez (>90 %) se lograron con dosis entre 4,5 mg/L y 17,5 mg/L de coagulante natural para turbiedades iniciales mayores a 90,0 UNT. Sin embargo, para turbiedades iniciales menores a 66,0 UNT, las eficiencias fueron también menores (entre 70 % y 85 %). No se evidenciaron alteraciones significativas en el pH y la alcalinidad luego de los ensayos. FERIA Y BERMUDEZ (2014). En el tratamiento de agua residual industrial de lavado de caña de azúcar se utilizó 0.35 gr/100 ml, genero una reducción hasta 3.425 UNT y con una eficiencia del 99.873 %, esto significa que el tratamiento a influido significativamente en el parámetro de turbiedad haciéndolo beneficioso para su reutilización en la etapa de lavado de caña. Se tiene una concordancia en las dos investigaciones donde no se evidenciaron alteraciones significativas en el pH y la alcalinidad en el tratamiento.

## V. CONCLUSIONES

Las conclusiones están en relación con las hipótesis y objetivos. Los resultados son los siguientes

1. De acuerdo con los resultados obtenidos en la aplicación del tratamiento (experimentación, aireación y filtración) y en contrastación de hipótesis general el uso de la semilla de la *Moringa Oleifera* como floculante natural permite la recuperación del agua residual industrial para la etapa de lavado de caña de azúcar. Permitiendo remover el 36% en el olor, 55% en el color, 57.94% en DBO, 58.50% en el DQO, estos no alcanzaron a cumplir con los ECAs para agua D.S 015-2015 – MINAM. Sin embargo, hay una reducción importante en cuanto a los otros 3 parámetros; en un 99.87% en la turbiedad, 99.79% en TSS y un 99.99% en cuanto a CT y hubo un ligero aumento en estos parámetros con un 20.12% en la conductividad, 10% en el pH y en un 89.54% en OD. Finalmente se concluye que si hubo una reducción significativa en los 10 parámetros, pero en diferentes proporciones.
2. Se determinó la dosis óptima de floculante 0.35 gr/100ml.
3. Se pudo determinar las condiciones del proceso de coagulación y floculación entre ellas tenemos un tiempo de sedimentación de 80 minutos para alcanzar la turbidez óptima, tiene un índice de Willcomb de 8 esto quiere decir que tiene buena formación de floculo y también tiene un tiempo de formación del floc de 15 segundos.
4. En la etapa de aireación se pudo recuperar el oxígeno disuelto en un 89.69%, teniendo un valor inicial de 0.815 mg/L y se logró llevar hasta 7.91 mg/L de Oxígeno.
5. En la etapa de filtrado se logró mejorar la calidad del agua con una disminución de 65.18% en la turbidez, en 1.47% en el OD, 22.38% en la DQO, en 23.66% en la DBO, 15.62% en el color, 88.14% en los TSS y 99.99% en los CT; pero un incremento de la conductividad del 31.74%, un 32.75% en el pH y un 11.06% en el olor. Se concluye que esta etapa ha tenido en mayor proporción una influencia significativa en la

disminución de los parámetros que cumplen los ECAs para agua D.S  
015-2015 – MINAM.

## VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que sugerimos son en relación a los resultados de la investigación:

1. Complementar el tratamiento con una etapa de cloración o rayos UV. Ya que se demostró que fueron capaces de reducirlos cuatro parámetros; 36% en el olor, 55% en el color, 57.94% en DBO, 58.50% en el DQO, estos no alcanzan a cumplir con los ECAs para agua D.S 015-2015 – MINAM.
2. Tener en cuenta las condiciones ambientales, ya que influye al momento de construir una planta de tratamiento de aguas residuales industriales y tratar de simular esas condiciones en el laboratorio y cumpliendo la normatividad vigente.
3. Se sugiere evaluar la posibilidad de sintetizar el floculante de la moringa oleífera, para no elevar la DQO y DBO en el agua a tratar.
4. Se sugiere implementar un filtro con carbón activado para mayor reducción del olor.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGULIAR, M.I. SAÉZ, J. LLORENS, M. SOLER, A. Y ORTUÑO, F.F. Tratamiento Físico-Químico de Aguas Residuales Coagulación – Floculación [en línea]. España: Universidad de Murcia, 2002 [fecha de consulta: 1 Mayo 2015].  
Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=8vIQBXPvhAUC&pg=PA35&dq=coagulacion+y+floculacion&hl=es-419&sa=X&ei=3gdEVeDbKseuggS004C4Dg&sqj=2&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q=coagulacion%20y%20floculacion&f=false>  
ISBN: 84-8371-308-X
- ANA usos del agua. Recursos internet [en línea]. [Fecha de consulta: 1 Mayo 2015].  
Disponible desde internet:  
[http://www.cip.org.pe/index.php/iepi/eventos/item/download/143\\_594c4f181a1b39c9f6305092d9b778b6.html](http://www.cip.org.pe/index.php/iepi/eventos/item/download/143_594c4f181a1b39c9f6305092d9b778b6.html)
- ANA tratamiento sanitarios de aguas residuales. Recursos internet [en línea]. [Fecha de consulta: 4 Mayo 2015].  
Disponible desde internet:  
<http://www.ana.gob.pe/media/496331/tratamiento%20sanitario%20de%20aguas.pdf>
- ANA huella hídrica del Perú. Sector agropecuario. Recursos internet [en línea]. [Fecha de consulta: 5 febrero 2015].  
Disponible desde internet:  
<http://www.ana.gob.pe/media/1256542/estudio%20huella%20h%C3%ADdrlica%20nacional.pdf>
- CRISTES, Ron, TCHOBANOGLIOUS, George, CAMARGO, Miller, Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. 1ª Edición. Santafé de Bogotá. Mc Graw Hill, 2014. 251 p.  
ISBN: 0-07-289087-8

- Depuración de aguas residuales. Recursos en internet [en línea]. México: Triple enlace Química de Jose Gavira. [Fecha de consulta: 6 Mayo 2015]. Disponible en:  
<http://triplenlace.com/2013/05/17/sistemas-de-depuracion-de-aguas-residuales-26-caracteristicas-de-las-aguas-residuales-urbanas/>  
 Enciclopediadetareas.net. Comité editorial. 19 Diciembre 2010  
 <<http://www.encyclopediadetareas.net/2015/04/caracteristicas-de-las-aguas-residuales.html> >
- EL AGUA virtual y la huella hídrica. [En línea]. México: Conagua. [Fecha de consulta: 2 Mayo 2015]. Disponible en:  
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/Infograf%C3%ADa%20Huella%20H%C3%ADdrica.pdf>
- Enciclopediadetareas.net. Comité editorial. 19 Diciembre 2010  
 <<http://www.encyclopediadetareas.net/2015/04/caracteristicas-de-las-aguas-residuales.html> >
- FAO cultivo tradicional del mes. Recursos internet [en línea]. [Fecha de consulta: 9 Mayo 2015]. Disponible desde internet:  
<http://www.fao.org/traditional-crops/moringa/es/>
- FERIA DIAZ, Jhon Jairo; BERMUDEZ ROA, Sixto and ESTRADA TORDECILLA, Ana María. Eficiencia de la semilla Moringa Oleífera como coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú. Rev. P+L [online]. 2014, vol.9, n.1 [citado 2016-08-21], pp.9-22. Disponible desde internet:  
 <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552014000100001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552014000100001&lng=en&nrm=iso)>. ISSN 1909-0455.

- GIORDANI, Samanta, Gonzáles Luzmari, Morales Astrid, Quijano Jessica y Tejada Andrina. Factibilidad del uso de polímero para la clarificación del agua potable en la ciudad de Mérida. Revista Científica Juvenil [en línea]. Agosto – Junio 2008, vol. 07-08, N°1. [Fecha de consulta: 2 Julio 2016].  
Disponibile en: file:///C:/Users/Luis/Downloads/1655-6279-1-PB.pdf  
ISSN: 1316-9505
- GOMEZ Gutiérrez, Karen. Eficiencia del coagulante de la semilla de la Moringa oleifera en el tratamiento de agua con baja turbidez: Tesis (Título de ingeniero en Desarrollo económico y Ambiente en el grado Académico de licenciatura). Zamorano, Honduras: Universidad Zamorano, 2010. 20 p.
- Grupo agro negocios. Comité editorial. 19 Diciembre 2013  
<<http://www.agronegocios.pe/negocios/item/2793-moringa-el-arbol-de-la-inclusion-social> >
- Grupo agro negocios. Comité editorial. 09 de Abril 2013  
<<http://www.agronegocios.pe/negocios/item/578-cultivo-de-la-moringa-ya-es-una-realidad-en-el-per%C3%BA> >
- HERRERA A., Antonio y SUÁREZ S., Paula. Indicadores bacterianos como herramientas para medir la calidad ambiental del agua costera. Revista de ciencia y tecnología de América [en línea]. Agosto 2005, Vol. 30, N°. 3. [Fecha de consulta: 4 Mayo 2015].  
Disponibile en:  
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1215061>  
ISSN: 0378-1844
- HENRY, Glynn Y HEINKE, Gary. Ingeniería Ambiental [en línea]. México: Prentice Hall, 1993 [fecha de consulta: 10 Mayo 2015].  
Disponibile en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=ToQmAKnPpzIC&pg=PA273&dq=MICROORGANISMOS+EN+LAS+AGUAS+RESIDUALES&hl=es->



419&sa=X&ei=8h2CVb\_BlsbdsASo6YmoCw&ved=0CCgQ6AEwAg#v=one  
page&q=MICROORGANISMOS%20EN%20LAS%20AGUAS%20RESIDUA  
LES&f=false

ISBN 970-17-0266-2

- HERNANDEZ MUÑOZ, A. Depuración y desinfección de aguas residuales s. 5ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2001. 1151 p. Colección Señor nº 9.  
ISBN: 84-380-0190-4
- HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. et al. Manual de depuración Uralita. 2ª ed. Madrid: Paraninfo, 2000. 430 p.  
ISBN: 84-283-2162-0
- INEI Producción de caña de azúcar se incrementó 8.7% en enero de 2016 [en línea]. [Fecha de consulta: 5 Mayo 2016].  
Disponible desde internet:  
<https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-cana-de-azucar-se-incremento-87-en-enero-de-2016-8969/>
- ISLA, Ricardo. Proyectos de Plantas de Tratamiento de Agua. 1aed. Madrid: Bellisco Ediciones, 2005. 81 p.  
ISBN: 84-96486-05-2
- Ley N° 29338. Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 31 de Marzo del 2009.
- LEDO, Patrícia G.S; LIMA, Raquel F.S; PAULO, João B.A y DUARTE, Marco A.C. Estudio Comparativo de Sulfato de Aluminio y Semillas de Moringa oleífera para la Depuración de Aguas con Baja Turbiedad. Inf. tecnol. [online]. 2009, vol.20, n.5, pp.3-12. ISSN 0718-0764.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642009000500002>.
- Ley N° 29338. Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 24 de Julio del 1994.

- ÑAUPAS, Humberto, MEJÍA, Elías y NOVOA, Eliana. Metodología de la investigación cuantitativa – Cualitativa y Redacción de Tesis. 4ª Edición. Bogotá. Ediciones de la U, 2014. 314 p.  
ISBN: 978-958-762-188-4
- MAS, Marielba y PEÑA, Rubí. Uso de la moringa oleífera como post-tratamiento en lagunas de estabilización: Tesis (Profesor titular). Maracaibo, Estado de Zulia, Venezuela: Universidad de Zulia, facultad de ingeniería, escuela de ingeniería civil, departamento de ingeniería sanitaria y ambiental, 2011. 298 p.
- MINAM, Manual para municipios ecoeficientes [en línea]. [Fecha de consulta: 25 Junio 2016].  
Disponible desde internet:  
[http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/manual\\_para\\_municipios\\_ecoeficientes.pdf](http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/manual_para_municipios_ecoeficientes.pdf)
- NUÑEZ Ponce, Eliana. Validación de la efectividad de la semilla de Moringa oleífera como coagulante natural del agua, destinada al consumo humano, Morocelí, Honduras: Tesis (Título de ingeniero en Desarrollo económico y Ambiente en el grado Académico de licenciatura). Zamorano, Honduras: Universidad Zamorano, 2007. 50 p.
- OEFA. Fiscalización de Aguas residuales. Ministerio del Ambiente. 2013.
- ORTEGA k. Alejandro Villareal Gómez. Revisión de las características y usos De la planta *Moringa oleífera*. *Investigación y Desarrollo*. [En línea]. Enero-Junio de 2014, vol. 22. n. 2. [Fecha de consulta: 25 Octubre 2016]. Disponible en:  
<http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/investigacion/article/view/6272/7456>  
ISSN 20117574

- PEREZ, Manuel y PRATT, Lawrence. Industria azucarera en Guatemala: análisis de sostenibilidad [en línea]. México: CLACDS, 1997 [fecha de consulta: 10 Mayo 2015].  
Disponible en:  
<https://www.incae.edu/ES/clacds/publicaciones/pdf/cen720.pdf>
- PEREZ A, SANCHEZ, Tania, ARMENGOL, Nayda y REYES F. Características y potencialidades de Moringa oleifera, Lamark. Scielo. 33 (4), Octubre 2010.  
Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942010000400001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000400001)  
ISSN: 0864-0394
- RAMOS, Raudel, SEPÚLVEDA, Rubén y VILLALOBOS, Francisco. El agua en el medio ambiente: muestreo y análisis [en línea]. México: Plaza y Valdés, 2003 [fecha de consulta: 10 Mayo 2015].  
Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=b8lxhcHPEYC&pg=PA65&dq=CARACTERISTICAS+FISICOQUIMICAS+DE+LAS+AGUAS+RESIDUALES&hl=es419&sa=X&ei=IxaCVcnsFYe7ggTP1IC4Aw&ved=0CBwQ6AEwAA#v=onepage&q=CARACTERISTICAS%20FISICOQUIMICAS%20DE%20LAS%20AGUAS%20RESIDUALES&f=false>  
ISBN 970-9051-62-8
- ROLIM, Sergio. Sistemas de Lagunas de Estabilización. 1ª.ed. Santa Fe de Bogotá: Mc Graw Hill, 2000. 168 p.  
ISBN: 958-41-0090-0
- RIGOLA LAPEÑA, M. Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales. Barcelona: Marcombo, 1989. 160 p.  
ISBN: 84-267-0740-8

- SCIELO [en línea]: Moringa oleifera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. México:  
 Revista Mexicana de Biodiversidad, 2011 - [fecha de consulta: 2 Mayo 2015].  
 Disponible en:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=s187034532011000400001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=s187034532011000400001&script=sci_arttext)  
 ISSN: 2007-8706
- TCHOBANOGLIOUS, George, BURTON, Franklin, CAIJAS, Ángel, Ingeniería de aguas residuales tratamiento, vertido y reutilización. 3ª Edición. Madrid. Mc Graw Hill, 1995. 283 p.  
 ISBN: 84-481-1727-1
- VILLAREAL, Alejandro, y Ortega, Keila. Revisión de las características y usos de la planta Moringa oleifera. Revista investigación y desarrollo [en línea]. Enero – Junio 2014, vol. 22, N°2. [Fecha de consulta: 2 Mayo 2015].  
 Disponible en:  
<http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/investigacion/article/viewArticle/5464/6402>  
 ISSN: 2011-7574

## **VIII. ANEXOS**

ANEXO 01: Distrito de Nepeña – San Jacinto – Chimbote.



ANEXO 02: Agroindustrias San Jacinto S.A.A.



ANEXO 03. Agua de lavado de caña.



ANEXO 04: Toma de muestras de agua.



ANEXO 05: Análisis de parámetros Insitu.





ANEXO 06: Traslado de muestra a Lima.



ANEXO 07: Pre – Filtrado.



ANEXO 08: Machacado de la semilla de *Moringa oleifera*.



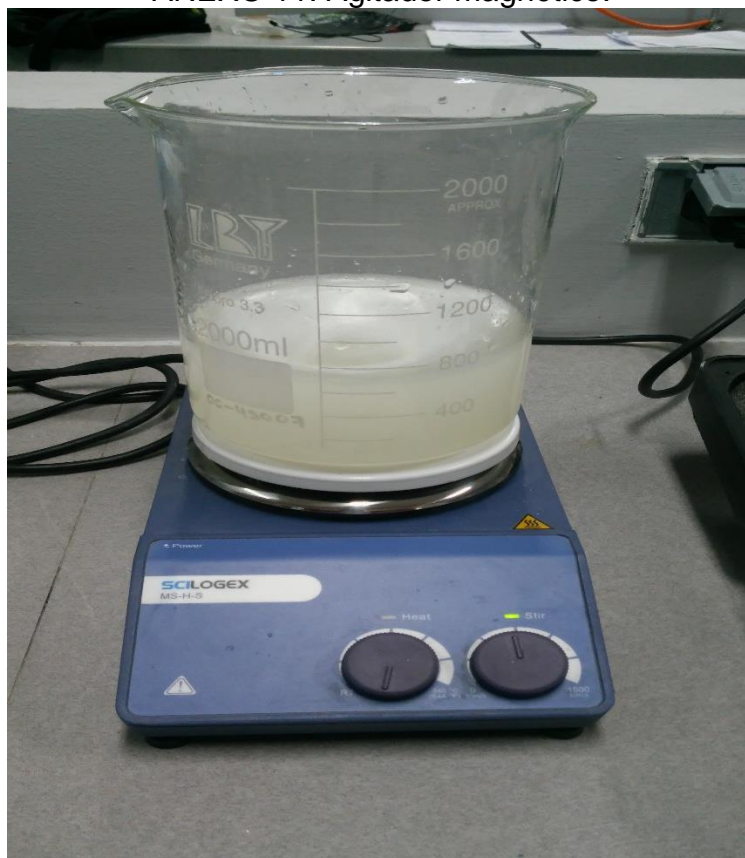
ANEXO 09: Tamizado del machacado de semilla de *Moringa oleifera*.



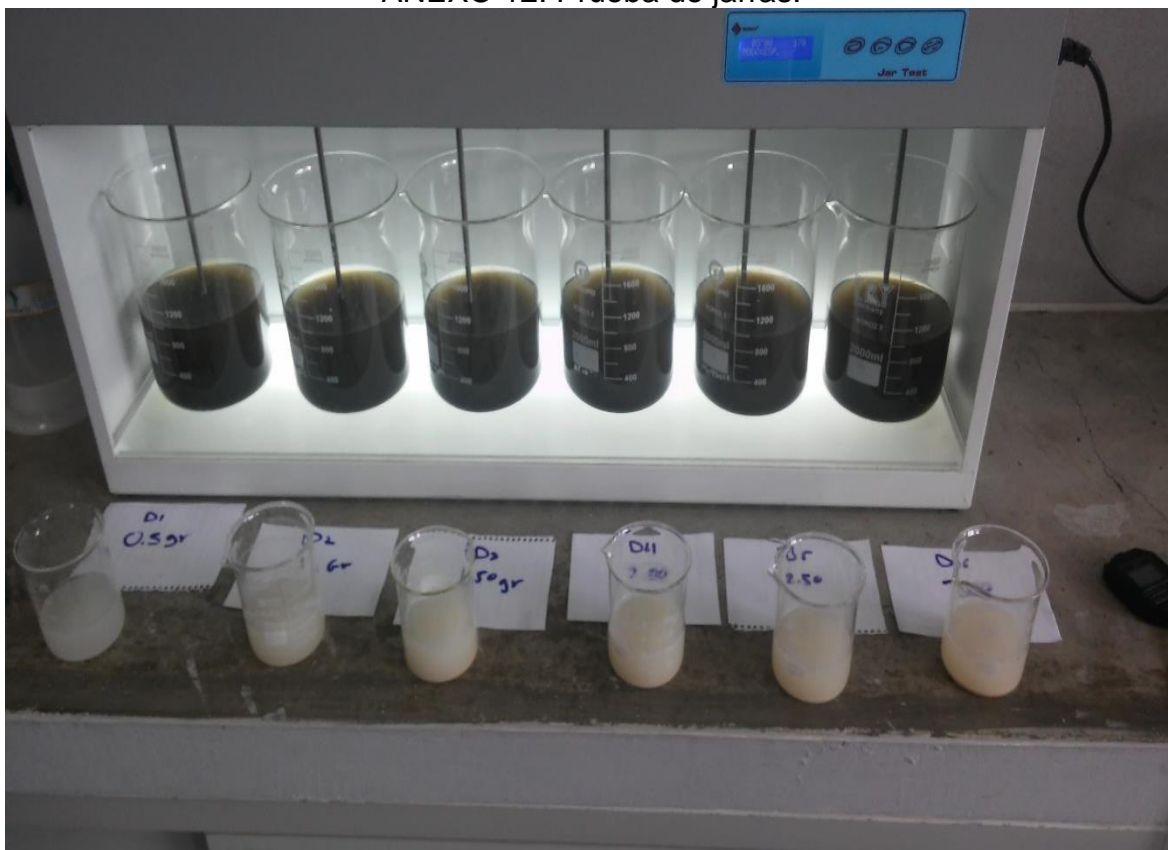
ANEXO 10: Pesado del polvo de semilla



ANEXO 11: Agitador magnético.



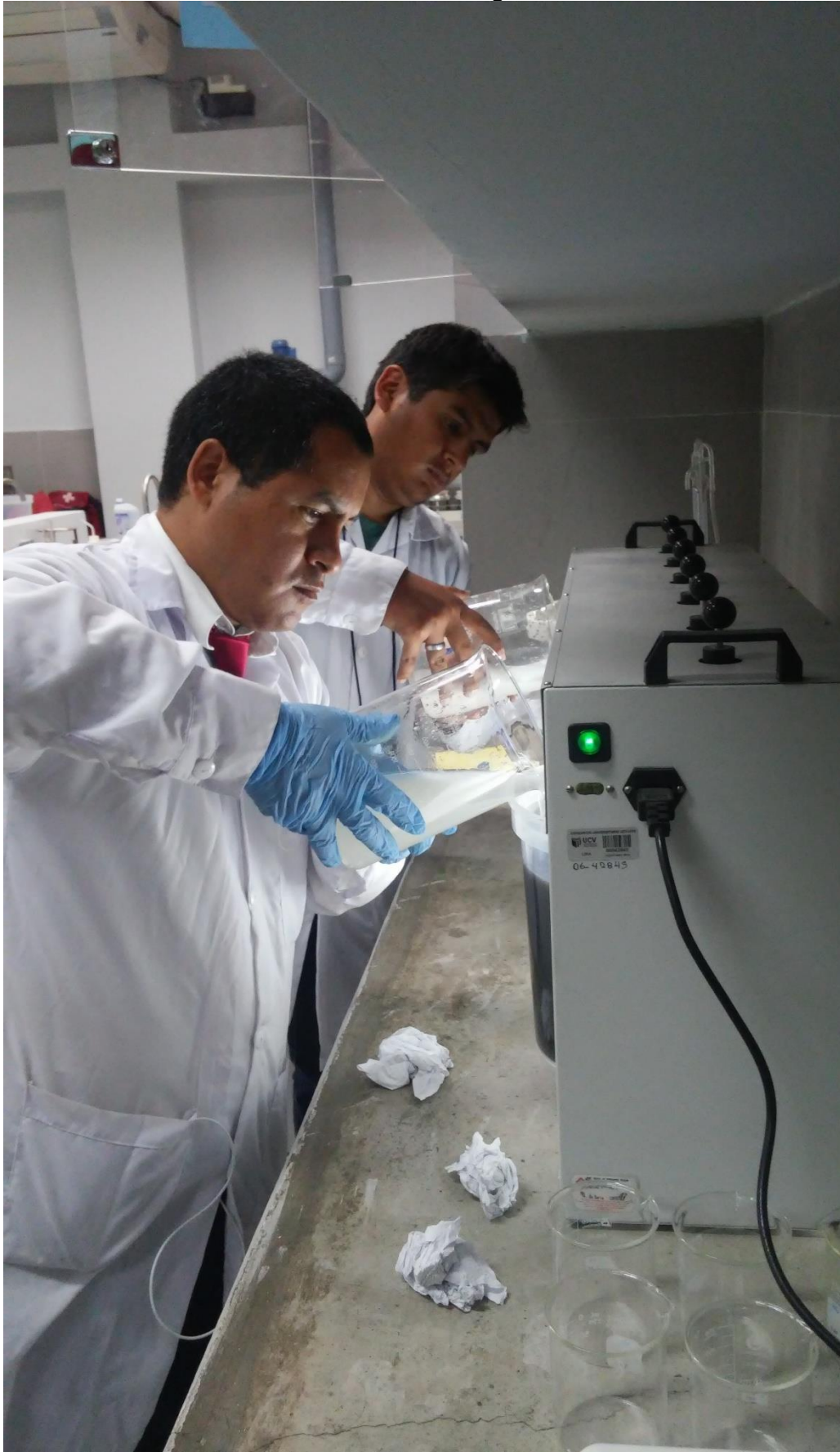
ANEXO 12: Prueba de jarras.



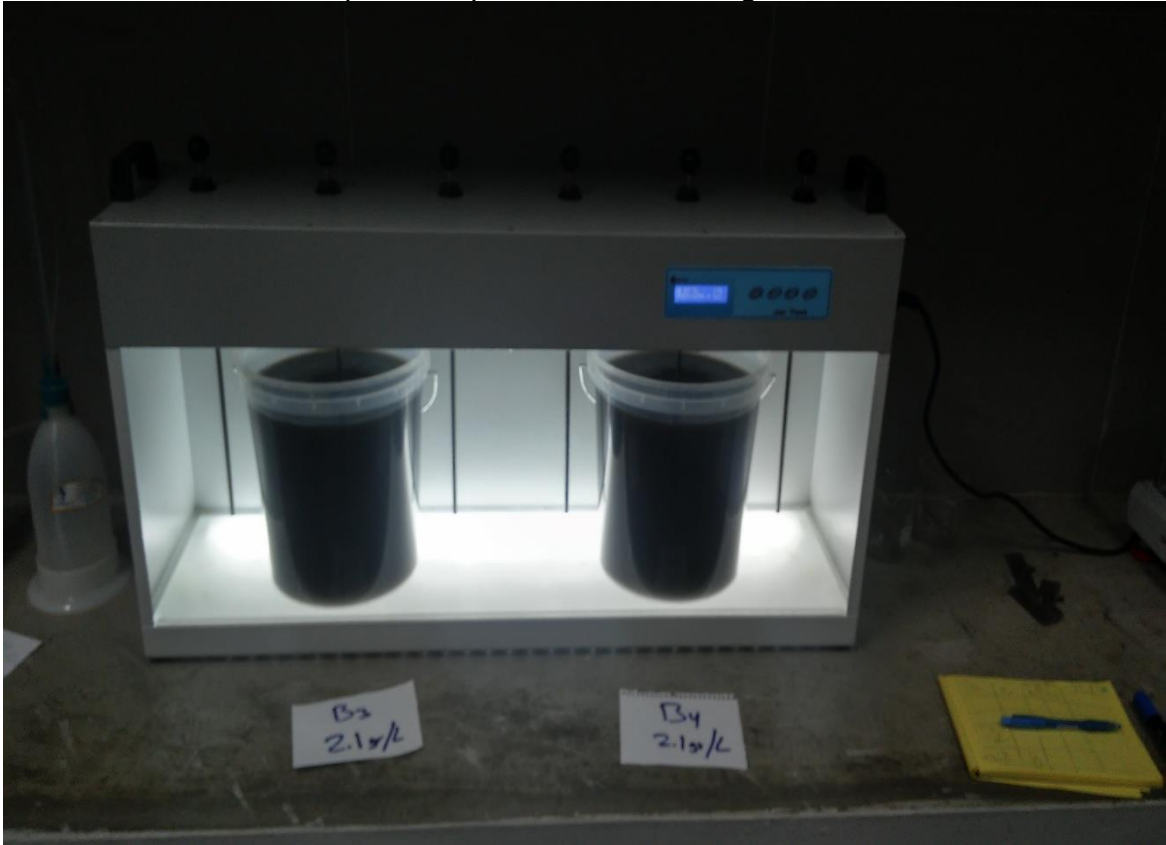
ANEXO 13: Dosis exacta.



ANEXO 14: Adición de coagulante natural.



## ANEXO 15: Etapa de Experimentación Coagulación – Floculación



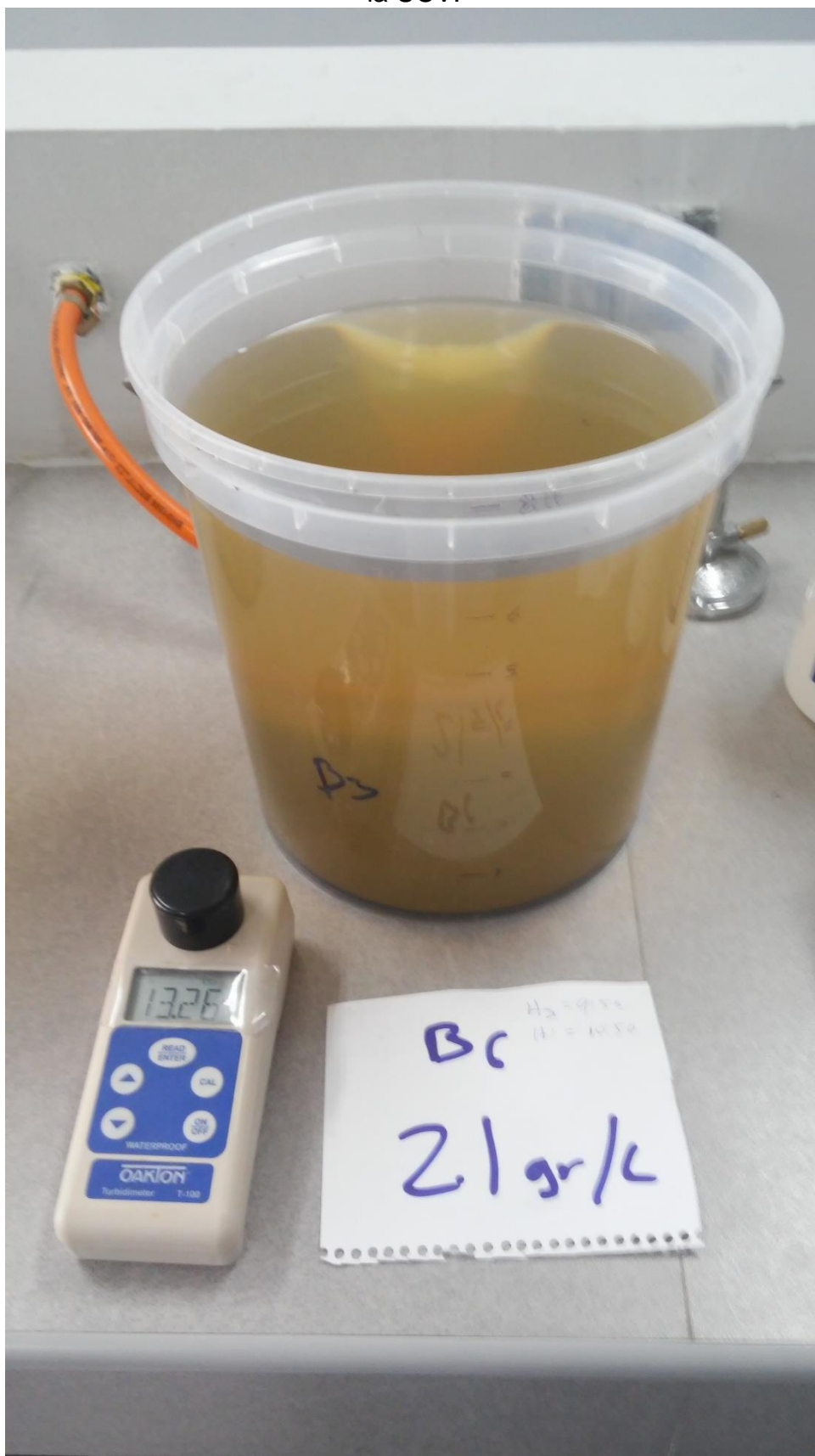
## ANEXO 16: Sedimentación después de 80 minutos.



ANEXO 17: Medición de los Parámetros Insitu en laboratorio de Físicoquímica de la UCV.



ANEXO 18: Medición de los Parámetros Insitu en laboratorio de Fisicoquímica de la UCV.





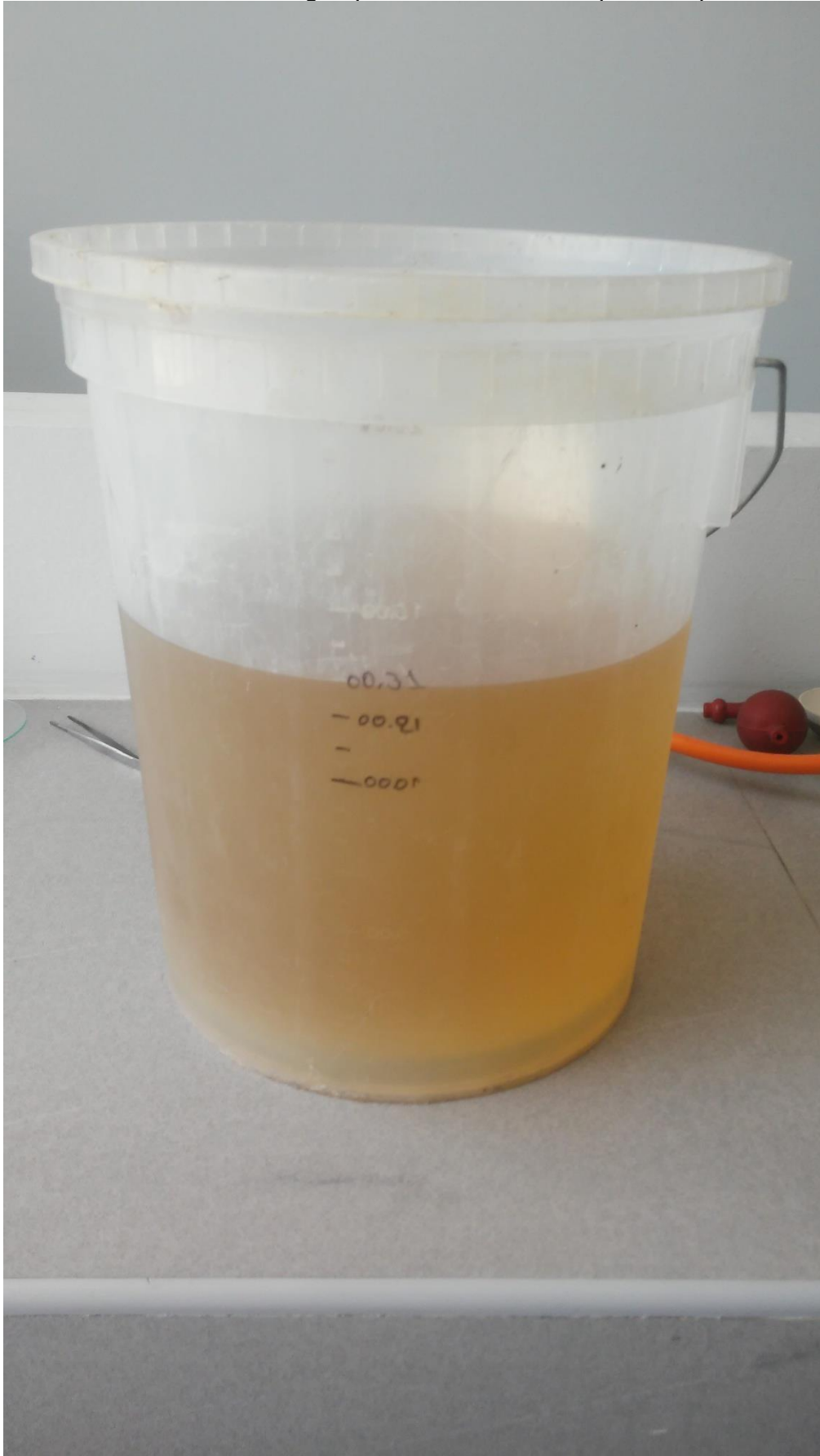
ANEXO 19: Toma de muestras después de la Experimentación.



ANEXO 20: Materiales para la Aireación.



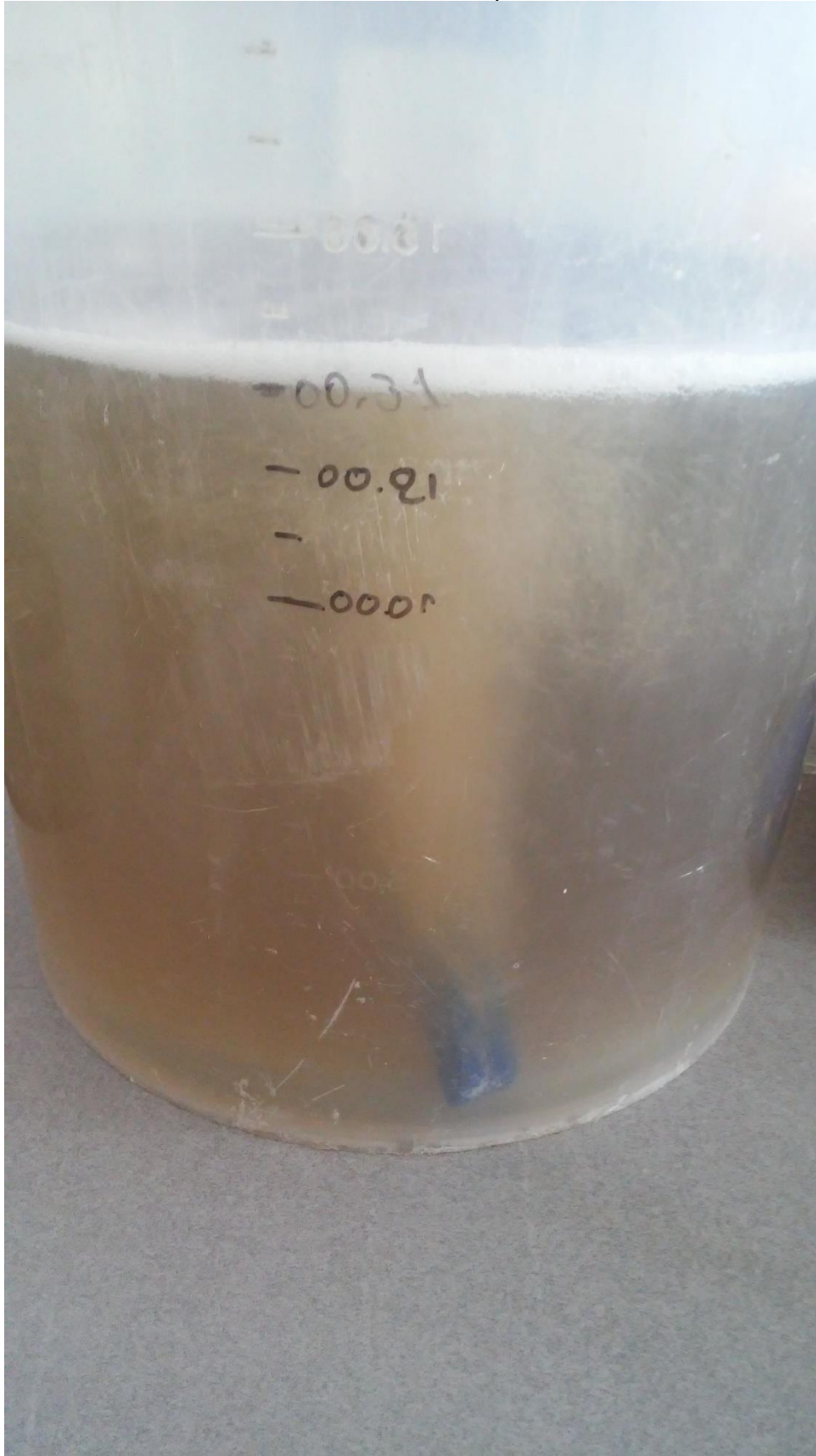
ANEXO 21: Recolección del agua proveniente de la etapa de experimentación.



ANEXO 22: Inyección de aire.



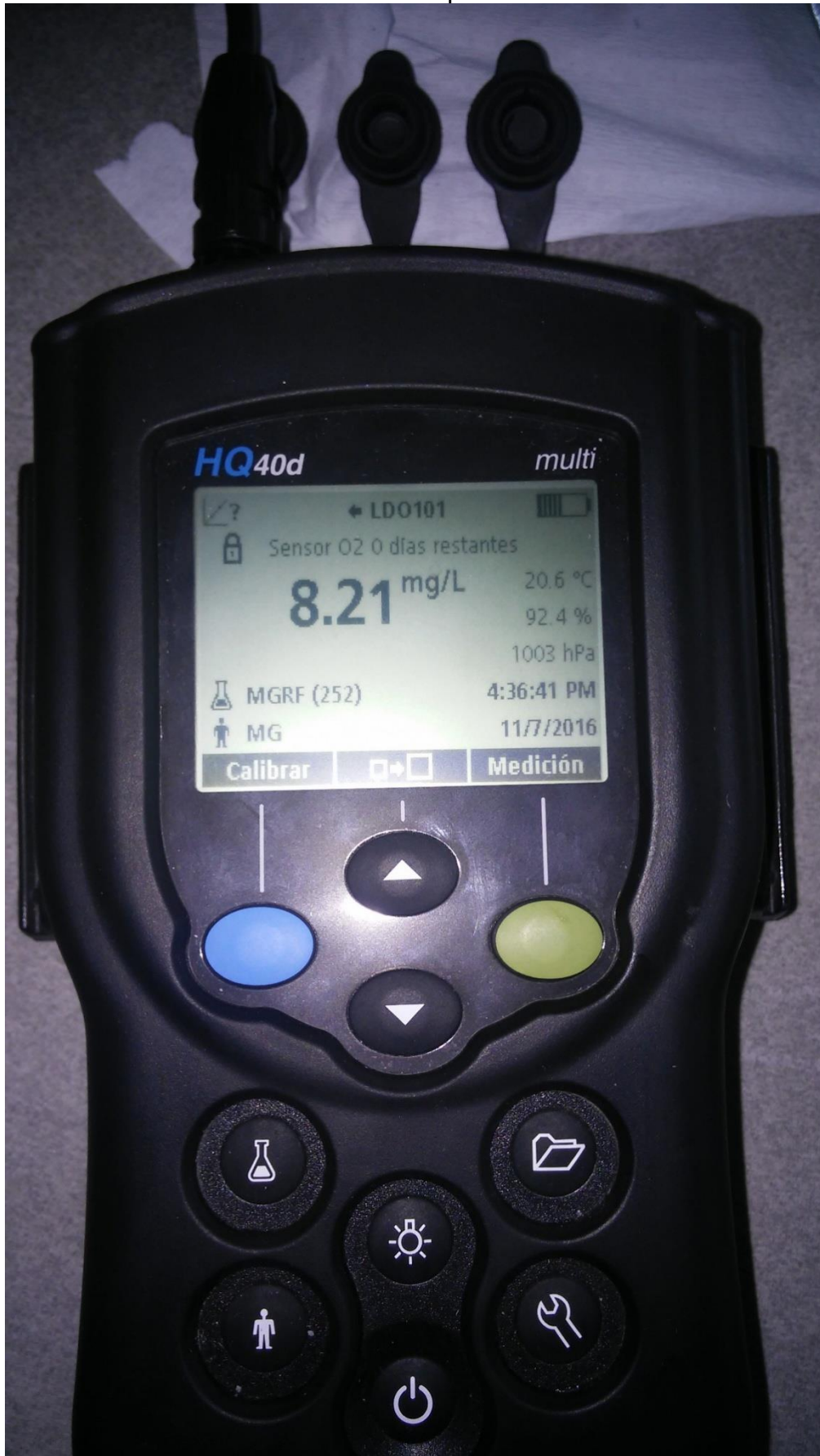
ANEXO 23: Difusión del aire por 91 minutos.



ANEXO 24: Medición del Oxígeno Disuelto.



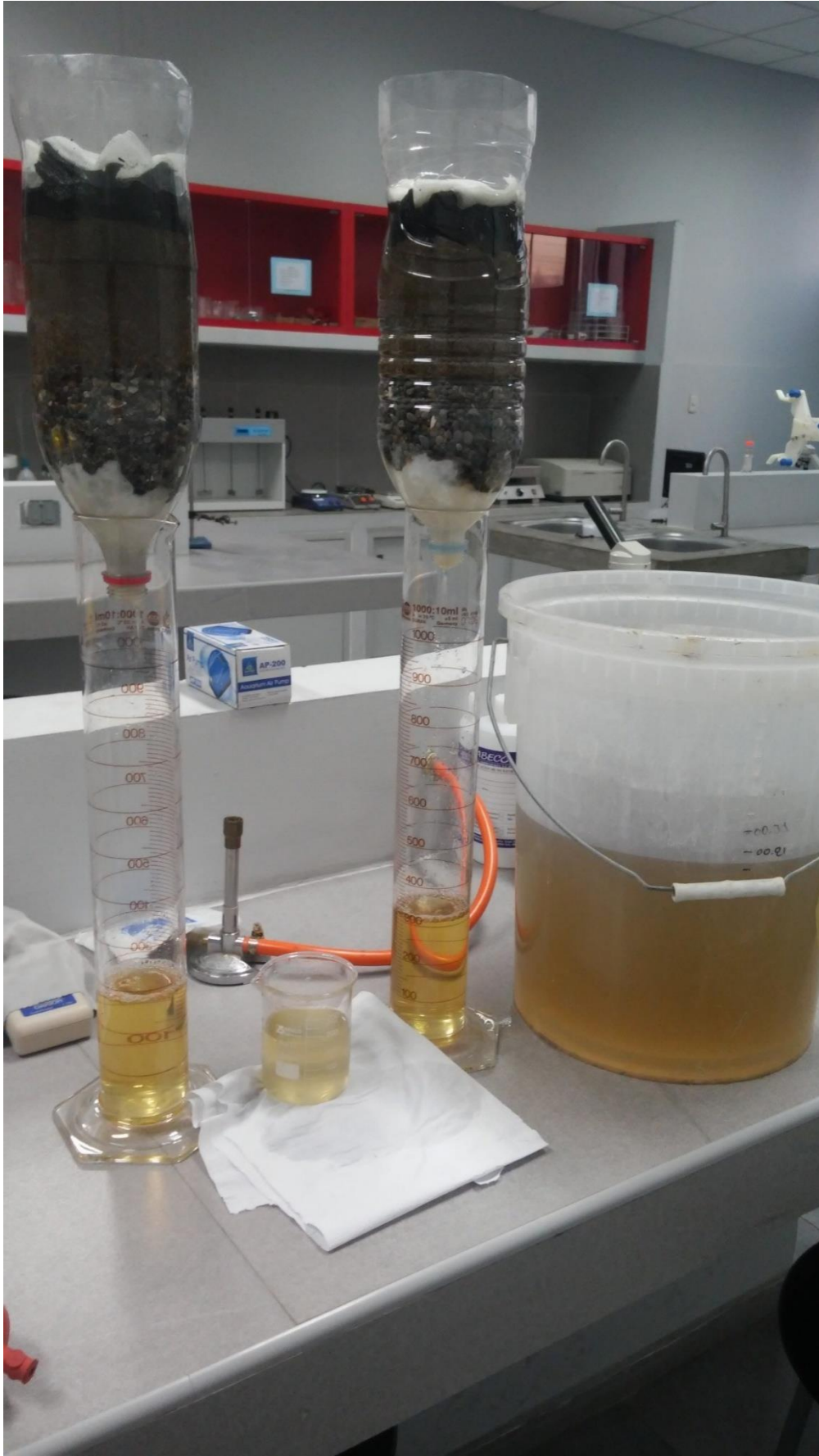
ANEXO 25: Multiparámetros



ANEXO 26: Materiales de Filtración.



ANEXO 27: Filtración.






ANEXO 28: Medición de la turbiedad después del filtrado.



ANEXO 29: medición de oxígeno disuelto después del filtrado.



# ANEXO 30: Informe del análisis del agua de lavado de caña.



**LABECO**  
ANALISIS AMBIENTALES S.C.R.L.

## INFORME DE ENSAYO N° 3003-16

**Solicitante** : LUIS ALFONSO RODRIGUEZ BACILIO  
**Dirección del Solicitante** : Mz. Q2 Lote 07, Urb. San Alberto - Los Olivos - Lima  
**Atención** : Luis Alfonso Rodríguez Bacilio  
**Proyecto** : Recuperación de las Aguas Residuales del Proceso de Lavado de Caña  
**Lugar de Muestreo** : Solides Alto S/N - San Jacinto - Distrito Nepeña - Ancash  
**Tipo de Muestra** : Agua Residual (Industrial)  
**Fecha de Monitoreo** : 06/10/16  
**Fecha de Recepción de Muestra** : 07/10/16  
**Fecha de Inicio de Análisis** : 07/10/16  
**Fecha de Término de Análisis** : 12/10/16

---

**CALIDAD DE AGUA**

Código de Laboratorio	3003-1	Límite Detección	Unidad
Código de Cliente	Pre Ensayo		
<b>Parámetros Físicoquímicos</b>			
Turbidez	2700,00	0,30	NTU
TSS	2415	4	mg/L
Cloruros	159	3	mg Cl/L
DBO <sub>5</sub>	2420,9	2,0	mg/L
Nitratos	0,16	0,01	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L
Sulfatos	390,5	0,5	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L
<b>Metales</b>			
Cromo	<0,03	0,03	mg Cr/L
Plomo	<0,01	0,01	mg Pb/L
<b>Parámetro Microbiológico</b>			
Coliformes Totales	3,5 x 10 <sup>7</sup>	<1,8	NMP/100mL

- Muestra Tomada por el cliente.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el cliente.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado por el cliente.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

**Método de Análisis:**  
 Turbidez: APHA AWWA WEF 2130 B 22nd Edition 2012, Nephelometric Method.  
 TSS: APHA AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Edition 2012 Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C.  
 Cloruros: APHA AWWA-WEF Part 4500-Cl-B, 22nd Edition 2012 Chloride. Argentometric Method.  
 DBO<sub>5</sub>: APHA AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Edition 2012 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.  
 Nitratos: APHA AWWA - WEF 4500 - NO<sub>3</sub> - E 22nd Edition 2012, Nitrogen (Nitrate) Cadmium Reduction Method.  
 Sulfatos: APHA AWWA-WEF Part 4500-SO<sub>4</sub>=E, 22nd Edition 2012, Sulfate. Turbidimetric Method.  
 Cromo: APHA AWWA-WEF Part 3111 B, 22nd Edition 2012, Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method.  
 Plomo: APHA AWWA-WEF Part 3111 B, 22nd Edition 2012, Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method.  
 Coliformes Totales: APHA AWWA WEF Part 9221 B, 22nd Edition. 2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

1 de 2  
Revisión: 21

**LB-F-14**

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico  
 Surquillo - Lima  
 Teléfonos: 242-2696 / 444-8987  
 web: www.labecoperu.com  
 e-mail: labeco@labecoperu.com, labecoperu@gmail.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

# LABECO

ANALISIS AMBIENTALES S.C.R.L.

**Ing. Yelitsa Rojas Villalva**  
CIP N° 185709  
Supervisor de Emisión de Informes de  
Ensayo F/Q



**Biga. Milagros Taype Villegas**  
CBP 10623  
Supervisor de Laboratorio de  
Microbiología

**Lima, 14 de Octubre de 2016.**

- Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
- Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
- Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
- Nota 4: El laboratorio declara la validez del presente Informe de Ensayo por el periodo de un año, para los fines que el cliente estime conveniente.
- Nota 5: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con la declaración "Suplemento al Informe de ensayo"
- Nota 6: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
- Nota 7: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

Anexo 1: Condiciones de recepción.

LB-F-14

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico  
Surquillo - Lima  
Teléfonos: 242-2696 / 444-8987  
web: [www.labecoperu.com](http://www.labecoperu.com)  
e-mail: [labeco@labecoperu.com](mailto:labeco@labecoperu.com), [labecoperu@gmail.com](mailto:labecoperu@gmail.com)

2 de 2  
Revisión: 21

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”

# ANEXO 31: Informe del análisis del agua filtrada.



ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.

## INFORME DE ENSAYO N° 3306-16

**Solicitante** : LUIS ALFONSO RODRIGUEZ BACILIO  
**Dirección del Solicitante** : Mz. Q2 Lote 07, Urb. San Alberto - Los Olivos - Lima  
**Atención** : Luis Alfonso Rodríguez Bacilio  
**Proyecto** : Recuperación de las Aguas Residuales de la Etapa de Lavado de Caña  
**Lugar de Muestreo** : Agro Industrias - San Jacinto - Salida Alto S/N, San Jacinto - Ancash  
**Tipo de Muestra** : Agua Residual (Industrial)  
**Fecha de Monitoreo** : 08/11/16  
**Fecha de Recepción de Muestra** : 08/11/16  
**Fecha de Inicio de Análisis** : 08/11/16  
**Fecha de Término de Análisis** : 13/11/16

### CALIDAD DE AGUA

Código de Laboratorio	3306-1	Límite Detección	Unidad
Código de Cliente	Filtro		
<b>Parámetros Físicoquímicos</b>			
Olor	160	-	-
Color	225	5	UC
Turbidez	3,40	0,30	NTU
TSS	5	4	mg/L
DBO <sub>5</sub>	1018,2	2,0	mg/L
DQO	1899	4	mg/L
<b>Parámetro Microbiológico</b>			
Coliformes Totales	<1,8	<1,8	NMP/100mL

- Muestra Tomada por el cliente.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el cliente.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado por el cliente.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

#### Método de Análisis:

Olor: APHA AWWA WEF 2150 B 22nd Edition 2012, Threshold Odor Test.

Color: APHA AWWA WEF 2120 B 22nd Edition 2012, Visual Comparison Method.

Turbidez: APHA AWWA WEF 2130 B 22nd Edition 2012, Nephelometric Method.

TSS: APHA AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Edition 2012 Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C.

DBO<sub>5</sub>: APHA AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Edition 2012 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.

DQO: APHA AWWA-WEF Part 5220 D 22nd Edition 2012, Chemical Oxygen Demand. Closed Reflux Colorimetric Method.

Coliformes Totales: APHA AWWA WEF Part 9221 B, 22nd Edition, 2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

LB-F-14

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico  
 Surquillo - Lima  
 Teléfonos: 242-2696 / 444-8987  
 web: www.labecoperu.com  
 e-mail: labeco@labecoperu.com, labecoperu@gmail.com

1 de 2  
 Revisión: 21

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

# LABECO

ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



**Ing. Yelitsa Rojas Villalva**  
CIP N° 185709  
Supervisor de Emisión de Informes de  
Ensayo F/Q

**Biga. Milagros Taype Villegas**  
CBP 10623  
Supervisor de Laboratorio de  
Microbiología

**Lima, 11 de Noviembre de 2016.**

- Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
- Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
- Nota 3: La(s) muestra (s) y contramuestras se mantendrán por un período de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
- Nota 4: El laboratorio declara la validez del presente Informe de Ensayo por el período de un año, para los fines que el cliente estime conveniente.
- Nota 5: Toda corrección o omisión física al presente Informe de Ensayo será emitida con la declaración "Suplemento al Informe de ensayo"
- Nota 6: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
- Nota 7: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

Anexo 1: Condiciones de recepción.


LB-F-14

Revisión: 21

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico  
Surquillo - Lima  
Teléfonos: 242-2696 / 444-8987  
web: [www.labecoperu.com](http://www.labecoperu.com)  
e-mail: [labeco@labecoperu.com](mailto:labeco@labecoperu.com), [labecoperu@gmail.com](mailto:labecoperu@gmail.com)

EL USUO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

ANEXO 33: Informe del análisis del agua de la etapa de experimentación.



**LABECO**  
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.

**INFORME DE ENSAYO N° 3297-16**

**Solicitante** : LUIS ALFONSO RODRIGUEZ BACILIO  
**Dirección del Solicitante** : Mz. Q2 Lote 07, Urb. San Alberto - Los Olivos - Lima  
**Atención** : Luis Alfonso Rodríguez Bacilio  
**Proyecto** : Recuperación de las Aguas Residuales de la Etapa de Lavado de Cafa  
**Lugar de Muestreo** : Agro Industrias - San Jacinto - Salida Alto S/N, San Jacinto - Ancash  
**Tipo de Muestra** : Agua Residual (Industrial)  
**Fecha de Monitoreo** : 04/11/16  
**Fecha de Recepción de Muestra** : 05/11/16  
**Fecha de Inicio de Análisis** : 05/11/16  
**Fecha de Término de Análisis** : 10/11/16

---

**CALIDAD DE AGUA**

Código de Laboratorio	3297-1	3297-2	Límite Detección	Unidad
Código de Cliente	B-1	B-2		
<b>Parámetros Físicoquímicos</b>				
Olor	107	107	--	L
Color	250	250	5	UC
TSS	31	40	4	mg/L
DBO <sub>5</sub>	1481,7	1481,7	2,0	mg/L
DQO	2456,4	2533,3	4	mg/L
<b>Parámetro Microbiológico</b>				
Coliformes Totales	1,7 x 10 <sup>7</sup>	2,8 x 10 <sup>7</sup>	<1,8	NMP/100mL

- Muestra Tomada por el cliente.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el cliente.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado por el cliente.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

**Método de Análisis:**  
Olor: APHA AWWA WEF 2150 B 22nd Edition 2012, Threshold Odor Test.  
Color: APHA AWWA WEF 2120 B 22nd Edition 2012, Visual Comparison Method.  
TSS: APHA AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Edition 2012 Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C.  
DBO<sub>5</sub>: APHA AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Edition 2012 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.  
DQO: APHA AWWA-WEF Part 5220 D 22nd Edition 2012, Chemical Oxygen Demand. Closed Reflux Colorimetric Method.  
Coliformes Totales: APHA AWWA WEF Part 9221 B, 22nd Edition, 2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Fermentation Technique.

**LB-F-14**  
**Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico**  
**Surquillo - Lima**  
**Teléfonos: 242-2696 / 444-8987**  
**web: www.labecoperu.com**  
**e-mail: labeco@labecoperu.com, labecoperu@gmail.com**

1 de 2  
Revisión: 21

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



ANALISIS AMBIENTALES S.C.R.L.

### INFORME DE ENSAYO N° 3301-16

**Solicitante** : LUIS ALFONSO RODRIGUEZ BACILIO  
**Dirección del Solicitante** : Mz. Q2 Lote 07, Urb. San Alberto - Los Olivos - Lima  
**Atención** : Luis Alfonso Rodríguez Bacilio  
**Proyecto** : Recuperación de las Aguas Residuales de la Etapa de Lavado de Caña  
**Lugar de Muestreo** : Agro Industrias - San Jacinto - Salida Alto S/N, San Jacinto - Ancash  
**Tipo de Muestra** : Agua Residual (Industrial)  
**Fecha de Monitoreo** : 05/11/16  
**Fecha de Recepción de Muestra** : 05/11/16  
**Fecha de Inicio de Análisis** : 05/11/16  
**Fecha de Término de Análisis** : 10/11/16

#### CALIDAD DE AGUA

Código de Laboratorio	3301-1	3301-2	3301-3	3301-4	Límite Detección	Unidad
Código de Cliente	B3	B4	B5	B6		
<b>Parámetros Fisicoquímicos</b>						
Olor	160	160	160	160	--	-
Color	250	275	275	275	5	UC
TSS	43	48	46	45	4	mg/L
DBO <sub>5</sub>	1234,5	1267,1	1224,2	1313,5	2,0	mg/L
DQO	2437	2264	2533	2379	4	mg/L
<b>Parámetro Microbiológico</b>						
Coliformes Totales	2,4 x 10 <sup>7</sup>	5,4 x 10 <sup>7</sup>	9,2 x 10 <sup>7</sup>	3,5 x 10 <sup>7</sup>	<1,8	NMP/100mL

- Muestra Tomada por el cliente.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el cliente.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado por el cliente.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

#### Método de Análisis:

Olor: APHA AWWA WEF 2150 B 22nd Edition 2012, Threshold Odor Test.

Color: APHA AWWA WEF 2120 B 22nd Edition 2012, Visual Comparison Method.

TSS: APHA AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Edition 2012 Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C.

DBO<sub>5</sub>: APHA AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Edition 2012 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.

DQO: APHA AWWA-WEF Part 5220 D 22nd Edition 2012, Chemical Oxygen Demand. Closed Reflux Colorimetric Method.

Coliformes Totales: APHA AWWA WEF Part 9221 B, 22nd Edition, 2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

LB-F-14

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico  
 Surquillo - Lima  
 Teléfonos: 242-2696 / 444-8987  
 web: www.labecoperu.com  
 e-mail: labeco@labecoperu.com, labecoperu@gmail.com

1 de 2

Revisión: 21

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



# LABECO

ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.

**Ing. Yelitsa Rojas Villalva**  
CIP N° 185709  
Supervisor de Emisión de Informes de  
Ensayo F/Q



**Bigla Milagros Taype Villegas**  
CBP 10623  
Supervisor de Laboratorio de  
Microbiología

**Lima, 11 de Noviembre de 2016.**

- Nota 1:** El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.  
**Nota 2:** Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".  
**Nota 3:** La(s) muestra (s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.  
**Nota 4:** El laboratorio declara la validez del presente Informe de Ensayo por el periodo de un año, para los fines que el cliente estime conveniente.  
**Nota 5:** Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con la declaración "Suplemento al Informe de ensayo".  
**Nota 6:** Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.  
**Nota 7:** Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

**Anexo 1:** Condiciones de recepción.

LB-F-14

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico  
Surquillo - Lima  
Teléfonos: 242-2696 / 444-8987  
web: [www.labecoperu.com](http://www.labecoperu.com)  
e-mail: [labeco@labecoperu.com](mailto:labeco@labecoperu.com), [labecoperu@gmail.com](mailto:labecoperu@gmail.com)

2 de 2

Revisión: 21

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

## ANEXO 34: Informe del análisis del agua bruta



**ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.**

### INFORME DE ENSAYO N° 3295-16

**Solicitante** : LUIS ALFONSO RODRIGUEZ BACILIO  
**Dirección del Solicitante** : Mz. Q2 Lote 07, Urb. San Alberto - Los Olivos - Lima  
**Atención** : Luis Alfonso Rodríguez Bacilio  
**Proyecto** : Recuperación de las Aguas Residuales de la Etapa de Lavado de Caña  
**Lugar de Muestreo** : Agro Industrias - San Jacinto - Salida Alto S/N, San Jacinto - Ancash  
**Tipo de Muestra** : Agua Residual (Industrial)  
**Fecha de Monitoreo** : 03/11/16  
**Fecha de Recepción de Muestra** : 04/11/16  
**Fecha de Inicio de Análisis** : 04/11/16  
**Fecha de Término de Análisis** : 09/11/16

#### CALIDAD DE AGUA

Código de Laboratorio	3295-1	Límite Detección	Unidad
Código de Cliente	Agua Bruta		
<b>Parámetros Físicoquímicos</b>			
Olor	160	-	-
Color	>500	5	UC
Turbidez	1800,00	0,30	NTU
TSS	514	4	mg/L
DBO <sub>5</sub>	1432,0	2,0	mg/L
DQO	4552,5	4	mg/L
<b>Parámetro Microbiológico</b>			
Coliformes Totales	1,1 x 10 <sup>8</sup>	<1,8	NMP/100mL

- Muestra Tomada por el cliente.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el cliente.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado por el cliente.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

#### Método de Análisis:

Olor: APHA AWWA WEF 2150 B 22nd Edition 2012, Threshold Odor Test.

Color: APHA AWWA WEF 2120 B 22nd Edition 2012, Visual Comparison Method.

Turbidez: APHA AWWA WEF 2130 B 22nd Edition 2012, Nephelometric Method.

TSS: APHA AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Edition 2012 Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C.

DBO<sub>5</sub>: APHA AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Edition 2012 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.

DQO: APHA AWWA-WEF Part 5220 D 22nd Edition 2012, Chemical Oxygen Demand. Closed Reflux Colorimetric Method.

Coliformes Totales: APHA AWWA WEF Part 9221 B, 22nd Edition, 2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group.

Standard Total Coliform Fermentation Technique.

LB-F-14

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico  
 Surquillo - Lima  
 Teléfonos: 242-2696 / 444-8987  
 web: www.labecoperu.com  
 e-mail: labeco@labecoperu.com, labecoperu@gmail.com


1 de 2  
 Revisión: 21


"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

# **LABECO**

**ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.**



  
**Ing. Yelitsa Rojas Villalva**  
CIP N° 185709  
Supervisor de Emisión de Informes de  
Ensayo F/Q

  
**Blga. Milagros Taype Villegas**  
CBP 10623  
Supervisor de Laboratorio de  
Microbiología

**Lima, 11 de Noviembre de 2016.**

**Nota 1:** El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.

**Nota 2:** Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".

**Nota 3:** La(s) muestra (s) y contramuestras se mantendrán por un período de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.

**Nota 4:** El laboratorio declara la validez del presente Informe de Ensayo por el período de un año, para los fines que el cliente estime conveniente.

**Nota 5:** Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con la declaración "Suplemento al Informe de ensayo"

**Nota 6:** Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.

**Nota 7:** Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

**Anexo 1:** Condiciones de recepción.

**LB-F-14**

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico  
Surquillo - Lima  
Teléfonos: 242-2696 / 444-8987  
web: [www.labecoperu.com](http://www.labecoperu.com)  
e-mail: [labeco@labecoperu.com](mailto:labeco@labecoperu.com), [labecoperu@gmail.com](mailto:labecoperu@gmail.com)

**2 de 2**  
**Revisión: 21**


EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

ANEXO 35: Ficha de propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de lavado de caña aprobado por el juicio de expertos.


FICHA DE PROPIEDADES FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICAS INICIALES DEL AGUA DE LAVADO DE CAÑA.		
Investigador: Luis Alfonso Rodríguez Bacilio		
Parámetros Insitu	Muestra Inicial	Unidad
Turbidez		NTU
TSS		mg/L
DBO5		mg/L
Coliformes Totales		NMP/100m L
pH		-
Conductividad		uS/cm
temperatura		°C
Color		UC
Olor		-
DQO		mg/L
Fuente: Elaboración propia		
<p>San Jacinto, __ de _____ del 201__</p> <p>_____</p> <p>Firma del responsable</p>		


*Loco 610 14/11/20 16*



CIP 77082



CIP 46572



CIP 56071  
JUAN PERALTA

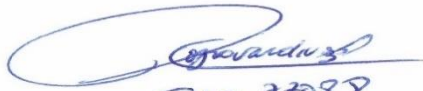
ANEXO 36: Ficha de parámetros insitu después del pre – filtrado aprobado por el juicio de expertos.

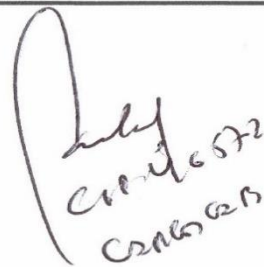
FICHA DE PARÁMETROS INSITU DESPUES DEL PRE FILTRADO					
Investigador: Luis Alfonso Rodriguez Bacilio					
Parámetros	R1	R2	R3	R4	Unidades
pH					-
Conductividad					uS/cm
Temperatura					°C
Oxígeno disuelto					mg/L

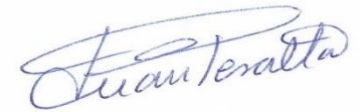
Fuente: Elaboración propia

Lima, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 201\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del Responsable


  
CIP 77089  
Lolicoo UDLAMET

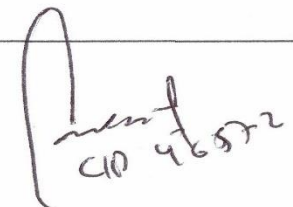
  
CIP 77089  
Lolicoo UDLAMET


  
56071  
JUAN PERALTA

ANEXO 37: Ficha de observación del índice de Willcomb y tiempos de formación del floc aprobado por el juicio de expertos.

FICHA DE OBSERVACIÓN DEL ÍNDICE DE WILLCOMB Y TIEMPOS DE FORMACIÓN DEL FLOC							
Investigador: Luis Alfonso Rodríguez Bacilio							
Prueba de Jarras		Jarra 01	Jarra 02	Jarra 03	Jarra 04	Jarra 05	Jarra 06
Ensayo 01	Tiempo de formación del floc (s)						
	Índice de Willcomb						
Ensayo 02	Tiempo de formación del floc (s)						
	Índice de Willcomb						
Ensayo 03	Tiempo de formación del floc (s)						
	Índice de Willcomb						
Fuente: Elaboración propia.							
Lima, ___ de _____ del 201__							
_____ Firma del Responsable							

  
 CIP 77037  
 lal6606@unmsm

  
 CIP 46572

  
 JUAN PERALTA  
 CIP 56071


ANEXO 38: Ficha de observación del tiempo de retención aprobado por el juicio de expertos.


FICHA DE OBSERVACIÓN DEL TIEMPO DE RETENCIÓN									
<b>Investigador:</b> Luis Alfonso Rodríguez Bacilio									
Jarras	Concentración (gr/100ml)	10	20	30	40	50	60	70	80
Jarra 01									
Jarra 02									
Jarra 03									
Jarra 04									
Jarra 05									
Jarra 06									

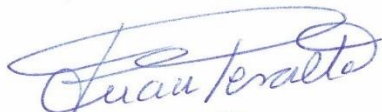
**Fuente:** Elaboración propia.

Lima, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 201\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del Responsable

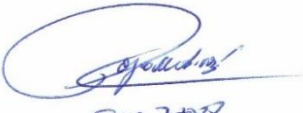
  
 CIP 77037  
 CARLOS VALDERRAMA

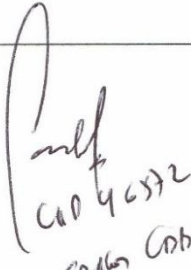
  
 CIP 46572  
 CRISTIAN CASTELLANOS

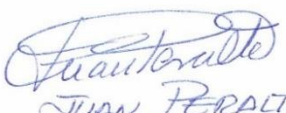
  
 JUAN PERALTA  
 CIP 56071

ANEXO 37: Ficha de prueba de jarras con los parámetros Insitu aprobado por el juicio de expertos.

FICHA DE PRUEBA DE JARRAS CON LOS PARÁMETROS INSITU						
Investigador: Luis Alfonso Rodriguez Bacilio						
Prueba de jarras	Jarra 01	Jarra 02	Jarra 03	Jarra 04	Jarra 05	Jarra 06
Ensayo 01 (gr/ml)						
Turbidez (NTU)						
pH						
Temperatura (°C)						
Conductividad (uS/cm)						
Ensayo 02 (gr/ml)						
Turbidez (NTU)						
pH						
Temperatura (°C)						
Conductividad (uS/cm)						
Ensayo 03 (gr/ml)						
Turbidez (NTU)						
pH						
Temperatura (°C)						
Conductividad (uS/cm)						
Fuente: Elaboración propia.						
Lima, ___ de _____ del 201__						
_____ Firma del Responsable						

  
 CIP 77037  
 CONRAO SARMIENTO


  
 CIP 46572  
 CARLOS COBARRUBIAS


  
 JUAN PERALTA  
 CIP 56671

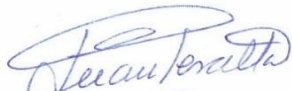


ANEXO 38: Ficha para los parámetros fisicoquímicas y microbiológicas después de la floculación - coagulación aprobado por el juicio de expertos.

FICHA PARA LOS PARÁMETROS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICOS DESPUÉS DE LA COAGULACIÓN - FLOCULACIÓN						
Investigador: Luis Alfonso Rodríguez Bacilio						
Parámetros Físico, químicos y Microbiológicos	Baldes de volumen de 6 Litros					
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>
pH						
Conductividad (uS/cm)						
Turbidez (NTU)						
Oxígeno Disuelto (mg/L)						
Temperatura °C						
DQO (mg/L)						
DBO <sub>5</sub> (mg/L)						
Olor						
Color (UC)						
TSS (mg/L)						
Coliformes Totales NMP/100mL						
Fuente: Elaboración propia.						
Lima, ___ de _____ del 201__						
<div style="border-top: 1px solid black; width: 100%;"></div> Firma del Responsable						

  
 Luis Alfonso Rodríguez Bacilio  
 CIP 77027


  
 Juan Pereda  
 CIP 46572

  
 JUAN PEREDA  
 CIP 56071


ANEXO 39: Ficha de observación de inyección de aire aprobado por el juicio de expertos.

FICHA DE OBSERVACIÓN DE INYECCIÓN DE AIRE									
Investigador: Luis Alfonso Rodríguez Bacilio									
Parámetro	Frecuencia de medición (min)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	91
Oxígeno disuelto (mg/L)									
Lima, __ de _____ del 201__									
_____ Firma del Responsable									

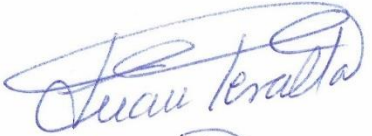
  



Luis Alfonso Rodríguez Bacilio  
CIP 77038



Carlos Cabero  
CIP 46572



Juan Peralta  
CIP 56071

ANEXO 40: Ficha para los parámetros fisicoquímicas y microbiológicas después de la filtración aprobado por el juicio de expertos.

FICHA PARA LOS PARÁMETROS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICOS DESPUÉS DE LA FILTRACIÓN						
Investigador: Luis Alfonso Rodríguez Bacilio						
Parámetros Físico, Químico y Microbiológicos	Filtrado					
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>
Turbiedad (NTU)						
Ph						
Conductividad (uS/cm)						
Oxígeno Disuelto (gr/L)						
Temperatura (°C)						
Olor						
Color (UC)						
Turbidez (NTU)						
TSS (mg/L)						
DQO (mg/L)						
DBO <sub>5</sub> (mg/L)						
Coliformes Totales (NMP/100mL)						
<b>Fuente:</b> Elaboración propia.						
Lima, ___ de _____ del 201__						
Firma del Responsable						

*[Signature]*  
 COCINA BIODIVERSA  
 CIP 77017

*[Signature]*  
 CAROL GARCÍA  
 CIP 46572

*[Signature]*  
 JUAN PEDRITA  
 CIP 56071

## ANEXO 40:

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		METODOLOGÍA
			VARIABLE	INDICADOR	
¿El uso de la semilla de <i>Moringa oleífera</i> permitirá la recuperación de aguas residuales industriales con el proceso de pre filtrado, coagulación – floculación aireación y post filtrado para la etapa de lavado de Caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016?	Recuperar agua residual industrial de la etapa de lavado de caña con el proceso de pre filtrado, coagulación – floculación, aireación y post filtrado para la etapa de lavado de Caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.	El uso de la semilla de la <i>Moringa oleífera</i> como floculante natural permite la recuperación de las aguas residuales industriales en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.	<b>INDEPENDIENTE:</b>  Proceso de coagulación – floculación, aireación y filtrado usando la semilla de la <i>Moringa oleífera</i> .	Tiempo de sedimentación. Índice de Willcomb. Tiempo inicial del floculo. Concentración de <i>Moringa oleífera</i> . Tiempo de inyección de aire. Eficiencia del filtro.	<b>Tipo de estudio:</b> Aplicada  <b>Diseño de investigación:</b> Pre - Experimental
<b>PROBLEMA ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>DEPENDIENTE:</b>	pH OD Conductividad Turbidez Solidos totales disueltos Coliformes Totales Temperatura DQO DBO <sub>5</sub> Color Olor	<b>Población:</b> está constituida por el caudal de la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto – Distrito de Nepeña - Chimbote – Ancash, periodo 2016.
a) ¿La dosis optima de <i>Moringa oleífera</i> permitirá la recuperación del agua residual industrial de la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016?	a) Determinar la dosis optima de <i>Moringa oleífera</i> para la recuperación del agua residual industrial de la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.	a) La dosis optima de <i>Moringa oleífera</i> recupera el agua de la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.	Recuperación del agua residual industrial de la etapa de lavado de caña de azúcar.		

<p>b) ¿Cuáles serán las condiciones del proceso de floculación – coagulación para la recuperación de agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016?</p>	<p>b) Determinar las condiciones del proceso de floculación – coagulación para la recuperación de agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.</p>	<p>b) las condiciones del proceso de floculación – coagulación permite recuperar el agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.</p>			<p><b>Muestra:</b> está constituida de agua residual de lavado de caña a razón de 6L/s extraído de la etapa anteriormente ya mencionada, en la empresa San Jacinto – Distrito de Nepeña - Chimbote – Ancash, periodo 2016.</p>
<p>c) ¿Cuál será el tiempo óptimo de inyección de aire para la recuperación de agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016?</p>	<p>c) Determinar el tiempo óptimo de inyección de aire para la recuperación de agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.</p>	<p>c) El proceso de inyección de aire permite recuperar el agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.</p>			
<p>d) ¿El proceso de filtración será eficiente para la recuperación de agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016?</p>	<p>d) Determinar la eficiencia del proceso de filtrado para la recuperación de agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016</p>	<p>d) El proceso de filtrado es eficiente y permite recuperar el agua residual industrial en la etapa de lavado de caña de azúcar en la empresa San Jacinto, Chimbote, 2016.</p>			

ANEXO 41: Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis.

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 08 Fecha : 12-09-2017 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, **ELMER 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 titulada

**“Recuperación de aguas residuales industriales en la etapa de lavado de caña de azúcar por floculación – coagulación, aireación y filtrado usando la semilla de la Moringa oleifera en la empresa San Jacinto – Chimbote – 2016”**, del (de la) estudiante **LUIS ALFONSO RODRIGUEZ BACILIO**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **20%** 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.

Los Olivos, 04 de Setiembre de 2018

  
 .....  
**ELMER BENITES ALFARO**  
 DNI: 07867259

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

ANEXO 42: Formato de Solicitud.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITA:

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Alfonso Rodríguez Bellio con DNI N° 72424256 domiciliado (a) en  
12 Qz U-07 - San Alberto - Los Olivos  
ante Ud. Con el debido respeto, expongo lo siguiente:

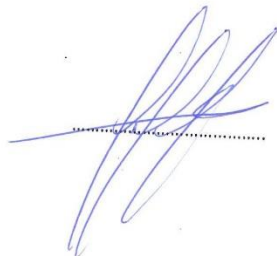
Que en mi condición de alumno de la promoción 2016-II del programa ...INGENIERÍA  
AMBIENTAL... Identificado con el código de matrícula N° 6700241125 de la Escuela de  
Ingeniería Ambiental, recorro a su honorable despacho para solicitar lo siguiente:

La Digitalización de Mi tesis.

Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponde se me atienda mi petición por ser de  
justicia.

Lima, 04 de 09 de 2018

ANEXO 43: Formulario de Autorización para la Publicación Electrónica de la Tesis.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Rodriguez, Cecilia Luis Alfonso  
D.N.I. : 73427256  
Domicilio : H. Q. 1407 - Urb. San Alberto - Los Olivos  
Teléfono : Fijo : Móvil : 989249072  
E-mail : L.Rodriguez.b.93@gmail.com

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería  
Escuela : Ingeniería Ambiental  
Carrera : Ingeniería Ambiental  
Título : Ingeniería Ambiental

Tesis de Post Grado

Maestría

Grado :  
Mención :

Doctorado

### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Rodriguez, Cecilia Luis Alfonso

Título de la tesis:

"Recuperación de aguas residuales en la etapa de lavado de caña de azúcar por flotación - coagulación, aireación y filtro de uso de la semilla de la Moringa Oleifera en la Empresa San Joaquin - Chimbote-2018"

Año de publicación : 2018

### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento, autorizo a la Biblioteca UCV-Lima Norte, a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

Fecha :

05-09-18



# ANEXO 44: Resultado del Turnitin.

Feedback Studio - Mozilla Firefox  
https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1051031624&o=906861290&lang=es&cs=3

feedback studio rodriguezbacilio Luis /0 < 40 de 97 > ?

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Recuperación de aguas residuales industriales en la etapa de lavado de caña de azúcar por floculación – coagulación, aireación y filtrado usando la semilla de la *Moringa oleifera* en la empresa San Jacinto – Chimbote – 2016"

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**  
Luis Alfonso Rodríguez Bacilio

**ASESOR:**  
Dr. Elmer González Benites Alfaro

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Gestión y Tratamiento de Residuos  
LIMA PERÚ  
2016

*Handwritten signature: Dr. Benites*

**Resumen de coincidencias**

**20 %**

Se están viendo fuentes estándar  
Ver fuentes en inglés (Beta)

**Coincidencias**

Rank	Source	Percentage
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	13 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
4	www.sciefo.org.co Fuente de Internet	1 %
5	ocw.bib.upct.es Fuente de Internet	<1 %
6	www.unon.org Fuente de Internet	<1 %
7	www.ingenieriasanitari... Fuente de Internet	<1 %
8	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	bdigital.zamorano.edu Fuente de Internet	<1 %
10	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
11	Entregado a Escuela P... Trabajo del estudiante	<1 %

Transfiriendo datos desde ev.turnitin.com... Text-only Report High Resolution Activado 07:47 p. m. 4/09/2018

