

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y  
AMBIENTAL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE JAÉN**

**EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE TURBIDEZ DEL AGUA  
DEL CANAL EL PROGRESO MEDIANTE COAGULACIÓN-  
FLOCULACIÓN DEL ALMIDÓN DE PLÁTANO Y YUCA,  
JAÉN, 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
FORESTAL Y AMBIENTAL**

**Autores: Bach. Luis Prieto Abad  
Bach. Wilmer Salvador Sampertegui**

**Asesor: Dr. Juan Manuel Garay Román**

**JAÉN - PERÚ, MAYO, 2021**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

Hoy, **lunes 05 de julio del 2021**; siendo las **17:30 horas**, se reunieron mediante el aplicativo de videoconferencias **Google Meet**, los **miembros del Jurado Evaluador**:

Presidenta	Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga
Secretaria	Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo
Vocal	Mg. Romel Iván Guevara Guerrero

Para **evaluar la SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DEL INFORME FINAL DE TESIS** denominado: **"EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE TURBIDEZ DEL AGUA DEL CANAL EL PROGRESO MEDIANTE COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN DEL ALMIDÓN DE PLÁTANO Y YUCA, JAÉN, 2019"**, presentado por los bachilleres de la carrera profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, Luis Prieto Abad y Wilmer Salvador Sampertegui, teniendo como asesor a Juan Manuel Garay Román

Después de la sustentación y defensa, **el Jurado Evaluador acuerda:**

Aprobar       Desaprobar       Unanimidad       Mayoría

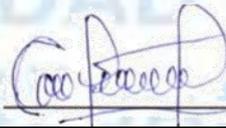
**Con la siguiente mención:**

Excelente	18, 19, 20	<input type="checkbox"/>
Muy bueno	16, 17	<input type="checkbox"/>
Bueno	14, 15	<input checked="" type="checkbox"/> ( 14 )
Regular	13	<input type="checkbox"/>
Desaprobado	12 o menos	<input type="checkbox"/>

Siendo las **17:35 horas** del mismo día, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Mg. Annick Estefany Huaccha  
Castillo  
Secretaria Jurado Evaluador



Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga  
Presidenta Jurado Evaluador



Mg. Romel Iván Guerrero Guevara  
Vocal Jurado Evaluador

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
RESUMEN .....	8
ABSTRACT .....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivo general. ....	12
2.2. Objetivos específicos.....	12
III. MATERIAL Y MÉTODOS .....	13
3.1. Materiales. ....	13
3.1.1. Materiales y equipos .....	13
3.1.2. Materiales para laboratorio .....	13
3.1.3. Materiales complementarios .....	13
3.2. Metodología.....	14
3.2.1. Ubicación del área de estudio .....	14
3.2.2. Población, muestreo y muestra .....	14
3.2.2.1 Población.....	14
3.2.2.2 Muestreo.....	14
3.2.2.3 Muestra.....	14
3.2.3. Procedimiento .....	15
3.2.3.1 Obtención del almidón de yuca.....	15
3.2.3.2 Obtención del almidón de plátano.....	16
3.2.3.3 Esquemas de la obtención del almidón de yuca y plátano .....	17
3.2.3.4 Preparación de soluciones para las mezclas .....	18
3.2.3.5 Dosis de las mezclas utilizadas en la investigación .....	19

3.2.3.6 Experimentación en tes de jarras.....	19
3.2.4. Cálculo de porcentaje de remoción de turbidez.....	21
IV. RESULTADOS .....	22
4.1. Del proceso de obtención del almidón de yuca y el almidón de plátano .....	22
4.2. Caracterización fisicoquímica del agua del canal El Progreso.....	22
4.3. Resultados de la turbidez final .....	23
4.4. Porcentaje de remoción de turbidez .....	24
4.5. Análisis de varianza.....	26
V. DISCUSIÓN.....	28
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	30
6.1. Conclusiones .....	30
6.2. Recomendaciones.....	31
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32
AGRADECIMIENTO .....	34
DEDICATORIA.....	35
ANEXOS.....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Diagrama de proceso de extracción de almidón de yuca.....	17
<b>Figura 2</b> Diagrama de proceso de extracción de almidón del plátano. ....	17
<b>Figura 3</b> Uso de la balanza analítica para el pesado de los productos. ....	18
<b>Figura 4</b> Llenado del agua recolectada en jarras de 1 000 ml.....	20
<b>Figura 5</b> Dosificación para el proceso de coagulación floculación.....	20
<b>Figura 6</b> Resultado de la sedimentación.....	21
<b>Figura 7</b> Grado de turbidez de agua del canal El Progreso evaluada con diferentes almidones y dosis de ellas .....	24
<b>Figura 8</b> Porcentajes promedios de remoción de turbidez por cada tratamiento. ....	26

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Dosificación del $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -almidón de plátano, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -almidón de yuca.....	19
Tabla 2 Resultados de la caracterización fisicoquímica de agua del canal El Progreso.....	22
Tabla 3 Resultado de turbidez final usando sulfato de aluminio y almidón de yuca .....	23
Tabla 4 Resultado de turbidez final usando sulfato de aluminio y almidón de plátano. ....	23
Tabla 5 Porcentaje de remoción de turbidez usando $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -almidón de yuca.....	25
Tabla 6 Porcentaje de remoción de turbidez usando $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -almidón de plátano. ....	25
Tabla 7 Análisis de varianza (ANVA) para el Sulfato de aluminio y almidón de yuca.....	26
Tabla 8 Análisis de varianza (ANVA) para el Sulfato de aluminio y almidón de plátano. ....	27

## ÍNDICES DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1: Lugar donde se tomó la muestra a experimentar.....	36
Anexo 2: Muestra de agua para la experimentación y análisis fisicoquímico. ....	36
Anexo 3: Almidones naturales. ....	37
Anexo 4: Dilución de los productos en un agitador magnético. ....	37
Anexo 5: Medición de la turbidez al inicio. ....	38
Anexo 6: Proceso de mezcla rápida de 200 rpm durante 1 minuto. ....	38
Anexo 7: Proceso de formación de flóculos.....	39
Anexo 8: Proceso de sedimentación. ....	39
Anexo 9: Certificado de análisis de agua.....	40
Anexo 10: Ubicación del punto de la toma de muestra .....	42

## RESUMEN

La falta de agua potable representa un problema cada día más grande a nivel mundial, por lo que es necesario buscar nuevas y eficientes alternativas que brinden la posibilidad de mejorar la calidad del agua para el consumo humano que sea de fácil acceso para las poblaciones marginales. El objetivo de esta investigación fue evaluar la eficiencia de remoción de turbidez del agua del canal El Progreso mediante coagulación - floculación del almidón de plátano y yuca. Se utilizó la metodología test de jarras donde se desarrolló cuatro tratamientos tanto para el almidón de yuca y plátano, las dosificaciones fueron (20, 40, 60, 80 mg) y para el  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  de (50, 40, 30, 20 mg). Los resultados obtenidos muestran una eficiente remoción de turbidez en los tratamientos, la remoción máxima de turbidez utilizando  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con almidón de plátano fue 99.75% dosificando 40 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 40 mg/L de almidón de plátano, y para la remoción de turbidez utilizando  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con almidón de yuca fue 99.50% dosificando 40 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 40 mg/L de almidón de yuca. Se determinó que los floculantes de origen natural como almidones (yuca y plátano), son efectivos para la remoción de turbidez del agua.

Palabras clave: turbidez, coagulación-floculación, almidón, sulfato de aluminio.

## ABSTRACT

The lack of drinking water represents a problem that is growing every day worldwide, so it is necessary to look for new and efficient alternatives that offer the possibility of improving the quality of water for human consumption that is easily accessible to marginal populations. The objective of this research was to evaluate the efficiency of removal of turbidity from the water of the El Progreso canal by means of coagulation - flocculation of banana and cassava starch. The jar test methodology was used where four treatments were developed for both cassava and banana starch, the dosages were (20, 40, 60, 80 mg) and for  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  of (50, 40, 30, 20 mg). The results obtained show an efficient removal of turbidity in the treatments, the maximum removal of turbidity using  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  with banana starch was 99.75% dosing 40 mg/L of  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  with 40 mg / L of starch of plantain, and for the removal of turbidity using  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  with cassava starch it was 99.50% dosing 40 mg/L of  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  with 40 mg/L of cassava starch. Flocculants of natural origin such as starches (cassava and plantain) were determined to be effective for removing turbidity from water.

Keywords: Turbidity, coagulation-flocculation, starch, aluminum sulfate.

## I. INTRODUCCIÓN

La falta de agua potable en países en vía de desarrollo representa un problema cada día más grande a nivel mundial, por lo que es necesario buscar nuevas y eficientes alternativas que brinden la posibilidad de mejorar la calidad del agua para el consumo humano que sea de fácil acceso y consecución para las poblaciones marginales (Reyes y Guevara, 2018, p. 1).

En la actualidad el agua es el principal recurso para el ser humano y el desarrollo de las diversas labores que ejerce este. La clarificación del agua cruda es una de las etapas más importantes ya que esta permite la remoción de materiales de naturaleza coloidal en suspensión. Para lograr el propósito de clarificar el agua, es necesaria la utilización de agentes coagulantes, así como coadyuvantes de coagulación, que permiten eliminar un porcentaje significativo de sólidos suspendidos, orgánicos disueltos, iónicos disueltos (sales), gases y microorganismos que pueden afectar a la salud de los consumidores (Chama, 2016, p.1).

El tratamiento de agua es muy importante para la humanidad, ya que este proceso está limitado con referente a la calidad del agua para ser consumida, de manera doméstica u otra forma. Si estos tratamientos se ejecutan de una manera adecuada las poblaciones pueden retribuir que el agua es indispensable. (Suyón, 2018, p.13)

La turbidez del agua tiene una gran importancia sanitaria, ya que refleja una aproximación del contenido de materias coloidales, minerales u orgánicas, por lo que puede ser indicio de contaminación (Marcó et al. 2004, p.72).

Las fuentes de agua para consumo pueden verse afectadas debido a las mismas condiciones ambientales como las lluvias que arrastran lodos y demás materiales sólidos aumentando la turbidez, así mismo las actividades humanas afectan el agua contaminándola con residuos urbanos o industriales, lo cual puede poner en peligro la salud de las personas (Cuadro y Rodas, 2018, p. 7); También el deterioro de las cuencas por causa de la contaminación y deforestación, aumentan la posibilidad de alteraciones repentinas en la calidad del agua de las fuentes utilizadas para abastecimiento de la población (Montoya et al. 2011, p. 139).

En la actualidad, existen tecnologías emergentes avanzadas para el tratamiento de agua; por ejemplo, aquellas basadas en la electroquímica y que comienzan a mostrar ventajas competitivas sobre las tecnologías tradicionales pero no se encuentran plenamente establecidas en países en vías de desarrollo. La coagulación y floculación son los procesos más importantes en las plantas de potabilización de agua. Estos procesos son empleados para remover del agua los sólidos suspendidos utilizando un agente coagulante con el propósito de neutralizar las cargas electrostáticas de dichos sólidos. Como resultado, los sólidos pueden aglomerarse para formar flóculos cuya velocidad de sedimentación sea lo suficientemente alta para permitir una clarificación efectiva (López et al. 2014, p. 856).

Desde el punto de vista ambiental, se ha obtenido reportes de análisis realizados a muestras de aguas tratadas en plantas potabilizadoras donde se han encontrado trazas de policloruro de aluminio, lo que muestra que el control en cuanto a la adición de este coagulante químico comercial no es el más apropiado, representando así un riesgo potencial para la salud humana debido a su bioacumulación en el organismo humano (Solís et al. 2012, p.230).

El almidón es el principal reservorio energético de los vegetales y proporciona una fuente de energía para los seres vivos que se alimentan de ellos. Se trata de un polisacárido conformado por dos polímeros que son la amilosa y la amilopectina cuya proporción varía según de donde se la obtiene. También existen estudios en donde se utiliza el almidón de yuca y plátano como agente floculante en la que se forman los puentes de polímeros obteniendo buenos resultados en remoción de color y turbidez (Cuadro y Rodas, 2018, p.8).

Es por ello que los coagulantes naturales resultan de gran interés para muchos investigadores debido a que son biodegradables, tienen un bajo costo, son de fuente abundante y son amigables con el medio ambiente (Carrasquero et al. 2017, p.91).

Son diversos los coagulantes naturales (papa, cactus, maíz, trigo, plátano y yuca) que han sido utilizados en la clarificación del agua, dentro de la extensa gama de productos estudiados hasta la actualidad en el mundo. (Rodríguez et al. 2007, p.10)

El propósito de la presente investigación es comprobar el potencial de la eficiencia de remoción de turbidez mediante coagulación-floculación de la mezcla de un polímero natural basado en almidón extraído de la yuca (*Manihot esculenta*) y el plátano (*Musa paradisiaca*) con sulfato de aluminio, comparando la eficiencia de remoción de partículas suspendidas.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general.

- Evaluar la eficiencia de remoción de turbidez del agua del canal El Progreso mediante coagulación-floculación del almidón de plátano y yuca, Jaén, 2019.

### 2.2. Objetivos específicos.

- Obtener el almidón de plátano (*Musa paradisiaca*) y de yuca (*Manihot esculenta*), para demostrar su capacidad de remoción de turbidez del agua del canal El Progreso mediante el proceso de coagulación-floculación.
- Caracterizar fisicoquímicamente la muestra de agua del canal Progreso, mediante el análisis de los parámetros: potencial de iones hidrógeno (pH), temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales, sólidos totales suspendidos, sólidos totales disueltos, demanda química de oxígeno y turbidez.
- Determinar la dosificación óptima de almidón de plátano y almidón de yuca como agentes de coagulación y floculación a partir del porcentaje de remoción de turbidez.

### **III. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1. Materiales.**

##### **3.1.1. Materiales y equipos**

- Balde de plástico transparente de 20 L, equipo de protección personal (guardapolvo, guantes, mascarilla, casco, botas de jebe), libreta de apuntes, GPS, centrifugadora, estufa, balanza analítica, turbidímetro, equipo de prueba de jarras.

##### **3.1.2. Materiales para laboratorio**

- Cuchillo, Tamiz de malla N° 100, recipiente pequeño de plástico de tereftalato de polietileno (PET), vaso de precipitación, probeta, pera de decantación, vagueta o agitador, espátula, soporte universal, pinza con aro de metal, pipeta graduada.

##### **3.1.3. Materiales complementarios**

- Almidón de yuca, Almidón de plátano.

## **3.2. Metodología**

### **3.2.1. Ubicación del área de estudio**

La investigación se desarrolló en dos fases: fase de campo y fase de laboratorio. La primera de ellas corresponde a la toma de muestra de agua del canal El Progreso, ubicado la parte alta de la ciudad de Jaén por el puente de la corona carretera salida al centro poblado la corona, cuyas coordenadas UTM son; 739485 Este y 9368060 Norte, provincia de Jaén, región Cajamarca. La fase de laboratorio se ejecutó en el laboratorio de la Universidad Nacional de Jaén de la carrera profesional de Ingeniería Forestal (se realizó la extracción de almidón de yuca y el almidón de plátano) y en el laboratorio de análisis de agua de la EPS-Marañón (se experimentó en test de jarras). El laboratorio OIKOSLAB S.A.C. de la ciudad de Jaén fue responsable de realizar la caracterización fisicoquímica de la muestra de agua. Ver Anexo 10; donde se muestra la ubicación del punto de la toma de la muestra del agua.

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

#### **3.2.2.1 Población**

Recurso hídrico del canal El Progreso.

#### **3.2.2.2 Muestreo**

Se tomó una muestra simple por única vez y se realizó de acuerdo a la metodología de muestreo establecido en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, establecido mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, y según lo establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, DS N° 031-2010-SA.

#### **3.2.2.3 Muestra**

La muestra fue de un volumen de 40 L en total, recolectado de la parte inicial del canal El Progreso.

### **3.2.3.Procedimiento**

#### **3.2.3.1 Obtención del almidón de yuca**

Para la obtención del almidón de yuca, se siguió la metodología usada por (Ortiz et al. 2018, p.23), cuyo procedimiento es el siguiente:

- Se partió con 5 Kg de yuca variedad blanca, a las cuales se les retiró la cáscara y se lavó.
- Con un cuchillo se realizó cortes, cuyas porciones aproximadas fueron de 2 cm x 2 cm x 1.2 cm de tamaño.
- Posteriormente se almacenó en un recipiente con agua a 40 °C, en relación de peso de 1:6. Y luego fueron molidas con ayuda de una licuadora.
- El resultado de este proceso fue lavado tres veces con la misma agua de remojo sobre un tamiz N° 100.
- El material que paso por el tamiz se dejó sedimentar por un periodo de 3 horas y transcurrido el tiempo de reposo por decantación, se eliminó el sobrenadante.
- El material obtenido anteriormente se dejó reposar en refrigeración aproximadamente por 12 horas y transcurrido el tiempo de refrigeración se repitió el procedimiento anterior para eliminar el sobrenadante.
- Finalmente, el material obtenido se centrifugó a 850 rpm, durante 15 minutos, y la pasta obtenida se secó en una estufa a 40 °C durante 24 horas y luego fue pulverizada en un mortero para luego ser almacenado en recipiente de plástico.

### **3.2.3.2 Obtención del almidón de plátano**

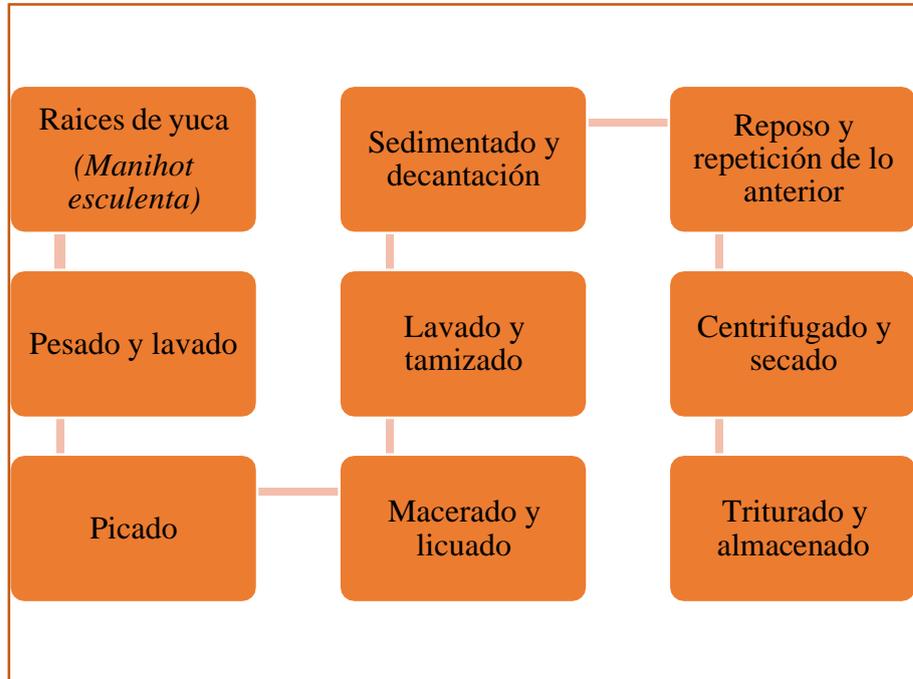
Para la obtención del almidón de plátano, se siguió la metodología usada por (Ortiz et al. 2018, p.23), cuyo procedimiento es el siguiente:

- Se partió con 5 Kg de plátano variedad bellaco, a las cuales se les retiró la cáscara y se lavó.
- Con un cuchillo se realizó cortes, cuyas porciones aproximadas fueron de 2 cm x 2 cm x 1.2 cm de tamaño.
- Posteriormente se almacenó en un recipiente con agua a 40 °C, en relación de peso de 1:6. Y luego fueron molidas con ayuda de una licuadora.
- El resultado de este proceso fue lavado tres veces con la misma agua de remojo sobre un tamiz N° 100.
- El material que paso por el tamiz se dejó sedimentar por un periodo de 3 horas y transcurrido el tiempo de reposo por decantación, se eliminó el sobrenadante.
- El material obtenido anteriormente se dejó reposar en refrigeración aproximadamente por 12 horas y transcurrido el tiempo de refrigeración se repitió el procedimiento anterior para eliminar el sobrenadante.
- Finalmente, el material obtenido se centrifugó a 850 rpm, durante 15 minutos, y la pasta obtenida se secó en una estufa a 150 °C durante 6 horas y luego fue pulverizada en un mortero para luego ser almacenado en recipiente de plástico.

### 3.2.3.3 Esquemas de la obtención del almidón de yuca y plátano

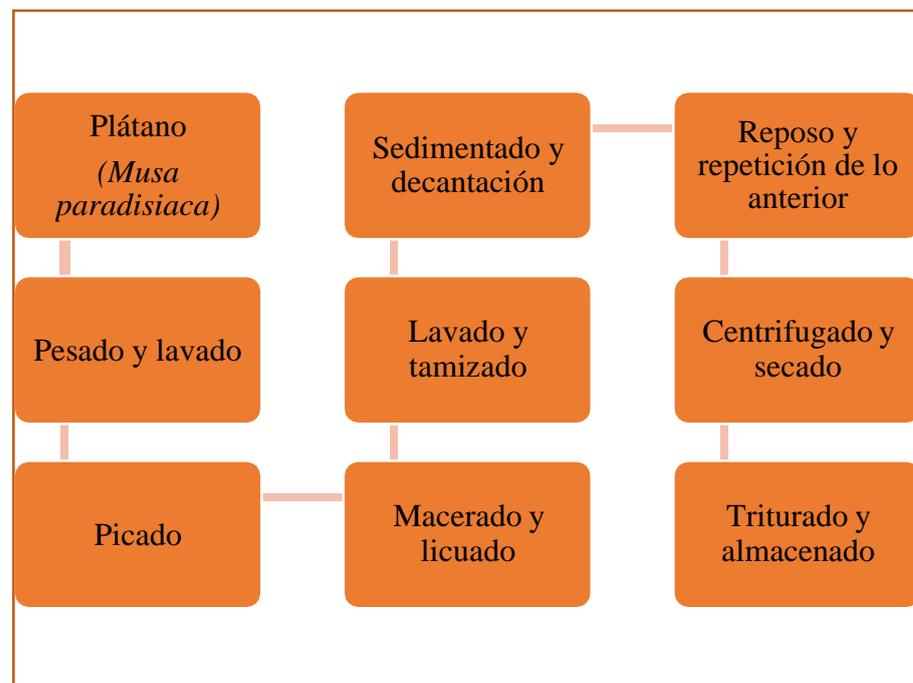
**Figura 1**

Diagrama de proceso de extracción de almidón de yuca.



**Figura 2**

Diagrama de proceso de extracción de almidón del plátano.



### 3.2.3.4 Preparación de soluciones para las mezclas

Para el tratamiento de agua superficial del canal El Progreso de este proyecto mediante un proceso de coagulación-floculación se llevaron a cabo las mezclas entre los polímeros orgánicos (almidón de plátano y almidón de yuca) y la sal metálica (sulfato de aluminio), como se muestra a continuación:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -plátano y  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -yuca. Las soluciones se prepararon de la siguiente manera:

- Se usó una concentración al 2 %: Es decir en una balanza analítica se pesaron 2 g de almidón de plátano (*Musa paradisiaca*), los cuales fueron diluidos en 100 ml de agua con un agitador magnético durante 30 minutos en un vaso de precipitación de 250 ml.
- En una balanza analítica se pesaron 2 g de almidón de yuca (*Manihot esculenta*), los cuales fueron diluidos en 100 ml de agua con un agitador magnético durante 30 minutos en un vaso de precipitación de 250 ml.
- En una balanza analítica se pesaron 2 g de sulfato de aluminio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), los cuales fueron diluidos en 100 ml de agua con un agitador magnético durante 30 minutos en un vaso de precipitación de 250 ml.

#### Figura 3

*Uso de la balanza analítica para el pesado de los productos.*



### 3.2.3.5 Dosis de las mezclas utilizadas en la investigación

Antes de iniciar los tratamientos de las mezclas fue necesario determinar las dosis para la remoción de turbidez. En las pruebas de tratabilidad con las mezclas se incluyeron la sal metálica inorgánica y los polímeros orgánicos. A continuación, en la tabla 1 se muestran las dosificaciones utilizadas:

**Tabla 1**

*Dosificación del  $Al_2(SO_4)_3$ -almidón de plátano,  $Al_2(SO_4)_3$ -almidón de yuca.*

$Al_2(SO_4)_3$ (mg)	Almidón de plátano (mg)	Almidón de yuca (mg)
50	20	20
40	40	40
30	60	60
20	80	80

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3.6 Experimentación en tes de jarras

Antes de efectuar las pruebas de tratabilidad, se caracterizó el agua tomada como muestra en el laboratorio OIKOSLAB S.A.C. de la ciudad de Jaén.

La prueba de tratabilidad (coagulación-floculación) empleada se basó en el método de prueba Tes de Jarras.

1. Se verificó que el equipo de jarras PHIPPS & BIRD serie PB-900 funcionara en excelentes condiciones para llevar a cabo las pruebas de tratabilidad.
2. Se colocaron en los vasos de precipitación 1000 ml del agua recolectada de la parte inicial del canal El Progreso.

#### **Figura 4**

*Llenado del agua recolectada en jarras de 1 000 ml.*



3. En la primera prueba de tratabilidad se adicionó sulfato de aluminio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), con una concentración de 50, 40, 30 y 20 mg en cada uno de los vasos (se usó 4 vasos de precipitación de 1000 ml) programándolo al equipo con una velocidad de mezcla rápida de 200 rpm durante 1 minuto. Luego de agregar el sulfato de aluminio se dosificó el almidón de yuca en concentraciones de 20, 40, 60 y 80 mg, programándolo al equipo con una velocidad de mezcla lenta de 25 rpm durante 15 minutos. Posteriormente se dejó sedimentar cada uno de los vasos por 15 minutos.

#### **Figura 5**

*Dosificación para el proceso de coagulación floculación.*



4. Al concluir el tiempo de sedimentación, se recolectaron en vasos de precipitación de 1000 ml de agua tratada de cada uno de los vasos para determinar los parámetros de pH, turbidez, y conductividad eléctrica (CE), con los equipos del laboratorio EPS – Marañón.

**Figura 6**

*Resultado de la sedimentación.*



5. Este mismo procedimiento se realizó por triplicado, y posteriormente se repitió todo el proceso para las dosificaciones del almidón de plátano con sulfato de aluminio. En total, se analizaron 24 muestras para determinar las dosis óptimas en la combinación de Sulfato de Aluminio con el almidón de yuca y con el almidón de plátano.

### 3.2.4. Cálculo de porcentaje de remoción de turbidez

A partir de los datos obtenidos de turbidez, se calculó la eficiencia de remoción de los tratamientos, expresada como porcentaje de remoción para cada variable observada (Ortiz et al. 2018, p. 27). Lo cual para ello se empleó la ecuación 1:

$$REMOCIÓN (\%) = \left[ \frac{(TURBIDEZ_{Inicial} - TURBIDEZ_{Final})}{TURBIDEZ_{Inicial}} \right] * 100 \dots\dots\dots(1)$$

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Del proceso de obtención del almidón de yuca y el almidón de plátano

De almidon de yuca se obtuvo 0.480 Kg

De almidón de plátano se obtuvo 0.465 Kg.

### 4.2. Caracterización fisicoquímica del agua del canal El Progreso

En la tabla 2, se muestra el reporte del laboratorio con respecto a la caracterización fisicoquímica de la muestra de agua del canal El Progreso.

**Tabla 2**

Resultados de la caracterización fisicoquímica de agua del canal El Progreso.

<b>Parámetro fisicoquímicos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>
Conductividad eléctrica a 25 °C	μS/cm	185.10
Demanda Biológica de oxígeno DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	2.00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mgO <sub>2</sub> /L	4.26
Potencial de iones hidrógeno (pH)	Unidades de pH	6.94
Sólidos totales disueltos (STD)	mgSTD/L	92.60
Sólidos totales en suspensión (STS)	mgSTS/L	53.00
Sólidos totales (ST)	mgST/L	150.00
Turbidez	NTU	568.50

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, aguas y otros OIKOSLAB S.A.C.

Ver en el anexo 9.

### 4.3. Resultados de la turbidez final

En la tabla 3 y 4, se muestran los resultados de turbidez en (NTU), después de aplicar las respectivas dosis para cada tratamiento.

**Tabla 3**

Resultado de turbidez final usando sulfato de aluminio y almidón de yuca.

Repetición	Tratamiento			
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
R <sub>1</sub>	4.47	2.30	3.57	4.50
R <sub>2</sub>	3.44	4.29	3.81	4.98
R <sub>3</sub>	3.85	2.36	3.41	4.98
<b>Promedio</b>	3.92	2.98	3.60	4.82
<b>SD</b>	0.519	1.132	0.201	0.277

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4**

Resultado de turbidez final usando sulfato de aluminio y almidón de plátano.

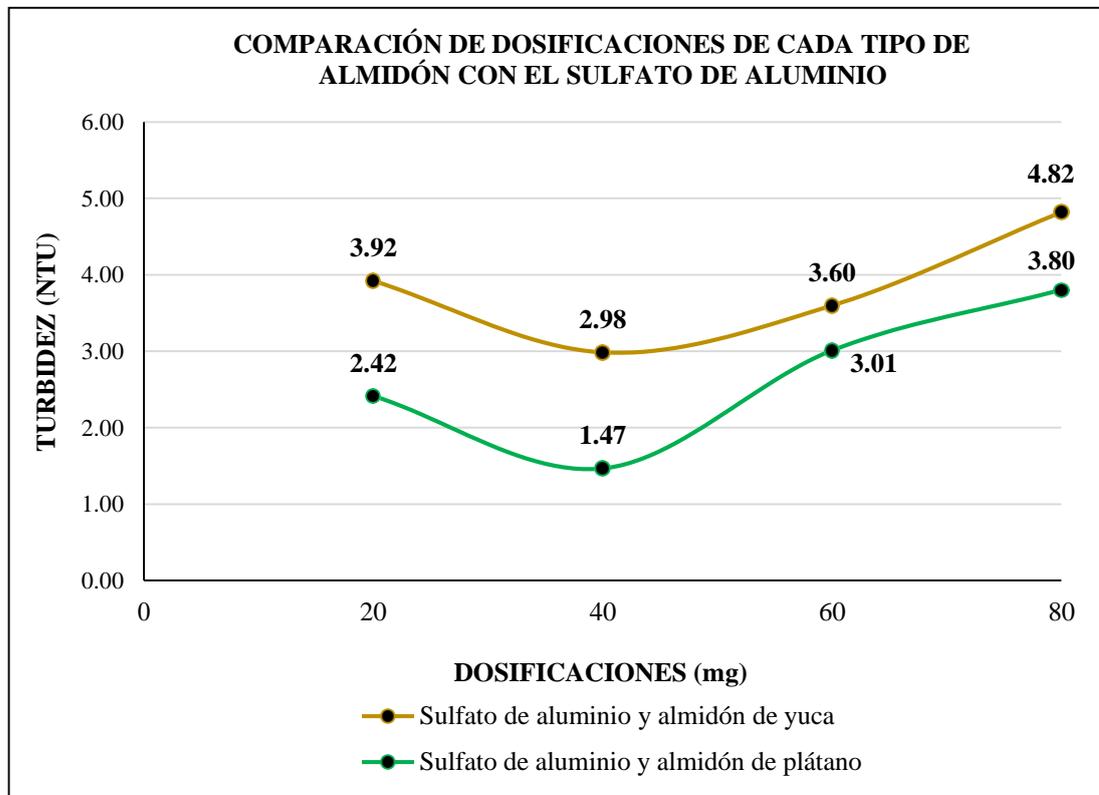
Repetición	Tratamiento			
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
R <sub>1</sub>	2.21	1.72	2.43	3.58
R <sub>2</sub>	2.22	1.46	2.70	3.97
R <sub>3</sub>	2.82	1.22	3.90	3.86
<b>Promedio</b>	2.42	1.47	3.01	3.80
<b>SD</b>	0.349	0.250	0.782	0.201

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7 se observa cómo influye el tipo y la dosificación en el grado de turbidez de agua del canal El Progreso, en términos generales, el almidón de plátano con el  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , tiene una mayor tendencia a disminuir el grado de turbidez, pero los valores más bajos se obtuvieron a una dosis de 40 mg/L para los 2 tipos (1.47 NTU, 2.98 NTU)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -almidón de plátano,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -almidón de yuca respectivamente, a partir de allí la turbidez incremento, siendo el valor mínimo del grado de turbidez el obtenido con  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -almidón de plátano.

**Figura 7**

Grado de turbidez de agua del canal El Progreso evaluada con diferentes almidones y dosis de ellas.



Fuente: Datos de las tablas 3 y 4.

#### 4.4. Porcentaje de remoción de turbidez

Los porcentajes de remoción de turbidez han sido calculados con la fórmula (ecuación 1), mencionada en el ítem 3.2.4. Teniendo como turbidez inicial a la reportada por la caracterización fisicoquímica (593 NTU) y como turbidez final a cada uno de los valores reportados en la tabla 3 y 4 por tratamientos y repeticiones. Por ejemplo, a continuación se muestra el cálculo de remoción de turbidez para el T<sub>1</sub>R<sub>1</sub>:

$$REMOCIÓN (\%) = \left[ \frac{(TURBIDEZ_{Inicial} - TURBIDEZ_{Final})}{TURBIDEZ_{Inicial}} \right] * 100$$

$$REMOCIÓN (\%) = \left[ \frac{(593 - 4.47)}{593} \right] * 100$$

$$REMOCIÓN (\%) = 99.25$$

En la tabla 5 y 6 se muestran los resultados de remoción de turbidez luego de usar la fórmula para calcular sus respectivos valores.

**Tabla 5**

*Porcentaje de remoción de turbidez usando  $Al_2(SO_4)_3$ -almidón de yuca.*

Repetición	Tratamiento			
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
R <sub>1</sub>	99.25	99.61	99.40	99.24
R <sub>2</sub>	99.42	99.28	99.36	99.16
R <sub>3</sub>	99.35	99.60	99.42	99.16
<b>Promedio</b>	99.34	99.50	99.39	99.19
<b>SD</b>	0.087	0.191	0.034	0.047

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6**

*Porcentaje de remoción de turbidez usando  $Al_2(SO_4)_3$ -almidón de plátano.*

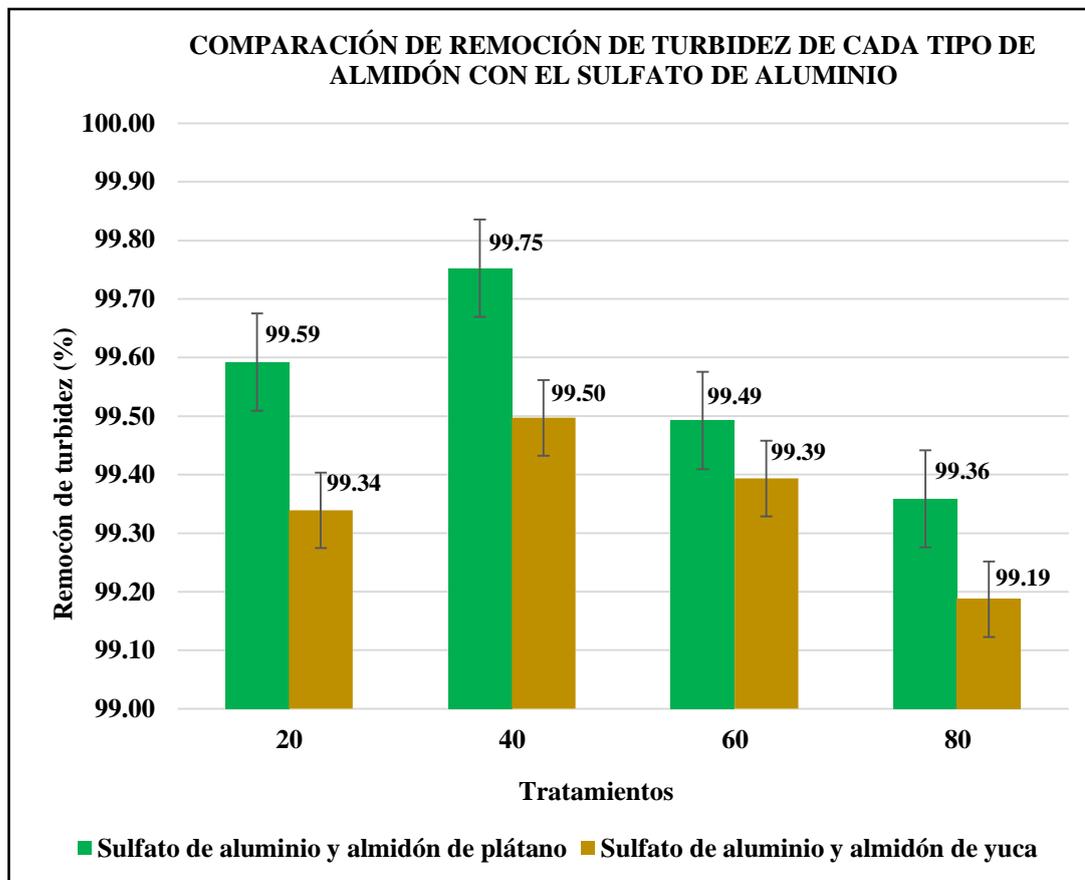
Repetición	Tratamiento			
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
R <sub>1</sub>	99.63	99.71	99.59	99.40
R <sub>2</sub>	99.63	99.75	99.54	99.33
R <sub>3</sub>	99.52	99.79	99.34	99.35
<b>Promedio</b>	99.59	99.75	99.49	99.36
<b>SD</b>	0.059	0.042	0.132	0.034

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8, se muestra una comparación del porcentaje de remoción del grado de turbidez, utilizando una sal metálica [ $Al_2(SO_4)_3$ ] y el mejor coagulante natural (almidón de plátano, 40 mg/L), el valor más bajo se obtuvo con el almidón de plátano, pero no se puede dejar de mencionar que ambos coagulantes naturales mezclados con el sulfato de aluminio tienen casi el mismo porcentaje de remoción.

**Figura 8**

*Porcentajes promedios de remoción de turbidez por cada tratamiento.*



Fuente: datos de las tablas 5 y 6.

#### 4.5. Análisis de varianza

En la tabla 7 se muestra el resultado del análisis de varianza (ANOVA) efectuado para un diseño completamente al azar (DCA), a un nivel de confianza del 95%, siguiendo el modelo de (Fernández et al. 2010, p.86).

**Tabla 7**

Análisis de varianza (ANVA) para el Sulfato de aluminio y almidón de yuca.

FV	GL	SC	CM	F <sub>c</sub>	F <sub>t</sub>
<b>Tratamiento</b>	3	0.15	0.05		
<b>Error</b>	8	0.09	0.01	5.00	4.07
<b>Total</b>	11	0.24			

**CV = 0.11%**

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8**

Análisis de varianza (ANVA) para el Sulfato de aluminio y almidón de plátano.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>F<sub>t</sub></b>
<b>Tratamiento</b>	3	0.25	0.08		
<b>Error</b>	8	0.05	0.01	8.00	4.07
<b>Total</b>	11	0.30			

**CV = 0.08%**

Fuente: Elaboración propia.

**Donde:**

FV: Fuente de variación

GL: Grados de libertad

SC: Suma de cuadrados

CM: Cuadrados medios

F<sub>c</sub> y F<sub>t</sub>: F calculado y tabulado respectivamente

## V. DISCUSIÓN

La muestra de agua estudiada (Tabla 2), es un recurso de pH ácido, muy cerca de ser neutro, con una conductividad eléctrica muy baja de 185.10  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , está es causada por la presencia de iones en el agua y su temperatura en la que se encuentra el medio líquido, es decir mientras mayor sea la concentración de electrolitos en el agua, mayor será su conductividad. También, presenta material disuelto y suspendido, que son los responsables de la turbidez.

El valor de la DQO y  $\text{DBO}_5$  es sumamente bajo, por lo que se infiere que los sólidos presentes en el agua, son de naturaleza inorgánica, es decir sedimentos (arena, limo y arcilla) arrastrados por la propia corriente superficial (Lozano, 2013). En comparación con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobado mediante D.S. N° 004-2017-MINAM, en la categoría 1 (Poblacional y Recreacional), subcategoría A (Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable), apartado A2 (Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional), se trata de un agua, dónde cuyo único parámetro que excede, es la turbidez (568 NTU), muy por encima del que exige la norma, siendo este valor igual 100 NTU. Y de acuerdo con el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, el LMP de la turbidez debe ser 5 NTU.

En la figura 7, se muestra un gráfico con respecto a la reducción del grado de turbidez, utilizando coagulante sintético  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  y coagulante natural (almidón de yuca y plátano) con diferentes dosificaciones (20, 40, 60 y 80 ) mg/L, el valor más bajo se obtuvo con el almidón de plátano donde los grados de turbidez medidos en el segundo tratamiento llegaron a 1.47 NTU, siendo la más baja, mientras que el almidón de yuca su turbidez más baja fue de 2.98 NTU, pero no se puede dejar de mencionar que ambos coagulantes tienen casi el mismo porcentaje de reducción, en la figura 8, se muestra la reducción de turbidez en porcentajes, observándose que en los 4 tratamientos experimentadas en ambas dosificaciones, el plátano con el sulfato de aluminio tuvo una mejor eficacia llegando en el segundo tratamiento con un 99.75% de efectividad, mientras que la dosificación del almidón de yuca con el sulfato de aluminio tuvo 99.50% de remoción de turbidez.

En comparación a Rivera (2017), en su investigación realizada en la Universidad César Vallejo. Logra determinar que: El coagulante natural de plátano obtuvo una mayor eficiencia en cuanto a los dos parámetros estudiados (turbiedad, *Escherichia coli*) con dosis de 130 mg/l. El coagulante almidón de yuca la dosis óptima fue de 3 mg/l, la cual ha permitido una turbiedad remanente de 12.36% y 16.67% de *Escherichia coli*. Mientras de la turbiedad con el agua natural de plátano se obtuvo con el 15.06 puntos porcentuales sobre la remoción con el almidón de yuca, ubicándose, así como el coagulante con mayor eficiencia.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- Los almidones de origen natural tanto el almidón de plátano (*Musa paradisiaca*) y el almidón de yuca (*Manihot esculenta*) mezclados con el sulfato de aluminio (agente coagulante), removieron eficientemente la turbidez del agua, donde se tuvo una turbidez inicial de 593 NTU en comparación a los 2.67 NTU usando sulfato de aluminio y almidón de plátano y 3.83 NTU usando sulfato de aluminio y almidón de yuca, después de la aplicación del tratamiento en aguas del canal El Progreso, mediante el uso de tes de jarras.
- La obtención del almidón de plátano y el almidón de yuca se logró utilizando operaciones de triturado, filtrado, sedimentado, secado, tamizado, las cuales no presentaron un alto costo, logrando obtener un porcentaje de rendimiento alto para ambos almidones obtenidos para remover la turbidez.
- El agua del canal El Progreso presentó un pH de (6.98) es un agua aceptable que se encuentra dentro de los ECA del D.S. N° 004-2017-MINAM y los LMP del D.S N° 031-2010-SA, una conductividad eléctrica baja de (185.10  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), concentraciones considerables de sólidos totales de 150 mg/L (principalmente de origen inorgánico), sólidos totales suspendidos de 53.00 mg/L y sólidos totales disueltos de 92.60 mg/L, la carga orgánica medida como DQO fue baja (4.26 mg/L) y una turbidez de 568.50 NTU, teniendo a la turbidez como al único parámetro que excede el ECA del D.S. N° 004-2017-MINAM y los LMP del D.S N° 031-2010 - SA.
- La dosificación óptima para el sulfato de aluminio y almidón de plátano fue de (40 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  y 40 mg/L de almidón de plátano) obteniendo un resultado de 1.47 NTU. Y para el sulfato de aluminio y almidón de yuca fue de (40 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  y 40 mg/L de almidón de yuca) obteniendo un resultado de 2.98 NTU.

## **6.2. Recomendaciones**

- Experimentar con otras dosificaciones de almidones naturales y coagulantes sintéticos, a fin de seguir profundizando científicamente en el potencial floculante de estos agentes naturales.
- Utilizar la diversidad biológica de la variedad de yuca y de plátano para remover la turbidez por ser una práctica ambientalmente adecuada y así mismo nos permite reducir el uso de productos químicos.
- Realizar estudios de coagulantes naturales con diferentes valores de turbidez para probar el rendimiento del mismo.
- Utilizar y dar importancia a la utilización de agentes naturales en proporción con lo comúnmente utilizado en una planta de tratamiento de agua potable con el fin de reducir los coagulantes sintéticos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 7.1. Referencias

- Carrasquero, S. J., Montiel, S., Faría, E. D., Parra, P. M., Marín, J. C., y Díaz, A. R. (2017). *Efectividad de coagulantes obtenidos de residuos de papa (Solanum tuberosum) Y plátano (Musa paradisiaca) en la clarificación de aguas*. Revista Facultad de Ciencias Básicas. 13 (2), 90-99. doi:<http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.1941>.
- Chama, J. (2016). *Evaluación del poder coagulante del almidón de papa (solanum tuberosum) y el policloruro de aluminio para la remoción de la turbidez al ingreso de las aguas de la planta de tratamiento Samegua*. (Tesis de grado). Universidad José Carlos Mareategui, Moquegua.
- Cuadro, W., y Rodas, J. (2018). *Alternativa para sustitución de coagulantes metálicos aplicando almidón de yuca y moringa oleífera en tratamiento de aguas superficiales*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Fernández, R., Trapero, A., y Domínguez, J. (2010). *Experimentación en agricultura*. Sevilla: Secretaría General Técnica: Servicio de Publicaciones y Divulgación.
- López, R., Laines, J. R., Hernández, J. R., y Aparicio, M. A. (2014). *Evaluación de almidones de malanga (Colocasia esculenta) como agentes coadyuvantes en la remoción de turbiedad en procesos de potabilización de agua*. Revista Mexicana de Ingeniería Química. 13 (3), 855-863.
- Lozano, W. (2013). *Calidad fisicoquímica del agua-Métodos simplificados para su muestreo y análisis*. Bogota: Universidad Piloto de Colombia.
- Marcó, L., Azario, R., Metzler, C., y Garcia, M. d. (2004). *La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales*. Higiene y Sanidad Ambiental, 4, 72 - 82.

- Montoya, C., Loaiza, D., Torres, P., Cruz, C. H., y Escobar, J. C. (2011). *Efecto del incremento en la turbiedad del agua cruda sobre la eficiencia de procesos convencionales de potabilización*. Revista EIA (Escuela de Ingeniería de Antioquia). 16, 137-148.
- Ortiz, V., López, G., Torres, C., y Pampillón, L. (2018). *Almidón de yuca (Manihot esculenta Crantz) como coadyuvante en la coagulación floculación de aguas residuales domésticas*. Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias: CIBA, 7(13), 18-46. doi:10.23913/ciba.v7i13.73
- Reyes, B., y Guevara, J. (2018). *Obtención de almidón de plátano (Musa paradisiaca spp) modificado para el proceso de coagulación - floculación Moyobamba*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Sanitario. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Moyobamba, Perú.
- Rivera, R. (2017). *Eficiencia de coagulante natural obtenidos de yuca (Manihot Esculenta) y plátano (Musa Paradisiaca) para remover turbidez y Escherichia Coli del iachuelo Santa\_Perené\_Chanchamayo*. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero ambiental). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Rodríguez, M., Lugo , U., Rojas, C., y Malaver, C. (2007). *Evaluación del proceso de la coagulación para el diseño de una planta potabilizadora*. Umbral Científico(11), 8-16.
- Solís, R., Laines, J., & Hernández , J. (2012). *Mezclas con potencial coagulante para clarificar aguas superficiales*. Revista internacional de contaminación ambiental, 28(3), 229-236.
- Suyón, L. (2018). *Evaluación del coagulante natural almidón de Calathea allouia (dale dale) para remover parámetros de turbidez y color en aguas de consumo humano del manantial Chorrobamba - Cacatachi*. (Tesis para obtener el título profesional de: Ingeniero Ambiental). Universidad Cesar Vallejo, Tarapoto, Perú.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por habernos dado fuerza y valor para culminar esta etapa de nuestra vida y por acompañarnos todos los días.

A nuestros padres, por su apoyo incondicional, por sus consejos en todo momento y por impulsarnos siempre a lograr nuestros objetivos.

A nuestros hermanos, que con sus consejos nos han ayudado a afrontar los retos que se presentaron a lo largo de nuestra vida. A nuestros amigos por confiar y creer en nosotros y haber hecho de nuestra etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidaremos.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este trabajo de investigación.

**A todos con mucho cariño**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la oportunidad de estar aquí y darme un objetivo en la vida, por guiarme en los pasos que doy día a día.

A mis padres Agustín Salvador Huancas y Margarita Sampertegui Campos, aquellas personas que nunca me quitaron su confianza, los cuales creyeron en mí y me brindaron consejos y ejemplos de superación.

A mis hermanos, Elisa, Nelida, Mily y Wilson y sobrinos por haberme brindando su aliento día tras día para la culminación del presente trabajo. Gracias por haber aumentado en mí el deseo de superación y triunfo en esta vida. ¡Muchas Gracias!

**Salvador Sampertegui, Wilmer**

A Dios por darme la oportunidad de estar aquí y darme un objetivo en la vida, por guiarme en los pasos que doy día a día.

A mis padres Gladys Abad Menor y José Luis Prieto Ventura, por su amor y sacrificio, por su motivación para ser mejor cada día, ya que gracias a ellos estoy donde estoy y siempre serán la razón para seguir adelante.

A mis hermanos, que son los mejores hermanos que podría tener y porque ellos son mi motivo de superación. Y a toda mi familia por siempre brindarme su apoyo en todo momento.

**Prieto Abad, Luis**

## ANEXOS

Anexo 1: Lugar donde se tomó la muestra a experimentar.



Anexo 2: Muestra de agua para la experimentación y análisis fisicoquímico.



Anexo 3: Almidones naturales.



Anexo 4: Dilución de los productos en un agitador magnético.



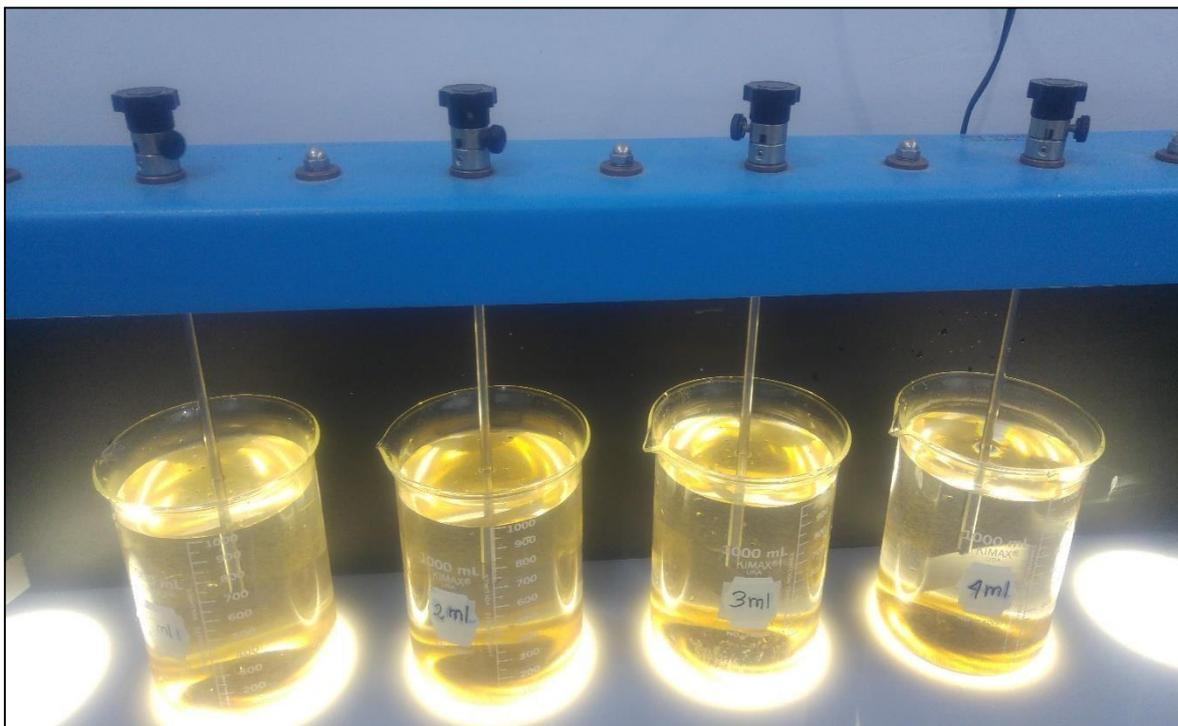
Anexo 5: Medición de la turbidez al inicio.



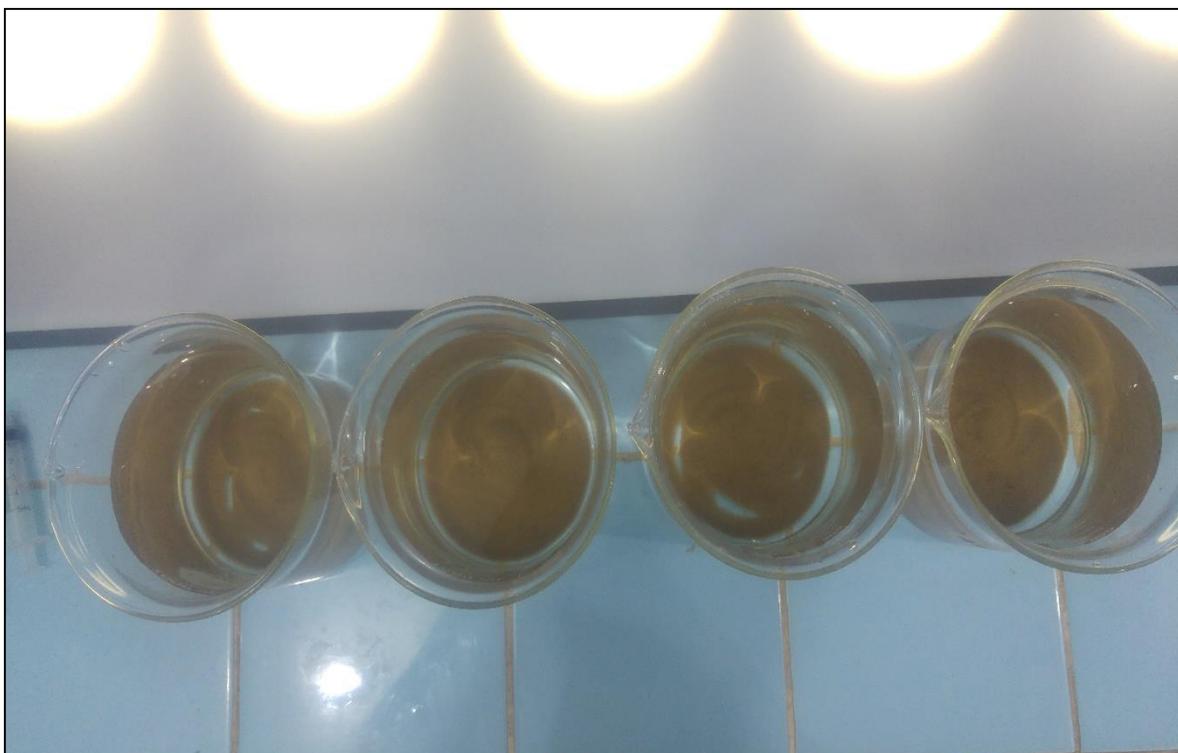
Anexo 6: Proceso de mezcla rápida de 200 rpm durante 1 minuto.



Anexo 7: Proceso de formación de flóculos.



Anexo 8: Proceso de sedimentación.



Anexo 9: Certificado de análisis de agua.



**ENSAYO DE AGUAS OIKOSLAB SAC - N° 1696-2020**

Solicitante : Bach. Luis Prieto Abad  
 Bach. Wilmer Salvador Sampertegui

Distrito : Jaén

Provincia : Jaén

Región : Cajamarca

Fecha de recepción : 27-11-2019

Tipo de muestra : Agua del canal "El Progreso"

Proyecto de Investigación :  
 "EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE TURBIDEZ DEL AGUA DEL CANAL EL PROGRESO  
 MEDIANTE COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN DEL ALMIDÓN DE PLÁTANO Y YUCA, JAÉN,  
 2019"

Muestra proporcionada por los solicitantes

**I. Resultados Obtenidos:**

Ensayos	Unidades	Resultados	Norma técnica	Metodología
Conductividad eléctrica	µS/cm	185,10	Norma: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 22nd Ed. Titulo Conductivity. Laboratory Method	Conductivimetria
DBO5	mgO <sub>2</sub> /L	2,00	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. Incluye muestreo Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test. Con el valor del D Q O, se realiza dilución, con agua con nutriente que contiene tampón fosfato, sulfato de magnesio, cloruro de calcio y cloruro férrico. Dos frascos Winkler al 10 y al 5%, respecto al volumen del frasco. Se determina el Oxígeno Disuelto inicial y se coloca el frasco en estufa refrigerada, durante 5 días a la temperatura de 20 °C. Al quinto día se vuelve a medir el oxígeno disuelto. Se lleva un Blanco. Se calcula los resultados a través de fórmula	Incubación
DQO	mgO <sub>2</sub> /L	4,26	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. Chemical Oxygen Demand (COD) Closed Reflux, Colorimetric Method. Digestión de 3 ml. de la muestra con 3 ml. de solución catalizadora y 3 ml. de solución digestora a 150 °C por 2 horas. Valoración utilizando Sulfato Ferroso Amoniacal (Sal de Mohr) estandarizada y una solución previa a una + Dicromato de potasio acido en presencia del indicador Ferroina. Finalmente Se calcula el DQO con fórmula	Digestión Valoración

Pcia. San Pedro N° 113 - Madre Solar Alto - Jaén  
 Cel. 970911920  
 www.oikoslab.com

Scanned by TapScanner

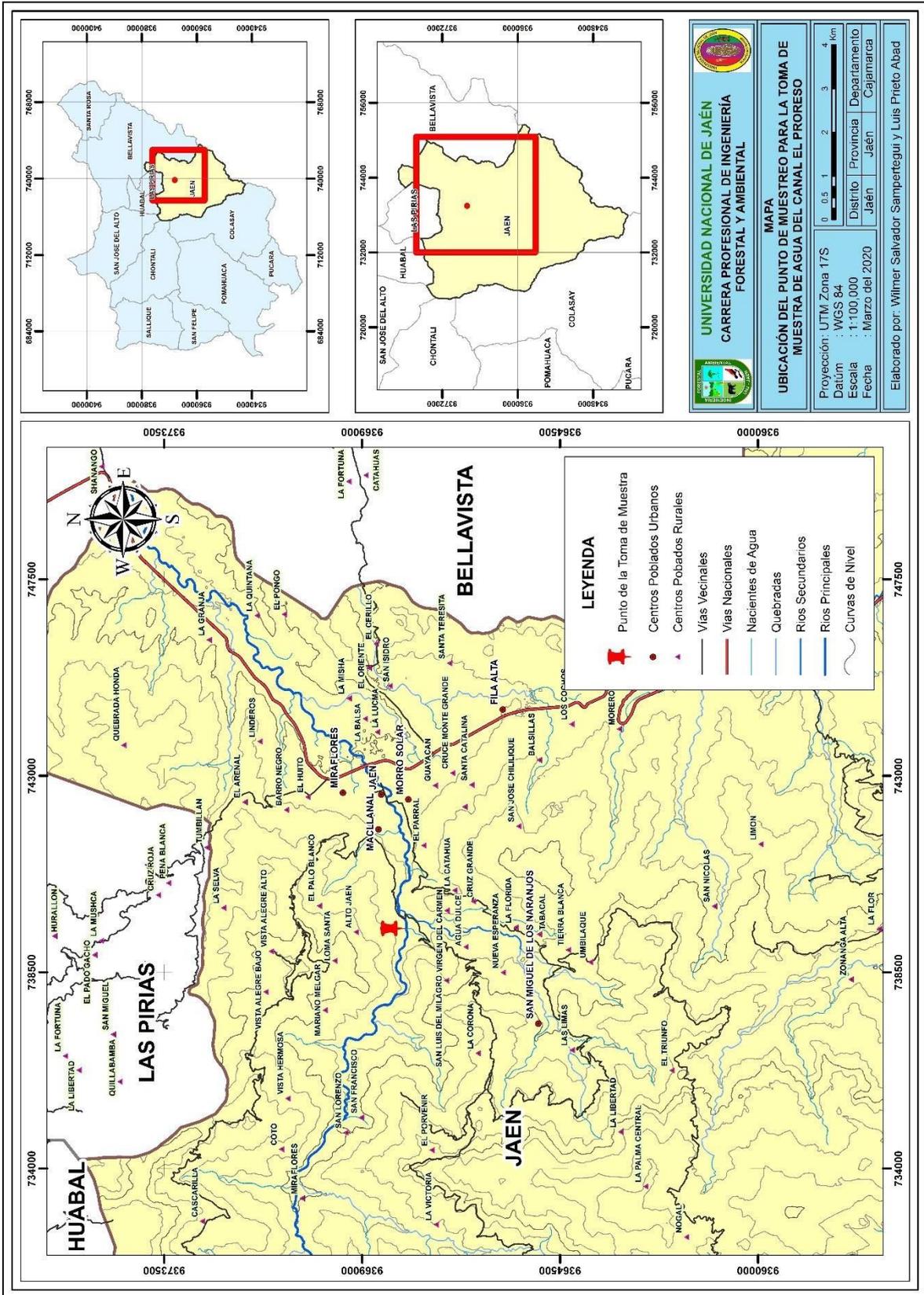
Ensayos	Unidades	Resultados	Norma técnica	Metodología
Potencial de iones hidrogenos	Unidades de pH	6.94	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H <sup>+</sup> B, 22nd Ed. Titulo: pH Value. Electrometric Method Medición directa con el equipo multiparametro marca HANNA HI-2550, previamente calibrado en tres puntos con los Buffers HI 70004P (pH 4.01), HI 70007P (pH 7.01) y HI 70010 (pH 10.01)	Potenciometria
Sólidos totales disueltos	mgSTD/L	92.60	Medición directa con el equipo multiparametro marca HANNA HI-2550	Potenciometria
Sólidos totales en suspensión	mgSTS/L	53.00	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. Solids Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. Además confirmación con el equipo HACH DR-900 previa mezcla homogénea y filtración	Fotocolorimetria
Sólidos totales	mgST/L	150.00	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 22nd Ed. evaporación 103-105°C	Gravimetria
Turbidez	NTU	568.50	Medición con equipo Turbidimetro marca HANNA HI-98703, normado por la EPA, cumple y sobrepasa los requisitos de la USEPA 180.1, para aguas residuales y Método estándar 2130B, para agua potable SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 22nd Ed Turbidity. Titulo: Nephelometric Method	Turbidimetria

  
**SERGIO SOTO**  
 RESPONSABLE  
 CIP. 50757

OIKOSLAB SOC

Anexo 10: Ubicación del punto de la toma de muestra.



- Adjunto:
- Resolución de Aprobación del Proyecto de Tesis.
  - Declaración Jurada de no Plagio.
  - Compromiso del Asesor.
  - Solicitud

42

*[Handwritten signatures]*

Dr. *[Handwritten signature]*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
VICEPRESIDENCIA ACADÉMICA  
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL  
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"



**RESOLUCIÓN N° 078 -2019-UNJ-VPA-COORD-IFA**

Jaén, 29 de octubre de 2019

**VISTO:** La Carta N° 42-2019-SCHD del 18 de octubre de 2019 emitido por la Dr. Santos Clemente Herrera Díaz, Presidente del Jurado Evaluador, quien solicita proyectar la Resolución de Aprobación de Proyecto de Tesis y Miembros de Jurado; Acta de Reunión de Evaluación de Proyecto de Tesis entre los Miembros del Jurado del 11 de octubre de 2019; Dictamen de Evaluación de Proyecto de Tesis del 11 de octubre de 2019, y;

**CONSIDERANDO:**

Que, el Artículo 18° de la Constitución Política del Perú, establece que cada Universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico. Las universidades se rigen por sus propios estatutos en el marco de la Constitución y las leyes;

Que, el Artículo 8° de la Ley Universitaria N° 30220 establece "(...) que la autonomía inherente a las universidades, se ejerce de conformidad con lo establecido en la Constitución, la presente Ley y demás normativa aplicable"; el cual implica la potestad auto determinativa para la creación de normas internas (estatuto y reglamentos) destinados a regular la institución universitaria, organizar su sistema académico, económico y administrativo;

Que, por Ley N° 29304 del 12 de diciembre del 2008, se crea la Universidad Nacional de Jaén, con sede en la provincia de Jaén, Región Cajamarca; y que por Resolución N° 002-2018-SUNEDU/CD del 12 de enero del 2018, el Consejo Directivo de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria, otorga la Licencia Institucional a la Universidad Nacional de Jaén para ofrecer el Servicio Educativo Superior Universitario;

Que, mediante Resolución Viceministerial N° 006-2019-MINEDU, del 08 de enero de 2019, se establece reorganizar la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Jaén, la misma que queda integrada por: Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres, Presidente; Dr. Abner Milán Barzola Cardenas, Vicepresidente Académico; Dr. Victor Benjamin Carril Fernández, Vicepresidente de Investigación;

Que, en concordancia con la Ley 29304, Ley de creación de la Universidad Nacional de Jaén, Ley Universitaria 30220, el Estatuto de la UNJ, y los Artículos 176°, 178°, 180°, 188°, 201° del Reglamento General de la UNJ, que en Sesión Ordinaria del 04 de abril del 2019 la Comisión Organizadora otorga facultades a las coordinaciones académicas con la finalidad de implementar, conducir con eficiencia y eficacia la gestión académica y administrativa;

Que, mediante Resolución N° 106-2019-CO-UNJA, del 05 de abril de 2019; la Secretaria General comunica que, mediante Acuerdo de Sesión Ordinaria de la Comisión Organizadora del 04 de abril de 2019, AUTORIZA LA EMISIÓN DE RESOLUCIONES DE COORDINACIÓN DE LAS CARRERAS PROFESIONALES estrictamente para asuntos académicos y otros que tengan que ver con la conducción adecuada de la carrera profesional;

Que, el Artículo 45° de la Ley 30220, Ley Universitaria establece que para la obtención de Grados y Títulos, se necesita (...) la aprobación de un trabajo de investigación (...) y (...) la aprobación de una tesis o trabajo de suficiencia profesional (...).

Que, conforme al Estatuto de la Universidad Nacional de Jaén, en su Artículo; 46°: La Carrera Profesional está constituida por Comisión Permanente de Investigación e Innovación; Artículo 49°: Para su funcionamiento la Carrera profesional cuenta con las comisiones permanentes siguientes: Comisión permanente de Investigación e Innovación;

Que, mediante Resolución N° 017-2019-UNJ-VPA-COORD-IFA, del 10 de julio de 2019, se aprueba la designación de los miembros de la Comisión Permanente de Investigación e Innovación, conformados por: Dr. Juan Manuel Garay Román (Presidente), Mg. Danette Pintado García (Secretaría), Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo (Vocal).

Que, mediante Resolución N° 223-2019-CO-UNJ, del 18 de junio de 2019, se aprueba el Reglamento General de Grado Académico y Título Profesional de la Universidad Nacional de Jaén, en adelante el Reglamento, en su Artículo 28° establece: "La Tesis es una modalidad de obtención del Título Profesional mediante un documento que contiene un Trabajo de Investigación Científica sujeta a la ejecución de un Proyecto de Tesis que diseña la organización conceptual, teórica, metodológica y espacio temporal de la investigación. Esta versará, preferentemente, sobre temas de interés local, regional y nacional, en el marco de la política de competitividad del país. Dicho documento debe ser original e inédito";

Que, el Artículo 34° del Reglamento, establece: "El Presidente del Jurado Evaluador, presentará el dictamen del Proyecto de Tesis a la Coordinación de la Carrera Profesional, en el plazo máximo de tres (3) días hábiles, adjuntando el acta de la reunión de dicha evaluación, el dictamen correspondiente y tres ejemplares impresos y en versión digital, para la emisión del acto resolutivo correspondiente";

Que, el Artículo 36° del Reglamento, establece: "El Proyecto de Tesis tendrá vigencia de hasta seis (6) meses a partir de la fecha de su aprobación, para lo cual deberá contar con un cronograma de actividades sobre la ejecución. Cuando, por razones de fuerza mayor, se debiera extender la vigencia del Proyecto de Tesis, es necesario contar con un informe escrito del asesor dirigido a la Coordinación de la Carrera Profesional. Por única vez, la ampliación de la vigencia se realiza hasta por un máximo de tres (3) meses calendario, mediante emisión de resolución de ampliación por parte de la Coordinación de la Carrera Profesional. De ser el caso que el estudiante/egresado o Bachiller no concluya su trabajo en el plazo ampliado, el Proyecto de Tesis, queda sin efecto y deberá de presentar un nuevo Proyecto de Tesis";





**RESOLUCIÓN N° 078 -2019-UNJ-VPA-COORD-IFA**

Que, con Carta N° 42-2019-SCHD de fecha 18 de octubre de 2019 emitido por la Dr. Santos Clemente Herrera Díaz, Presidente del Jurado Evaluador, hace llegar el Acta de Reunión de Evaluación de Proyecto de Tesis entre los Miembros del Jurado del 11 de octubre de 2019 y Dictamen de Evaluación de Proyecto de Tesis del 11 de octubre de 2019, y, solicita proyectar la Resolución de Aprobación de Proyecto de Tesis y Miembros de Jurado;

Que, a través de los documentos del visto la Mg. Annick Estefany Huacha Castillo, Coordinadora (e) de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén, mediante Provelido de fecha 18 de octubre del 2019, dispone que la Secretaría Académica de la Carrera, proyecte la Resolución de aprobación de proyecto de Tesis: "EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE TURBIDEZ DEL AGUA DEL CANAL EL PROGRESO MEDIANTE COAGULACIÓN - FLOCULACIÓN DEL ALMIDON DE PLATANO Y YUCA, JAÉN, 2019", del bachiller Wilmer Salvador Sampedregui y el egresado Luis Pnato Abad, asesores por el Dr. Juan Manuel Garay Román, siendo los miembros del Jurado Evaluador, los docentes de la Universidad Nacional de Jaén: Dr. Santos Clemente Herrera Díaz (Presidente), Mg. Annick Estefany Huacha Castillo (Secretaria), Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga (Vocal), la misma que se aprueba con cargo a dar cuenta a la Vicepresidencia Académica y Vicepresidencia de Investigación;

Por estos considerandos precedentes y en uso de las atribuciones conferidas como Coordinadora (e) de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, designada mediante Resolución N° 269-2019-CO-UNJ de fecha 4 de julio de 2019;

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO. – APROBAR** el proyecto de Tesis denominada "EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE TURBIDEZ DEL AGUA DEL CANAL EL PROGRESO MEDIANTE COAGULACIÓN - FLOCULACIÓN DEL ALMIDON DE PLATANO Y YUCA, JAÉN, 2019".

Tesistas	WILMER SALVADOR SAMPEDREGUI LUIS PRIETO ABAD
Asesor	Dr. JUAN MANUEL GARAY ROMAN
Área de investigación	AMBIENTAL
Línea de investigación	GESTIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL
Tipo de investigación	EXPERIMENTAL

**ARTÍCULO SEGUNDO. – RATIFICAR** a los Miembros del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis denominado "EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE TURBIDEZ DEL AGUA DEL CANAL EL PROGRESO MEDIANTE COAGULACIÓN - FLOCULACIÓN DEL ALMIDON DE PLATANO Y YUCA, JAÉN, 2019".

Presidente	Dr. SANTOS CLEMENTE HERRERA DÍAZ
Secretario	Mg. ANICK ESTEFANY HUACHA CASTILLO
Vocal	Mg. CANDY LISBETH OCAÑA ZÚNIGA

**ARTÍCULO TERCERO.- LA EJECUCIÓN Y CULMINACIÓN** del Proyecto de Tesis, se registrará de acuerdo al Reglamento General de Grado Académico y Título Profesional de la UNJ aprobado con Resolución N° 223-2019-CO-UNJ, del 18 de junio de 2019.

**ARTÍCULO CUARTO.- ENCARGAR** a la Coordinación de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén, monitorear y supervisar las actividades del presente Proyecto de Tesis en cumplimiento a la presente Resolución.

**ARTÍCULO QUINTO. - HACER** de conocimiento de la presente Resolución a Vicepresidencia de Investigación, Vicepresidencia Académica y Secretaría General.

**ARTÍCULO SEXTO.- NOTIFICAR** la presente Resolución a los interesados para su conocimiento y fines pertinentes.

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y EJECÚTESE**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
Mg. ANICK ESTEFANY HUACHA CASTILLO  
COORDINADORA (E) DE LA CARRERA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL

Distribución  
VPA  
VPI  
SG  
Jurado  
Asesor  
Tesis  
Archivo

### DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

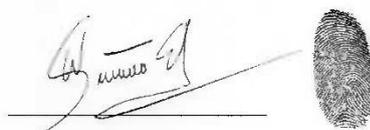
Yo, Wilmer Salvador Sampertegui, identificado con DNI N° 46523601 respectivamente, Bachiller en ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que Soy Autor de la Tesis:

**“EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE TURBIDEZ DEL AGUA DEL CANAL EL PROGRESO MEDIANTE COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN DEL ALMIDÓN DEL PLÁTANO Y YUCA, JAÉN, 2019”**

1. La misma que presento para optar: ( ) Grado Académico de Bachiller (X) Título Profesional
2. **El Proyecto de Tesis** no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. **El Proyecto de Tesis** presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. **El Proyecto de Tesis** no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del **Proyecto de Tesis**, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido.

**Proyecto de Tesis.** De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, enero del 2020



Firma – Huella Digital

### DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

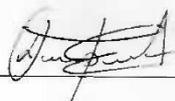
Yo, Luis Prieto Abad, identificado con DNI N° 70087213 respectivamente, Bachiller en ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que Soy Autor de la Tesis:

**“EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE TURBIDEZ DEL AGUA DEL CANAL EL PROGRESO MEDIANTE COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN DEL ALMIDÓN DE PLÁTANO Y YUCA, JAÉN, 2019”**

1. La misma que presento para optar: ( ) Grado Académico de Bachiller (X) Título Profesional
2. **El Proyecto de Tesis** no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. **El Proyecto de Tesis** presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. **El Proyecto de Tesis** no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del **Proyecto de Tesis**, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido.

**El Proyecto de Tesis.** De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, enero del 2020



---



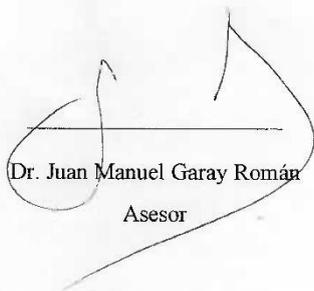
Firma – Huella Digital

### **COMPROMISO DEL ASESOR**

El que suscribe, Ing. Químico Ambiental, Dr. Juan Manuel Garay Román, identificado con DNI 17808601, con conocimiento del Reglamento General de Grado Académico y Título Profesional de la Universidad Nacional de Jaén, se compromete y deja constancia de la orientación al Bachiller Luis Prieto Abad y al Bachiller Wilmer Salvador Sampertegui de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental en la formulación del proyecto de tesis.

Por lo indicado doy testimonio y visto bueno que los Asesorados han elaborado su proyecto de tesis; por lo que en fe a la verdad suscribo la presente.

Jaén, enero del 2020



Dr. Juan Manuel Garay Román  
Asesor

**SOLICITO: REVISIÓN DE INFORME  
FINAL DE TESIS.**

Sr: Dr. Manuel Emilio Milla Pino.  
Presidente de la Comisión Central de Investigación.

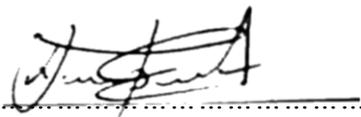
Yo, Luis Prieto Abad, identificado con DNI N° 70087213, con domicilio en la calle Garcilaso de la vega S/N° y Wilmer Salvador Sampertegui, identificado con DNI N° 46523601, con domicilio en la calle Huamantanga N° 2230. Bachilleres en Ciencias de la Ingeniería Forestal y Ambiental- UNJ. De esta ciudad, ante usted nos presentamos y exponemos:

Que, de conformidad con el reglamento para la elaboración y evaluación de tesis, para obtener el título profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental, presentamos por este medio el proyecto denominado “EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE TURBIDEZ DEL AGUA DEL CANAL EL PROGRESO MEDIANTE COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN DEL ALMIDÓN DE PLÁTANO Y YUCA, JAÉN, 2019”. Lo cual recurrimos a su digno cargo para solicitarle la revisión del informe final de tesis.

POR TANTO:

Solicito a usted señor Presidente de la Comisión Central de investigación acceder a nuestra solicitud por ser de justicia.

Jaén, enero del 2021



*Luis Prieto Abad*  
DNI N° 70087213



*Wilmer Salvador Sampertegui*  
DNI N° 46523601