



**Universidad César Vallejo**

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

**Uso de coagulantes naturales para la eliminación de demanda  
de Oxígeno en aguas residuales de PTAR, 2023.**

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

**AUTORAS:**

Cordova Rucoba, Carol Catherine ([orcid.org/0000-0003-4374-8740](https://orcid.org/0000-0003-4374-8740))

Powosino Cerquin, Angie Julia ([orcid.org/0000-0003-1515-6318](https://orcid.org/0000-0003-1515-6318))

**ASESORA:**

Mgtr. Cabello Torres, Rita Jacqueline ([orcid.org/0000-0002-9965-9678](https://orcid.org/0000-0002-9965-9678))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

**LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

El esfuerzo requerido para el presente trabajo de investigación está dedicado a las personas más importantes; mis padres Zacarías y Marleni y mis hijos Leandro y Santiago. Ya que fueron ellos quienes me motivaron a seguir adelante. También, a mi asesor de investigación, ya que sin su guía no hubiera logrado concretar de manera satisfactoria este presente proyecto.

Carol Catherine Cordova Rucoba.

A mis padres Carmen y Deyvi quienes siempre me han apoyado en todo aspecto y me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más, a mis hermanos Anthony, Joel y Azumi por su amor, cariño y apoyo incondicional durante este largo proceso.

Angie Julia Powosino Cerquin.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, dar las gracias sobre todo a Dios, por brindarme la vida y tener buena salud, por permitirme realizar este proyecto, por darme la fortaleza y la perseverancia ya que sin él nada de esto se hubiese consumido. De igual manera a mis padres por brindarme su confianza para así enfocarse en la continuación y culminación de mi objetivo.

Carol Catherine Córdova Rucoba.

Agradecer a la universidad por permitirme culminar mis estudios y llegar a ser una profesional, a mi Asesor(a) Mg. Rita Cabello Torres por el apoyo siempre brindado en todo momento. Por último, agradecer a mis padres por todos los recursos brindados a lo largo de mis estudios, mis hermanos por su apoyo infinito de aliento en seguir adelante y mis amigos que fueron importantes en cada etapa.

Angie Julia Powosino Cerquin.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CABELLO TORRES RITA JAQUELINE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Uso de coagulantes naturales para la eliminación de demanda de oxígeno en aguas residuales de PTAR, 2023.", cuyos autores son CORDOVA RUCOBA CAROL CATHERINE, POWOSINO CERQUIN ANGIE JULIA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo 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.

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

LIMA, 15 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CABELLO TORRES RITA JAQUELINE <b>DNI:</b> 08947396 <b>ORCID:</b> 0000-0002-9965-9678	Firmado electrónicamente por: RCABELLOTO15 el 15-12-2023 11:22:37

Código documento Trilce: TRI - 0697766



**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, CORDOVA RUCOBA CAROL CATHERINE, POWOSINO CERQUIN ANGIE JULIA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Uso de coagulantes naturales para la eliminación de demanda de oxígeno en aguas residuales de PTAR, 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CORDOVA RUCOBA CAROL CATHERINE <b>DNI:</b> 46754056 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4374-8740	Firmado electrónicamente por: CCORDOVARU el 22-12-2023 21:44:44
POWOSINO CERQUIN ANGIE JULIA <b>DNI:</b> 73498649 <b>ORCID:</b> 0000-0003-1515-6318	Firmado electrónicamente por: APOWOSINOCE21 el 21-12-2023 16:48:58

Código documento Trilce: INV - 1561535

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE DIAGRAMAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2 Variables y operacionalización.....	16
3.3 Población, muestra, muestreo, análisis.....	17
3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5 Procedimientos.....	22
3.6. Método de análisis de datos.....	29
3.7. Aspectos éticos.....	30
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	56
VII. RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS	

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Taxonomía del <i>Smallanthus Sonchifolius</i> .....	7
TABLA 2. Diseño de factores de operación .....	15
TABLA 3. Diseño Box-Behnken .....	16
TABLA 4. Caracterización de las muestras de agua .....	18
TABLA 5. Validez de los equipos utilizados .....	20
TABLA 6. Resultados de la caracterización inicial del agua residual de PTAR.	35
TABLA 7. Determinación de ODI Y ODF .....	40
TABLA 8. Determinación del promedio de valor de concentración al 5%.....	41
TABLA 9. Datos de ODI y ODF y la determinación DBO5, promedio y desviación estándar .....	42
TABLA 10. Datos de harina de <i>Smallanthus Sonchifolius</i> (Yacón).....	48
TABLA 11. Datos de harina de <i>Smallanthus Sonchifolius</i> (Yacón) con NaCl - Cloruro De Sodio .....	49
TABLA 12. Análisis de varianza del Yacón .....	50
TABLA 13. Resumen del modelo R cuadrado.....	51
TABLA 14. Ecuación de regresión en unidades no codificadas .....	51
TABLA 15. Análisis de varianza del Yacón con NaCl.....	51
TABLA 16. Resumen del modelo R cuadrado.....	52
TABLA 17. Ecuación de regresión en unidades no codificadas .....	52
TABLA 18. Estadísticas descriptivas .....	53
TABLA 19. Test estadístico .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Características del <i>Smallanthus Sonchifolius</i> (Yacón) .....	8
FIGURA 2. Coagulante de <i>Smallanthus Sonchifolius</i> (Yacón) .....	9
FIGURA 3. Secado convencional .....	10
FIGURA 4. Aguas residuales de PTAR .....	12
FIGURA 5. Características de las aguas residuales .....	13
FIGURA 6. Mapa de la ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Sedapal – San Juan De Miraflores (Pedro Miotta) .....	22
FIGURA 7. Mapa de la ubicación del mercado mayorista de fruta N°2, La Victoria .....	23
FIGURA 8. Frontis del mercado mayorista de fruta N°2, La Victoria .....	24
FIGURA 9. Harina de <i>Smallanthus Sonchifolius</i> (Yacón) .....	25
FIGURA 10. Obtención de la harina de Yacón.....	31
FIGURA 11. Preparación del agua residual 100 ml.....	43
FIGURA 12. Corrida experimental haciendo uso del floculador Velp .....	44
FIGURA 13. Aguas residuales tratadas precipitadas .....	45
FIGURA 14. Partículas sedimentadas secadas .....	45
FIGURA 15. Aguas residuales tratadas precipitadas .....	46
FIGURA 16. Procedimiento de Sólidos Totales Suspendidos. ....	47
FIGURA 17. Diferencia de consumo de DBO5 .....	54

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación de tesis uso de coagulantes naturales para la eliminación de demanda de oxígeno en aguas residuales y la importancia del poder aplicar los coagulantes naturales con el fin de lograr obtener aguas con mayor calidad.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la utilización de coagulantes naturales para la remoción de demanda de oxígeno en aguas residuales de PTAR – SAN JUAN DE MIRAFLORES. Se realizó usando de la metodología del BOX- BEHNKEN, donde se trabajó a nivel de laboratorio utilizando el test de jarras, a las de 1000 gr y ml, 3000 gr y ml y 5000 gr y ml de dosis del coagulante natural *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) en harina y en combinación con NaCl. El mayor rendimiento del coagulante *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) se pudo evidenciar por porcentajes de reducción de la concentración de turbidez y del DBO5 después de la sedimentación. Donde se obtuvieron como resultados en la dosis más óptima es de 1000 ml, con tiempo de 30 minutos y con pH 2 llegando a reducir 99% de reducción del DBO5 (125 antes y después 0.82), llegando a con los límites máximos permisibles en la normativa D.S N° 003-2010- MINAM.

**Palabras clave:** *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón), DBO5, coagulante natural, agua residual de PTAR.

## ABSTRACT

In this thesis research work, the use of natural coagulants to eliminate oxygen demand in wastewater and the importance of being able to apply natural coagulants in order to obtain higher quality water.

The objective of this study was to evaluate the use of natural coagulants for the removal of oxygen demand in wastewater from the WWTP - SAN JUAN DE MIRAFLORES. It was carried out using the BOX-BEHNKEN methodology, where work was done at the laboratory level using the jar test, at 1000 gr and ml, 3000 gr and ml and 5000 gr and ml doses of the natural coagulant *Smallanthus sonchifolius* (Yacon) in flour and in combination with NaCl.

The greater performance of the coagulant *Smallanthus sonchifolius* (Yacon) could be evidenced by percentage reductions in turbidity concentration and BOD5 after sedimentation. Where the results were obtained, the most optimal dose is 1000 ml, with a time of 30 minutes and with pH 2, reaching a 99% reduction in BOD5 (125 before and after 0.82), reaching the maximum permissible limits in the regulations D.S N° 003-2010- MINAM.

**Keywords:** *Smallanthus sonchifolius* (Yacón), BOD5, natural coagulant, WWTP wastewater.

## I. INTRODUCCIÓN

Existen las llamadas aguas grises o negras perteneciente a las aguas residuales domésticas, las aguas servidas liberan elevado porcentaje N y P, se encuentran en residuos de bañeras, lavaplatos y lavanderías (Widyanari et al. 2022). Las aguas residuales domésticas comprenden diferentes sustancias químicas inorgánicas y orgánicas que deberán utilizarse de manera adecuada a través de la tecnología, los parámetros que estudiaremos serán Demandas biológica de oxígeno (DBO), turbidez, conductividad, color, SST, SDT, ST y oxígeno disuelto con esto poder remover hasta en un 99.8%, 46.4%, 80.4% y 97.2% de las concentraciones que hallan en los efluentes (Imron et al. 2023). En ese caso el empleo de los coagulantes naturales resulta eficiente para tratar aguas residuales (Kristianto et al. 2022). La coagulación-floculación se da por la utilización de coagulantes aplicados en tecnologías que dan tratamiento a las aguas residuales (Kristianto et al., 2022 & Ibrahim et al. 2021). La coagulación es un procedimiento importante al momento de aplicarlo en las aguas residuales, su función es inmovilizar las partículas cargadas de energía para poder dominar la fuerza repulsiva electrostática logrando establecer las partículas suspendidas (shabanizadeh & taghavijeloudar. 2023). Seguidamente, tenemos la floculación donde se opta el tiempo y la remoción de contaminantes para poder considerar una buena consistencia del flóculo, por ello las partículas en suspensión se encuentran con las partículas desestabilizadas ocurrida en la etapa de coagulación (Balbinoti et al. 2023). Se encontró variados componentes que ayudan al tratado y limpieza de las aguas, entre ellos tenemos a los coagulantes químicos o naturales, estos cumplieron un procedimiento donde altera las reacciones fisicoquímicas de las aguas residuales (Balbinoti et al. 2023). Por ende, se logrará que las partículas se encuentren y formen los llamados flóculos.

Los coagulantes vegetales son una buena opción para la mejora de efluentes residuales, teniendo en consideración que su costo es reducido y su alto resultado de limpieza es efectivo (Ibrahim et al. 2021). Gran parte de los coagulantes vegetales son poco accesibles debido a la disponibilidad mundial, por ello interpone el uso del mejoramiento de efluentes (Benalia et al. 2021).

El yacón es un antioxidante, este tubérculo proveniente de la familia compositae y como tal contiene almidón en un porcentaje importante, siendo así fundamental para la elaboración del coagulante y con sus enzimas se puede formar el flóculo (Lancetti et al. 2020).

Sin embargo, el aspecto relevante para su uso fue determinar las condiciones de preparación del coagulante para poder obtener el secado y tamaño del particulado (Shabanizadeh & Taghavijeloudar. 2023). Además, la caracterización resulta importante para determinar las propiedades del coagulante Fisicoquímico (FQ) (Vega et al. 2021). El problema para aplicación resulta ser las condiciones de operación revisando los efectos de dosis y efecto de temperatura (Saritha et al. 2019) porque la encuesta es distinta en la remoción de contaminantes.

La eliminación de la demanda de oxígeno se evidenció en los parámetros físicos (Balasubrama et al. 2020 & Benalia et al. 2021), químicos (Balbinoti et al., 2023) a través de la temperatura, turbidez, pH, color, ST, STD, SST y conductividad.

Para la justificación ambiental, se planteó el uso de los coagulantes naturales aprovechando en todo aspecto el fruto para la elaboración de este material, logrando la reducción del uso de coagulantes químicos y también económicamente reduciendo gastos. Se podría mencionar que la justificación económica ayudó en la evaluación de los ingresos que se requieren para poder verificar qué tan accesible son los coagulantes naturales, se puede afirmar que los coagulantes vegetales son económicos a comparación que los coagulantes químicos que son más costosos. Sin dudar de su efectividad los coagulantes naturales trabajan igualmente para la limpieza de aguas contaminadas o aguas residuales, logrando limpiar hasta en un 95% para uso de riego o lavado de objetos. La justificación social se dió para los investigadores o empresas que deseen aplicar coagulantes naturales para estudio o limpieza de aguas contaminadas, logrando reutilizarlo posteriormente en alguna otra actividad que se necesite, siendo así muy satisfactorio porque se contaminaría más con coagulantes químicos al ambiente.

La investigación se enfocó en el estudio del uso de coagulante natural para eliminar de demanda de oxígeno en aguas residuales de PTAR, debido a la gran contaminación que se realiza en base a las actividades humanas e industriales

nos genera un gran problema por la contaminación que se da en el ambiente y la salud humana para ello se debe buscar la solución, a pesar de que ya existen los coagulantes químicos se quiere comprobar qué tan eficientes pueden ser los coagulantes naturales (vegetales). El estudio permitió mostrar la eficiencia del coagulante natural para las aguas residuales y poder aplicar en las dosis adecuadas para su eliminación de sólidos suspendidos y turbidez; además del beneficio que su costo es muy bajo y accesible en la elaboración. Finalmente, en el desarrollo de esta investigación se podrá verificar el desarrollo paso a paso para la obtención de coagulante natural y la aplicación de efectividad para las aguas residuales PTAR.

A continuación, teniendo en cuenta la información brindada se planteó el problema general ¿De qué manera se usó los coagulantes naturales para eliminación de demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023?, y como problemas específicos se tiene lo siguiente, ¿Será posible la obtención del coagulante para eliminar la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023?, ¿Cómo se caracterizará el coagulante para eliminar la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023?, ¿Cuáles son las condiciones operativas que eliminan la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023?.

A partir del análisis explicado se llegó a proponer el objetivo general, Evaluar la utilización de coagulantes naturales para la remoción de demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023. Además de los objetivos específicos, Investigar cómo se obtendrá el coagulante para la eliminación de la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023; Estudiar la caracterización del coagulante para la eliminación de la demanda de oxígeno en efluentes de la PTAR, 2023; Establecer las condiciones de operación para la eliminación de la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023.

La hipótesis general del presente estudio es, el uso de coagulantes naturales elimina de manera significativa la demanda de oxígeno en aguas residuales de PTAR, 2023. Añadiendo así las hipótesis específicas, La obtención del coagulante se da para la eliminación de la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023; La caracterización del coagulante se da para la

eliminación de la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023; Las condiciones operativas se dan para la eliminación de la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes internacionales

**Aziz et al. (2022)** utilizó la semilla *Nephelium lappaceum* como coagulante para poder ayudar en el tratamiento de contaminación de aguas por lixiviados, siendo así su metodología fue la aplicación del coagulante natural como coadyuvante para eliminar los Sólidos Suspendidos, color y DQO. Finalmente se obtuvo un resultado óptimo confirmando la eliminación de sólidos suspendidos, DQO y color; este coagulante natural aportó de gran significancia a la reducción utilizando una dosis de 10,5 g/L. Por lo tanto, concluimos que el coagulante en una dosis adecuada junto con otra alternativa natural ayuda a reducir los niveles de contaminantes.

**Balbinotti et al. (2023)** realizaron un estudio acerca de los coagulantes de origen vegetal que serían utilizados en las aguas contaminadas por industrias alimentarias, tuvieron como objetivo enseñar a los investigadores la optimización y ampliación del tratamiento de aguas utilizando el coagulante natural como una opción ambiental. Los autores apoyan la idea de irte de los coagulantes que son más económicos son de bajo costo y a la vez eficientes en el tratamiento de aguas residuales para todas las industrias, primeramente, extraen los parámetros actuales de los coagulantes vegetales y las condiciones recientes de tratamiento de efluentes para los diversos coagulantes. Los investigadores o profesionales de la industria a futuro optimizarán y ampliarán los tratamientos de aguas residuales más accesibles con el ambiente empleando coagulantes naturales.

**Benalia et al. (2021)** se planteó el objetivo de realizar un análisis del espectro infrarrojo revelando la presencia de grupos funcionales, este estudio presenta una metodología logrando presentar dos maneras distintas su coagulante (polvo y líquido) para ambas presentaciones obtuvieron el resultado de disminuir la turbidez y pH en el rango de 28% a 87%. Por ello, se verificó que el coagulante

en polvo y líquido no influenció significativamente en los parámetros considerados como, pH, alcalinidad y dureza. Finalmente, este estudio da como resultado que los coagulantes lograron eliminar la turbidez con éxito un 53,53% y del 88,23% en un pH óptimo de 6.

**Burhanuddin et al. (2022)** toma como nuevo agente al bagazo de la caña de azúcar para extraer su contenido para convertirlo en coagulante natural para el tratado de las aguas residuales con el objetivo de analizar cuál será el proceso de extracción para poder optimizar el coagulante activo del bagazo para la eliminación de turbidez, una vez realizado de manera experimental se obtiene como resultado que el bagazo contiene alto polisacárido que conlleva beneficios como coagulante junto con la hemicelulosa y la lignina. Para poder extraer para la degradación hemicelulosa y la lignina se emplearon 2 disolventes diferentes (NaOH y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) al 2% y 10% en diferente T° (60°C a 180°C) dentro del rango de hora 0.5h a 3h. Finalmente, este coagulante natural de bagazo removi6 los ST hasta un 94,9% en condiciones aceptables.

**Jagaba et al. (2020)** realizó un artículo acerca del empleo de coagulantes naturales y el alumbre para la remoción de contaminantes de los efluentes de plantas extractoras, teniendo como objetivo establecer una dosis de calidad como coagulante para eliminar de las aguas contaminadas. Se estableció la metodología donde se estudiará los términos de porcentaje inicial en: pH, tiempo de sedimentación, velocidad, duración de mezclado veloz o fallan. En la obtención de resultados se verificó que la dosis adecuada de moringa oleífera, sulfato de aluminio, quitosano y zeolita fue de 1000, 2000, 4000, 400 y 1000 mg/L. Donde se llegaron a examinar a través de varianza unidireccional (ANOVA de una vía) que encuentran los valores P para probar los contaminantes en varios coagulantes y su dosis fue <0,05. Finalmente, en este estudio principalmente hubo una hipótesis que debería quedar nula ya que si indica que hay una mejora significativa.

Los coagulantes naturales son perfectos para tratamientos de aguas residuales, asimismo no impactamos a la naturaleza utilizando químicos que dañan o contaminan, por ello **Kristianto et al. (2022)** en su artículo, Un análisis cinético de adsorción isoterma y termodinámico del tinte, la coagulación que utilizó fue

extracto de crudo de *Leucaena* como coagulante natural siendo así un mecanismo natural para neutralizar así la carga de adsorción durante el aumento del floculo. Los investigadores plantearon la utilización de Isotermas de adsorción entre ellas Langmuir y Freundlinch, a su vez modelos cinéticos. Finalmente, se dieron resultados de temperatura de coagulación e interacción con el rojo Congo fue significativa para poder lograr eliminar el tinte, se empleó el modelo cinético Pseudo Segundo para poder realizar la sedimentación, la transformación de la coagulación continuó con la isoterma Langmuir y se formó una monocapa de quimisorción sobre los coagulantes siendo un estudio termodinámico proyecta que el coagulante fue endotérmica y espontánea.

### **Teorías relacionadas al tema.**

**Los Coagulantes**, son una masa homogénea que se obtiene de las plantas o vegetales, son biodegradables y orgánicos logrando eficazmente el tratado de las aguas residuales (Budi et al. 2022). Usualmente este suceso se da para alterar las partículas a través de los coagulantes, desarrollando o formando los llamados floculos (Bernalia et al. 2021). Se usan para: remover la turbidez, eliminar la materia orgánica e inorgánica, eliminación de bacterias, virus y organismos patógenos para que sean separados a través de la coagulación y remover el color aparente.

**Coagulantes naturales**, cumplen la función de poder “coagular” o formar floculos haciendo así más fácil la limpieza de las aguas contaminadas, teniendo en cuenta que los coagulantes naturales utilizan una cantidad extra a comparación de los coagulantes químicos. Los coagulantes naturales podrían ordenarse por agente coagulante activo, como proteínas, almidón, polisacáridos y polifenoles, obteniendo aislar a las semillas, frutos, hojas, etc.; como también a su vez microorganismos (Kristianto et al. 2022). Siendo necesario abarcar los problemas de los coagulantes químicos por las preocupaciones ambientales, los colaboradores de investigación demostraran la eficiencia e interés de implementar un coagulante natural ecológico procedentes de plantas o vegetales para su sustitución (Ibrahim et al. 2021).

**Obtención del coagulante. Características del Yacón (*Smallanthus Sonchifolius*)**, es originaria de una planta herbácea de la familia Asteraceae,

propio de la región de América del Sur, se puede encontrar fácilmente por ser un alimento fundamental (Lancetti et al. 2020). Este tubérculo es dulce y rico en carbohidratos, a pesar de ser un carbohidrato y contener almidón como otros tubérculos, este contiene oligosacáridos (Gangta et al. 2023). Es un material cómodo y que se encuentra de manera significativa para una producción de tratamiento microbiano (Zhao et al. 2022). Gracias a que este tubérculo se obtiene fructooligosacáridos siendo una buena alternativa de solución como tratamiento de aguas residuales gracias a que contiene almidones que aportaría a la floculación (Marques et al. 2021). El yacón es una raíz andina nativa donde se puede encontrar FOS en concentraciones altas, considerando una importante fuente de limpieza (Laureano et al. 2022). En la siguiente tabla 1 se muestra la taxonomía del Yacón.

**TABLA 1. Taxonomía del *Smallanthus Sonchifolius***

<b>TAXONOMÍA</b>	
<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<i>Smallanthus sonchifolius</i>
<b>DIVISIÓN</b>	Magnoliophyta
<b>CLASE</b>	Magnoliopsida
<b>ORDEN</b>	Asterales
<b>FAMILIA</b>	Compositae
<b>GENERO</b>	<i>Smallanthus</i>
<b>ESPECIE</b>	<i>Sonchifolius</i>

Fuente: Valero, 2017.

**FIGURA 1. Características del *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón)**



Fuente: Propia.

**Coagulación y tipos de coagulantes. *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón):** Es una planta de crecimiento en temporada cálida, su utilización es fundamental para tratamientos tecnológicos, entre ellos para la buena preservación del fruto es el secado posteriormente se reserva en una zona seca para su uso hasta 1 año como máximo (Gangta et al. 2023). Es un tubérculo que se puede cultivar en diversos suelos con condiciones climáticas de 3500 msnm y con un crecimiento de 2 metros de altura, dando como resultado más de 20 dulces y grandes frutos (Gangta et al. 2023). Se dispone de raíces de *Smallanthus Sonchifolius* originalmente de Latinoamérica, ubicado específicamente en toda América del Sur (Marques et al. 2021). El yacón acumula numerosa suma de glúcidos, especialmente oligofruktosas y frútanos (Zhao et al. 2022). Este tubérculo tiene la forma de una raíz, pero sin embargo su textura es como la de una manzana o pera, siendo así una fruta almidonada de diferente forma (Duarte et al. 2020).

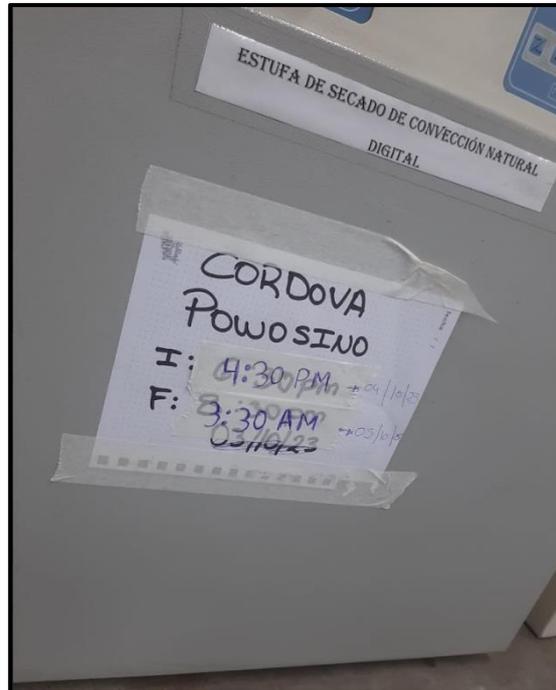
**FIGURA 2. Coagulante de *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón)**



Fuente: Propia.

**Secado:** El secado es una acción realizada con el propósito de poder obtener una muestra sólida seca con menos porcentaje de agua o algún otro factor que necesitará disminuir sus componentes (Lasteros & Mejia, 2020). Dicha acción hace referencia que el tiempo de secado en horno es más factible que el tiempo de secado al sol, por lo tanto, la velocidad de secado es más constante y mejor ejecutada (Raaf et al., 2022). Los elementos sometidos al calor de un secado por convección, ya sea frutas o verduras, son más propensas a encogerse y no guardar su misma fisiología (Yang et al., 2021).

**FIGURA 3. Secado convencional**



Fuente: Propia.

**Tamaño de particulado:** Se da para un mejor logro de obtención de formulaciones líquida y sólidas donde se tiene un óptimo resultado en cuanto al tamaño de partículas deseada, para ello, se utiliza los tamizadores de diferentes milímetros (mm) como 0.8; 2.5; 50, 60, 80, etc. (Lasteros & Mejia, 2020). Las partículas que se obtienen intervienen en las formaciones o propiedades del flóculo, los flóculos generados por estas partículas tienen una dimensión fractal menor a una resistencia y recuperación mayor que los flóculos generados por el tamaño de partículas (Yu et al., 2022).

**Caracterización del coagulante. Pruebas de jarras.** Es un método o estudio de prueba que siempre podremos encontrar en laboratorio para establecer la calidad de las aguas, el proceso por el que se pasa (coagulación y floculación) se deberá tener la dosis de coagulante que se aplicará, para ello deberá utilizar la prueba de jarras (Gong et al. 2022). Este procedimiento confirma las diferentes dosis de coagulantes que se emplea en cada muestra que se utilice, probando velocidades a baja escala de tratamiento,

estas pruebas de jarras logran realizar la simulación de coagulación y floculación, eliminando los sólidos suspendidos, materia Orgánica y turbidez (Saxena & Brighu. 2023). La prueba de jarras contiene 6 vasos de 1 litro, con el fin de poder remover en mayor cantidad las muestras, tiene un medidor de revoluciones por minuto (RPM) manteniendo uniforme la velocidad de mezclado (Jabin et al. 2023).

**Condiciones de operación. Efecto de dosis:** Es la cantidad requerida y/o necesaria para la posible remoción de la casi totalidad de la turbidez de agua o muestra contaminada (Guzmán et al., 2013). Logrando dar con la exactitud la dosis de mg/l según el tiempo de sedimentación, turbidez, sólidos suspendidos, entre otros (Khander, Mirghaffari & Thamer, 2018). Una buena técnica para poder considerar una dosis exacta de coagulante requerido es optimizar las características del flóculo y así poder precisar la dosis deseada para cada prueba o análisis de tratamiento d agua (Khedhera et al., 2023).

#### **Eliminación demanda de oxígeno. Parámetros Fisicoquímicos.**

**Demanda bioquímica de Oxígeno:** Comprende o representa la cantidad de oxígeno disuelto que los organismos ingieren cuando la materia orgánica se desprende del agua (Zahmatkesh et al. 2023). La DBO es una muestra que analiza el efecto de la materia en descomposición, poniendo a prueba cuanto oxígeno se tiene que dar para que las bacterias puedan descomponer la materia orgánica, también es un indicador fundamental para cuantificar contaminación de aguas residuales (Katun et al., 2020).

**Aguas residuales de PTAR,** son identificadas como una vía fundamental e importante para las fuentes de compuestos químicos al ambiente, en su mayoría estos efluentes ingresan al sistema de aguas residuales y culminan en los cuerpos receptores, previamente tratados (Kosek et al. 2020). La PTAR son bases en la que se descartan o eliminan los elementos contaminantes de las aguas de desagües, a través de etapas físicas, químicas y biológicas; con el fin de que estas aguas obtengan una buena calidad para que sea finalmente descargada en ríos y quebradas (Lester et al. 2023). Todo efluente como las aguas negras o grises son direccionadas a un lugar

en donde serán tratadas, esta se daría con las tuberías de alcantarillado (Mark et al. 2023). Los tratamientos que realizan a estas aguas residuales se le aplican tecnologías conocidas con el fin de restablecer la calidad, el objetivo que siempre se va querer plantear para todo tratamiento es la remoción o eliminación de sólidos, grasas, color, olor, turbidez y otros materiales sedimentables, así logramos que sean reutilizadas en otras actividades (Terkula et al. 2021). La PTAR simboliza una favorable razón en la normativa circular, por otro lado, se puede decir que la planta de tratamiento no solo es usable para tratados, sino también brinda acceso a otros recursos importantes como agua y energía (Hernández et al. 2023). Finalmente, sería importante poder sensibilizar a la población acerca del uso y manipulación de sustancias químicas y cuál sería la manera correcta de desecharlas (Kosek et al. 2020).

**FIGURA 4. Aguas residuales de PTAR**



Fuente: Propia.

**Características de las aguas residuales**, son el global de los sólidos, haciendo referencia de forma general la materia en suspensión, materia sedimentable, coloidal y disuelta, asimismo otra de las características que conocemos son el olor, color, temperatura, densidad y turbiedad (Pasalari et al. 2023). Se define a cualquier desarrollo o cambio químico, físico o biológico que logra depurar la situación de los efluentes por intermedio de los sucesos como coagulación y floculación (Kosnar et al. 2023). La cantidad de aguas residuales en el comienzo del ingreso a la planta de tratamiento variará en la calidad ya que usualmente reducen la actividad del tratamiento, PTAR no puede realizar descargas a los efluentes receptores si el DBO está por encima del límite permitido debido a que puede dañar al ecosistema (Andreides et al. 2022). Los estudios de las características de las aguas residuales y su limitación de contaminantes logran fácilmente la comprensión del efluente, favoreciendo la mejora del PTAR (Wang et al. 2020). Evaluar cuáles serán los parámetros de entrada beneficiará a la PTAR, debido a que la dosis física o química tendrá una fuerza de aireación y así finalmente se podrá obtener mejores beneficios, por otro lado, la información exacta brindada sobre las características es fundamental para un óptimo trabajo en la PTAR (Andreides et al. 2022).

**FIGURA 5. Características de las aguas residuales**



Fuente: Propia

### III. METODOLOGÍA

En el estudio se usó y baso en la metodología de los autores Shabanizadeh y Taghavijeloydar (2023), la metodología que usaron fue el RSM (Calidad) con CCD (Fotones) para poder optimizar el rendimiento de las semillas de granada. Se aplicó para optimizar el rendimiento del *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) por ser un coagulante natural novedoso para realizar el tratamiento del agua residual de PTAR. Se realizaron pruebas haciendo uso del *Smallanthus Sonchifolius* en harina y también se usó esta harina en combinación con NaCl (cloruro de sodio) preparando así una solución madre donde se realizaron estimaciones del radio unipersonal e interactivo sobre los parámetros que son primordiales de los coagulantes, tanto como del pH y de los tiempos de sedimentación en el proceso. Para lograr presentar finalmente las condiciones optimizadas para lograr obtener la eficacia para la eliminación de la turbidez del DBO.

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

El trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo, por haberse recolectado muestras de aguas residuales de PTAR, con el objetivo de demostrar que el coagulante natural el *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) van a poder disminuir los sólidos suspendidos en aguas residuales de PTAR. Según las hipótesis planteadas mediante mediciones numéricas y realizando la aplicación de estadísticas para dar conclusiones del trabajo de investigación.

La investigación es de tipo explicativo, analítico y aplicada porque se va a demostrar que ocurre un fenómeno al adicionar un coagulante natural el *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) a las muestras de agua residual de PTAR y porque se busca el desarrollo del conocimiento para la solución a problemas prácticos.

El diseño de la investigación es de forma experimental, debido a que se somete a un objeto a condiciones, estímulos o tratamientos para lograr estimar las reacciones y los efectos. Asimismo, en la investigación se manipula la variable independiente (Coagulante Natural) para obtener efectos sobre la variable dependiente (Eliminación de demanda química de oxígeno). La variable

independiente no se manipula porque esta evaluara los efectos sobre las manipulaciones de la variable independiente.

Para lograr determinar la capacidad de la clarificación del coagulante natural que será extraído del *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) que permitirá la purificación del agua residual de PTAR para ver el poder de purificación del coagulante natural. Los resultados de la investigación que se obtuvieron de forma experimental se analizaron y se discutirá haciendo uso del BOX-BEHNKEN de 3 factores de operación y con 3 niveles de códigos, evaluando las mejores condiciones de operación.

**TABLA 2. Diseño de factores de operación**

FACTORES DE OPERACIONES	UNIDAD	SIMBOLO	CODIGOS DE NIVELES		
			-1	0	+1
pH	Unidad de pH	X1	2	7	12
Tiempo de floculación	Minutos	X2	15	30	45
Dosis	mg del polvo / litro	X3	1000	3000	5000

Fuente: Elaboración propia.

Los factores de operación se trabajó 3 pH, 3 tiempos de floculación y 3 dosis se trabajarán con el coagulante natural *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) que se realizó 15 corridas de análisis triplicado.

**TABLA 3. Diseño Box-Behnken**

	pH (X <sub>1</sub> )	Tiempo de floculación (X <sub>2</sub> )	Dosis (X <sub>3</sub> )
<b>1</b>	2	15	3000
<b>2</b>	12	15	3000
<b>3</b>	2	45	3000
<b>4</b>	12	45	3000
<b>5</b>	2	30	1000
<b>6</b>	12	30	1000
<b>7</b>	2	30	5000
<b>8</b>	12	30	5000

<b>9</b>	7	15	1000
<b>10</b>	7	45	1000
<b>11</b>	7	15	5000
<b>12</b>	7	45	5000
<b>13</b>	7	30	3000
<b>14</b>	7	30	3000
<b>15</b>	7	30	3000

Fuente: Elaboración propia.

Los factores de operación se trabajó 3 pH, 3 tiempos de floculación y 3 dosis se trabajarán con el coagulante natural *Smilax Sonchifolius* (Yacón) que se realizó 15 corridas de análisis triplicado.

**TABLA 3. Diseño Box-Behnken**

	<b>pH (X<sub>1</sub>)</b>	<b>Tiempo de floculación (X<sub>2</sub>)</b>	<b>Dosis (X<sub>3</sub>)</b>
<b>1</b>	2	15	3000
<b>2</b>	12	15	3000
<b>3</b>	2	45	3000
<b>4</b>	12	45	3000
<b>5</b>	2	30	1000
<b>6</b>	12	30	1000
<b>7</b>	2	30	5000
<b>8</b>	12	30	5000
<b>9</b>	7	15	1000
<b>10</b>	7	45	1000
<b>11</b>	7	15	5000
<b>12</b>	7	45	5000
<b>13</b>	7	30	3000
<b>14</b>	7	30	3000
<b>15</b>	7	30	3000

Fuente: Elaboración propia.

## **3.2 Variables y operacionalización**

### **3.2.1 Variables estudiadas**

El presente trabajo de investigación de obtuvieron 2 variables del estudio que son:

a) Variable independiente

VI: Uso de coagulante natural *Smallanthus sonchifolius* (Yacón).

b) Variable dependiente

VD: Eliminación de demanda de oxígeno.

### **3.2.2 Operacionalización de variables**

En la Operacionalización de variables se realizó las definiciones conceptuales y operacionales de las variables porque ayuda al investigador a poder identificar aspectos perceptibles de un evento según se aprecia en la tabla 3 de la matriz de operacionalización de variables y en el anexo 1 se puede visualizar la matriz de categorización donde se ve conceptos de operaciones de las variables y entre otros planteamientos.

## **3.3 Población, muestra, muestreo, análisis**

Para obtener la población se consideró criterios de inclusión porque los elementos son el agua residual de PTAR de San Juan de Miraflores de SEDAPAL ubicado en la Av. Pedro Miotta con referencia al parque Zonal Huayna Cápac ubicado en el distrito de San Juan de Miraflores, lo cual trata agua residual domesticas que comprende zonas del distrito de Villa el Salvador y de San Juan de Miraflores. La planta de tratamiento está diseñada para trata un caudal de 800 lt/s con una carga orgánica de 250 mg/lt, de sólidos suspendidos de 250 mg/lt, coliformes fecales de  $10^7$ . En la actualidad la planta trabaja a la mitad de su diseño con un caudal de 400 lt/s (Sedapal. 2021). La materia prima del coagulante natural *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) usada en este presente estudio se obtuvieron en el mercado mayorista de frutas ubicado en el distrito de la Victoria.

Se seleccionó 1 punto de muestreo según el criterio del investigador, por lo que se recolectó 100 L de muestra con lo que se realizó el tratamiento y los análisis de laboratorio posteriormente.

Las muestras se recolectaron en galoneras de 20 L en horarios de las 16:00 a 18:00 horas de un determinado día. Después las muestras recolectadas se distribuyeron en pomos de 3L debidamente esterilizados se trasladaron a un congelador donde se congelaron las muestras y se almacenaron a temperatura de 4 °C para evitar la degradación de la muestra por la actividad biológica hasta que se realizó el análisis.

En cuanto se obtuvo la materia prima del coagulante natural fue a criterio del investigador, el *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) se compró en un solo lugar, el fruto se ha adquirido en diferentes tamaños y en buen estado, la cantidad que se compró fue de 50 Kg.

Con respecto a la unidad de análisis la caracterización de las muestras de agua residual de PTAR se realizó antes y después del tratamiento donde se determinará realizando análisis cuantitativos en un laboratorio donde se midieron los parámetros de la temperatura, pH, conductividad, color, turbidez, sólido suspendido total (TSS), sólidos totales (TS), sólidos totales en suspensión (TSS), demanda biológica de oxígeno (DBO), oxígeno disuelto y conductividad.

**TABLA 4. Caracterización de las muestras de agua**

<b>PARAMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>
Temperatura	°C
pH	Unidad del pH
Color	Pt/co
Turbiedad	UNT
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L
Sólidos Totales (TS)	mg/L
Sólidos totales en suspensión (TSS)	mg/L

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	mg/L
Oxígeno Disuelto	mg/L
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$
<sup>a</sup> DE: Desviación estándar (n=3.65).	

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos

El presente trabajo de investigación se usaron las fichas de registro, que se enviara solicitud de validación de los instrumentos sobre el recojo de la información según se muestra en el anexo 2. La técnica observacional por ser un diseño experimental donde los investigadores han controlado la recolección de muestra de agua y manipular los coagulantes naturales para examinar los cambios que se muestran en el agua residual de PTAR después del tratamiento con los coagulantes naturales en diversas dosis.

La técnica observacional se empleó para poder identificar el proceso del coagulante natural *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) si cumple con la eliminación de oxígeno en las muestras de las aguas residuales de PTAR. Las fichas usadas para el registro para la recolección de datos de los análisis de las aguas residuales de la PTAR son las siguiente:

- Ficha recolección de dato (Coagulante natural). (Anexo 3)
- Ficha de recolección del agua residual de PTAR (Ramiro Priale). (Anexo 4)
- Fichas de análisis fisicoquímico del agua residual del PTAR. (Anexo 5)

La validez de todos los datos se muestra en la tabla 5, donde se muestra los equipos usados en la metodología que se va a emplear.

Con respecto a la confiabilidad de los datos serán la calibración de los equipos que ayudaron a obtener los datos, se realizaran antes de realizar cualquier medición en el proceso, se calibrara todos los equipos antes de dar inicio a las

mediciones y para poder asegurar que las mediciones son correctas se volverán a realizar para poder acreditar los datos obtenidos. (certificados de los equipos se visualizarán en los anexos)

#### 3.4.1. Validación de equipos

En este punto se podrá apreciar la validez de los equipos utilizados en el trabajo de investigación como se muestra en la tabla 5.

**TABLA 5. Validez de los equipos utilizados**

NOMBRE	MODELO / SERIE	FUNCION	IMAGEN
Ph-metro	HANNA / HI 8424 (Italia)	Método 4500-H+, realiza la medición del pH donde se determina la acción de los iones de hidrógeno por medio de la medición potenciométrica empleando un electrodo de hidrógeno estandarizado y empleando un electrodo, metodología.	
Turbidímetro	HANNA / LP200011 (Italia)	Método 2130 se apoya en la comparación de intensidad de luz dispersa estado simple que se define por la intensidad de la luz dispersada a causa de la suspensión de las referencias estándares en sus mismas condiciones.	
Colorímetro	HANNA / DR890 (Italia)	Método 5220, indica el tipo de materias orgánicas se oxidan por medio de una mezcla hirviendo de ácidos crómicos y sulfúricos. El reflujo en soluciones fuertemente ácidas con excesos también conocidas como dicromato de potasio.	

Conductímetro

BASIC /  
D7012292

Método 2510, mide la capacidad de soluciones acuosas para poder transportar electricidad. La presencia de iones depende de la concentración total de la valencia de la movilidad y por último de la temperatura de las mediciones.



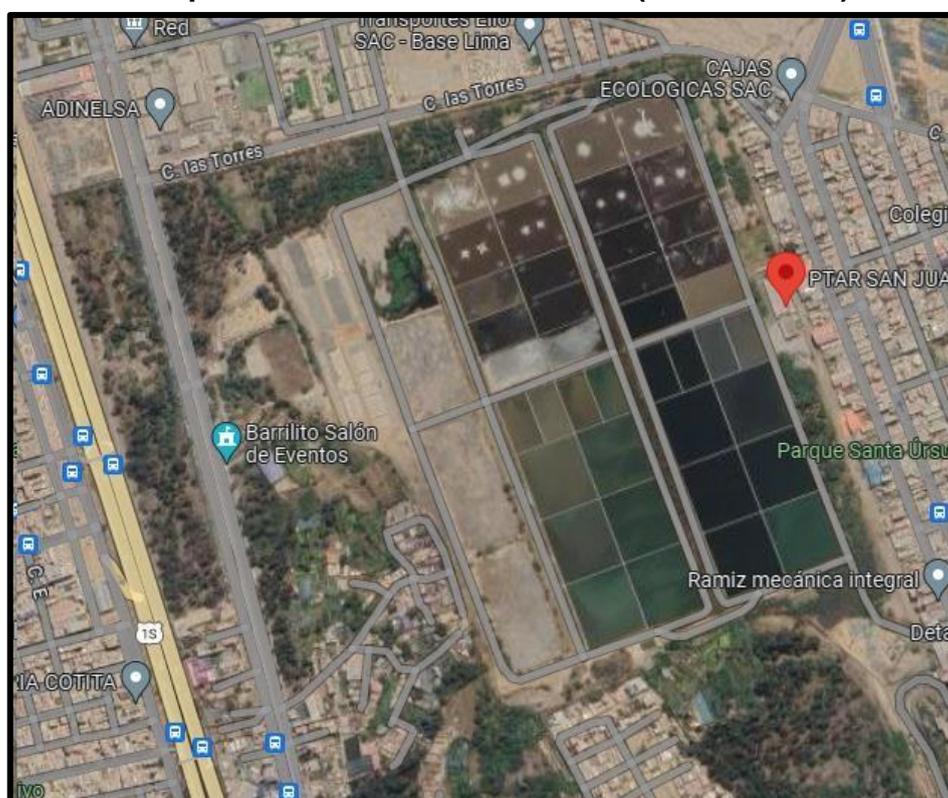
Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5 Procedimientos

#### 3.5.1 Toma de muestras del agua residual de PTAR

Se obtuvo las muestras del agua residual de PTAR de San Juan de Miraflores de SEDAPAL del departamento de Lima, Perú como se visualiza en la figura 6. Para obtener las muestras de agua se envió una carta a los señores de SEDAPAL – TARJEA (Anexo 9) solicitando nos puedan brindar muestras del agua residual de la PTAR. Las muestras de aguas se recolecto en bidones de 20 L en horario de las 16:00 a 18:00 horas de un día determinado. Después las muestras que se han recolectado se distribuyeron en botellas de plástico de 3L debidamente esterilizados que se trasladaron posteriormente a una congeladora, donde se llevó a almacenar a temperatura de 4 °C para evitar la degradación de la muestra por la actividad biológica hasta que se realizó los análisis. Los coagulantes se usarán con las dosis más óptimas desde 1000 mg/L, 3000 mg/L y 5000 ml/L con las condiciones de pH de 2, 7 y 12.

**FIGURA 6. Mapa de la ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Sedapal – San Juan De Miraflores (Pedro Miotta).**



Fuente: Google Maps. (2023)

### 3.5.2 Preparación de *Smallanthus sonchifolius* (Yacón)

Obtención de *Smallanthus sonchifolius* (Yacón) del presente estudio en el mercado mayorista de frutas N°2 ubicado en el distrito de la Victoria del departamento de Lima, Perú. Como se puede apreciar en las siguientes imágenes de mapa ubicación, frontis del mercado mayoristas según se aprecia en las figuras 7 y 8.

**FIGURA 7. Mapa de la ubicación del mercado mayorista de fruta N°2, La Victoria**



Fuente: Google Maps. (2023)

**FIGURA 8. Frontis del mercado mayorista de fruta N°2, La Victoria**



Fuente: Propia

### **Preparación para obtener la harina de *Smallanthus sonchifolius* (Yacón)**

Para obtener el polvo del *Smallanthus sonchifolius* (Yacón) se basó en la metodología de Chananizadeh y Taghavijeloudar (2023). Por lo que se siguió el procedimiento realizando algunos ajustes al *Smallanthus sonchifolius* (Yacón), se lavó, se realizó el pelado, se remojo en agua destilada, se cortó en laminas delgadas, se procedió a lavar con agua destilada para eliminar impurezas del coagulante natural, se realizó un pre secado con papel toalla, se colocó el fruto cortado en laminas y seco en bandejas de aluminio para colocar en el horno, el horno previamente se ha calentado por 10 minutos a 72 °C para poder colocar las bandejas de aluminio, se dejó secar el *Smallanthus sonchifolius* (Yacón) a 72°C por 5 horas, pasado ya el tiempo se retira el *Smallanthus sonchifolius* (Yacón) ya deshidratado en platos de aluminio que se colocó posteriormente en el desecador por 30 minutos, posterior a ello se procedió a embolsar el *Smallanthus sonchifolius* (Yacón) deshidratado en bolsitas de cierre hermético, se trituro el *Smallanthus sonchifolius* (Yacón) deshidratado en una licuadora de uso doméstico debidamente desinfectado y lavado con agua destilada. Se

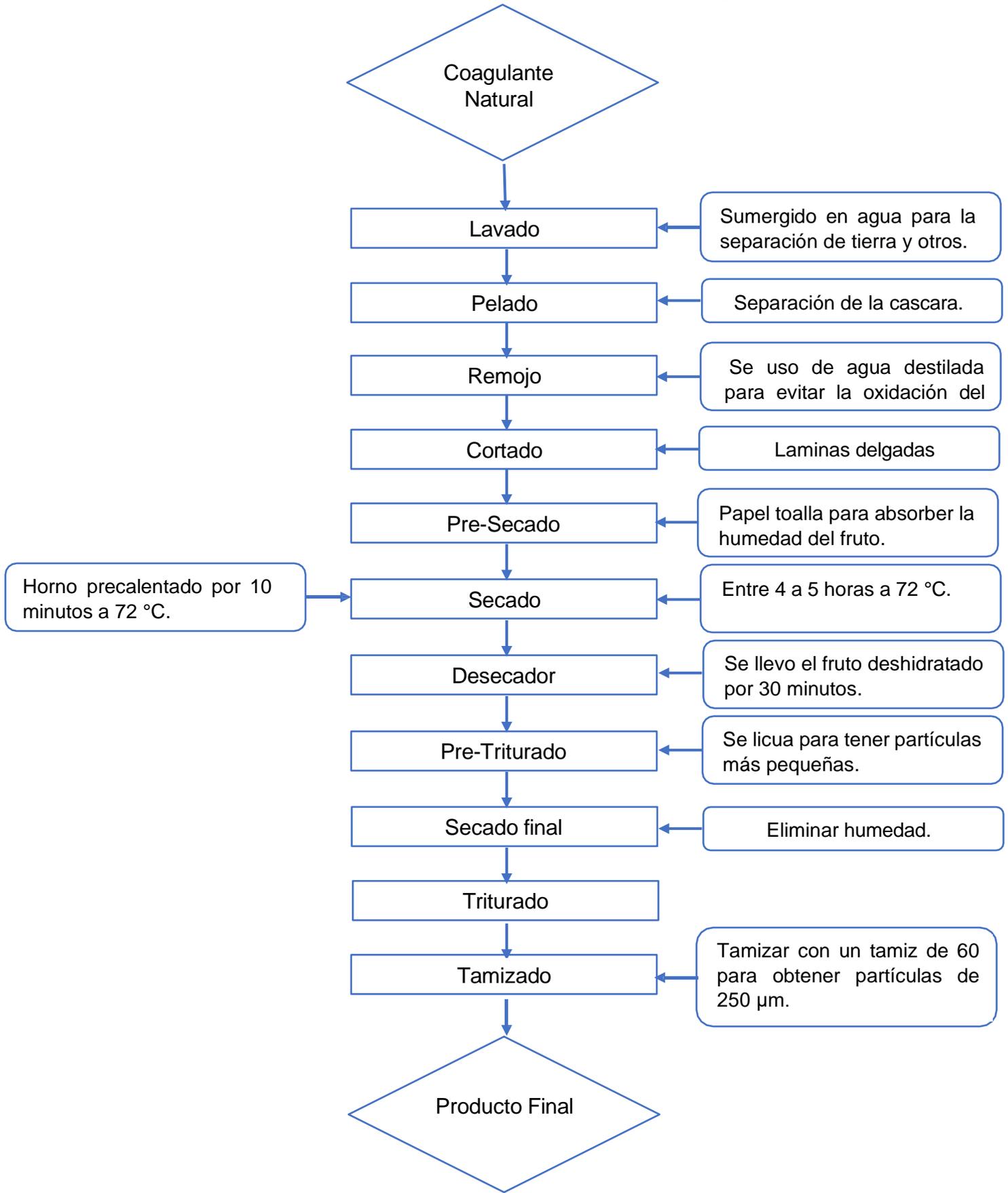
realizó un secado final por 2 horas, se dejó en el desecador, seguidamente se pasó por un tamiz con malla de 60 para que las partículas sean menores a 250  $\mu\text{m}$  (según se muestra en la figura 9), se pesó, embolsó y se reservó para su posterior uso. En el diagrama 1 y 2 se puede visualizar el proceso que se llevó a cabo para obtener la harina de *Smallanthus sonchifolius* (yacón).

**FIGURA 9. Harina de *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón)**



Fuente: Propia

**DIAGRAMA 1. Proceso de obtención de la harina del coagulante natural**



Fuente: Propia.

### 3.5.3. Preparación de la solución madre

Para la preparación de la solución madre se usó 5 g del polvo del *Smallanthus sonchifolius* (Yacón) realizando un mezclado en 100 ml de NaCl, 1 M (58.44 g/mol) que se agito por 15 minutos, esta solución se agito en el agitador magnético a 300 rpm por 15 minutos. Luego la mezcla se filtró con una tela de muselina (se esterilizo para ser usada) y se recolecto lo filtrado en unos frascos de poliuretano de 1L que se almaceno a 4 °C para su posterior uso como se muestra en el diagrama 3 del proceso de elaboración de la solución madre.

### 3.5.3. Procedimiento experimental de coagulación prueba de jarras

Para realizar la prueba se utilizó un equipo floculador para realizar los experimentos de la coagulación. Se usaron vasos precipitados de la capacidad de 1 L con una temperatura de 25° C (Ambiente). En cada vaso precipitado se llenó 1 L de las muestras de aguas residuales de PTAR con un pH de inicio ajustado diferentes y de dosis del coagulante según se mostró en el diseño experimental. Se trabajó las aguas residuales de PTAR con harina del *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) y también se trabajó o con la solución madre que contiene la concentración de NaCl con el *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón).

Primero se trabajó adicionando la harina del *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) con diferentes dosis y concentraciones del agua residual de PTAR, las muestras se mezclaron durante 1 minuto agitado a 250 rpm. Luego se realizó una agitación lenta de 60 rpm durante 15, 30 y 45 minutos. Las soluciones de la muestra se dejaron en reposo por 60 minutos para poder apreciar los procesos de sedimentación, coagulación y floculación. Para obtener la evaluación del efecto del tiempo, se realizó la toma de muestras después de 15 minutos teniendo una profundidad de 2 cm aproximadamente para lograr puntualizar las concentraciones del DBO en conjunto con los valores de la turbidez y según la tabla de caracterización del agua. Cada experimento se realizó 3 repeticiones para obtener resultados verídicos y más precisos.

La efectividad de la remoción de DBO y turbidez se determina usando las siguientes ecuaciones denominadas ecuación 1 y ecuación 2:

Ecuación 1:

$$\text{Eliminación de DBO (\%)} = \frac{COD_{inicial} - COD_{final}}{COD_{inicial}} * 100$$

Donde  $COD_{inicial}$  y  $COD_{final}$  (mg/L) serán los valores luego del tratamiento de coagulación en el tiempo correspondiente.

Ecuación 2:

$$\text{Eliminación de turbidez (\%)} = \frac{TUR_{inicial} - TUR_{final}}{TUR_{inicial}} * 100$$

$TUR_{inicial}$  y  $TUR_{final}$  (NTU) estos valores corresponden a la turbidez de un antes y después del tratamiento del agua residual de PTAR según correspondió.

Al realizar el estudio se consideró para el tiempo de coagulación 1 minutos a 250 rpm, para la floculación se realizó con tiempos de 15, 30 y 45 minutos y con el tiempo de sedimentación por 60 minutos, luego de haber realizado el proceso se midieron los parámetros para caracterizar el agua después del tratamiento.

### 3.5.5 Preparación de las muestras para la corrida experimental

Se tomó 1 L de las aguas residuales de PTAR como muestra bajo prueba de vasos precipitados con capacidad de 1 L, donde se agregaron las diferentes cantidades de las dosis del coagulante natural *Smallanthus sonchifolius* (Yacón) en harina y la solución madre por separado, que se obtuvo para el manejo experimental haciendo usos de las pruebas de los frascos. (Saritha et al. 2019)

### 3.5.6 Optimización de dosis de los coagulantes

Se introdujo de forma individual la harina y la solución madre del coagulante natural *Smallanthus sonchifolius* (Yacón) de forma individual. La optimización de la dosis de los coagulantes se efectuó de la siguiente forma:

El objetivo de esta prueba fue evaluar las dosis óptimas del coagulante natural *Smilax sonchifolius* (Yacón), que tuvo mayor eficiencia para optimizar el tratamiento de las aguas residuales de PTAR, teniendo inicialmente la dosis del coagulante natural (*Smilax sonchifolius* (Yacón)) se tomó como dosis de la harina del coagulante natural 1000 mg/L, 3000 mg/L y 5000 mg/L. De la solución madre las dosis fueron de 1000 ml, 3000 ml y 5000 ml.

### 3.5.7 Propiedades fisicoquímicas

El análisis de las propiedades fisicoquímicas de las muestras de agua residual de PTAR, se realizó la caracterización de las aguas residuales un antes y un después del tratamiento del agua residual de PTAR, haciendo uso de la metodología del método estándar nacional de calidad ambiental para el agua para el uso de riego.

La temperatura y el pH se realizó la medición haciendo uso de un pHmetro (HANNA), la turbidez y el color aparente se realizó las mediciones usando un equipo colorímetro (HACH) DR/890 colorimeter, para la medición del oxígeno disuelto se usó el oxímetro (HANNA) HI 9146 dissolved oxygen meter, para realizar las combinaciones de forma homogénea se usó el agitador magnético que su uso (PESACON), para la medición de la conductividad y los sólidos disueltos totales se usó el conductímetro OAKTON, para los sólidos disueltos totales (TDS) se realizó haciendo uso de una máquina de filtración al vacío con filtro de vidrio de 1  $\mu\text{m}$  que se secó posteriormente a 103 a 105 °C (Vega. Et al. 2021)

El DBO<sub>5</sub> (Demanda bioquímica de oxígeno) se midió por medio de la normativa mexicana que establece el método de análisis para la determinación del DBO<sub>5</sub> en aguas residuales esta prueba consistió en realizar la estimación de la cantidad de oxígeno que necesita una determinada población microbiana heterogénea para poder oxidar la materia orgánica por un periodo de 5 días.

### 3.6. Método de análisis de datos

Los parámetros fisicoquímicos antes y después de la coagulación del agua se analizarán haciendo uso de los métodos estándar proporcionados por APHA

2015. Todos los análisis se realizaron por triplicado para evitar errores. (Saritha et al. 2019)

Los datos obtenidos después del tratamiento con el *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) se compararon con el programa SPSS de una vía y prueba de Tukey de comparación múltiple post hoc. (Vega et al. 2021)

### 3.6.1. Caracterización del Coagulante *Smallanthus Sonchifolius*.

La preparación para esta caracterización, consto en disolver 100 ml. De agua destilada con 5gr. De Yacón en harina, agitándolo a 350 RPM y posteriormente dejándolo reposar. Se tomaron los datos del coagulante del yacón obteniendo los siguientes resultados:

- Conductividad: 1216 uS
- Color: sobre pasa el límite de 550 Pl. Co.
- Oxígeno: 6,28 ppm
- Turbidez: 1036 FAU
- pH: 5,72

### 3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación se ha basado en las siguientes consideraciones que son de suma importancia para un investigador.

**El Académico:** La información utilizada en la investigación será utilizada con fines académicos con lo cual la información será revisada en información bibliográfica.

**La Confiabilidad:** Los autores obtuvieron información mediante artículos de fuentes confiables, por ende, tendrá un trato confidencial y con fines académicos no se deberá de hacer un uso indebido de la información, ni para un uso personal de cada investigador o autor.

**La Veracidad:** Para obtener la consecución de los resultados se tendrá como anterioridad la verdad y la confiabilidad siguiendo los principios básicos para realizar una investigación válida.

**La Originalidad:** Según la normativa establecida por la Universidad Privada CÉSAR VALLEJO de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental, las fuentes o referencias bibliográficas se citarán según la norma ISO con el fin de evitar el plagio en el presente proyecto de investigación.

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1. Obtención del coagulante natural

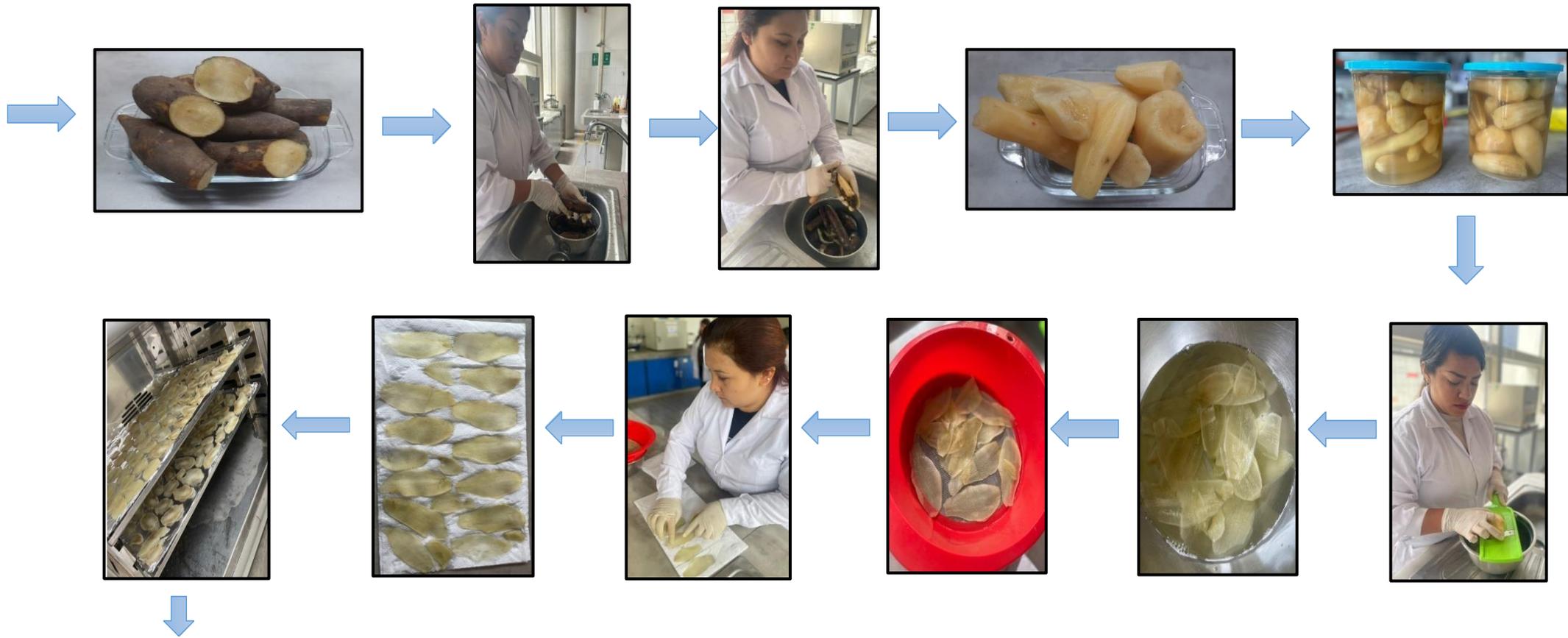
Para la obtención de la harina coagulante natural *Smilax sp.* (Yacón) se utilizaron 50 Kilos, ya pasado por el proceso de deshidratado se obtuvo 1.300 kg de harina. (Figura 10)

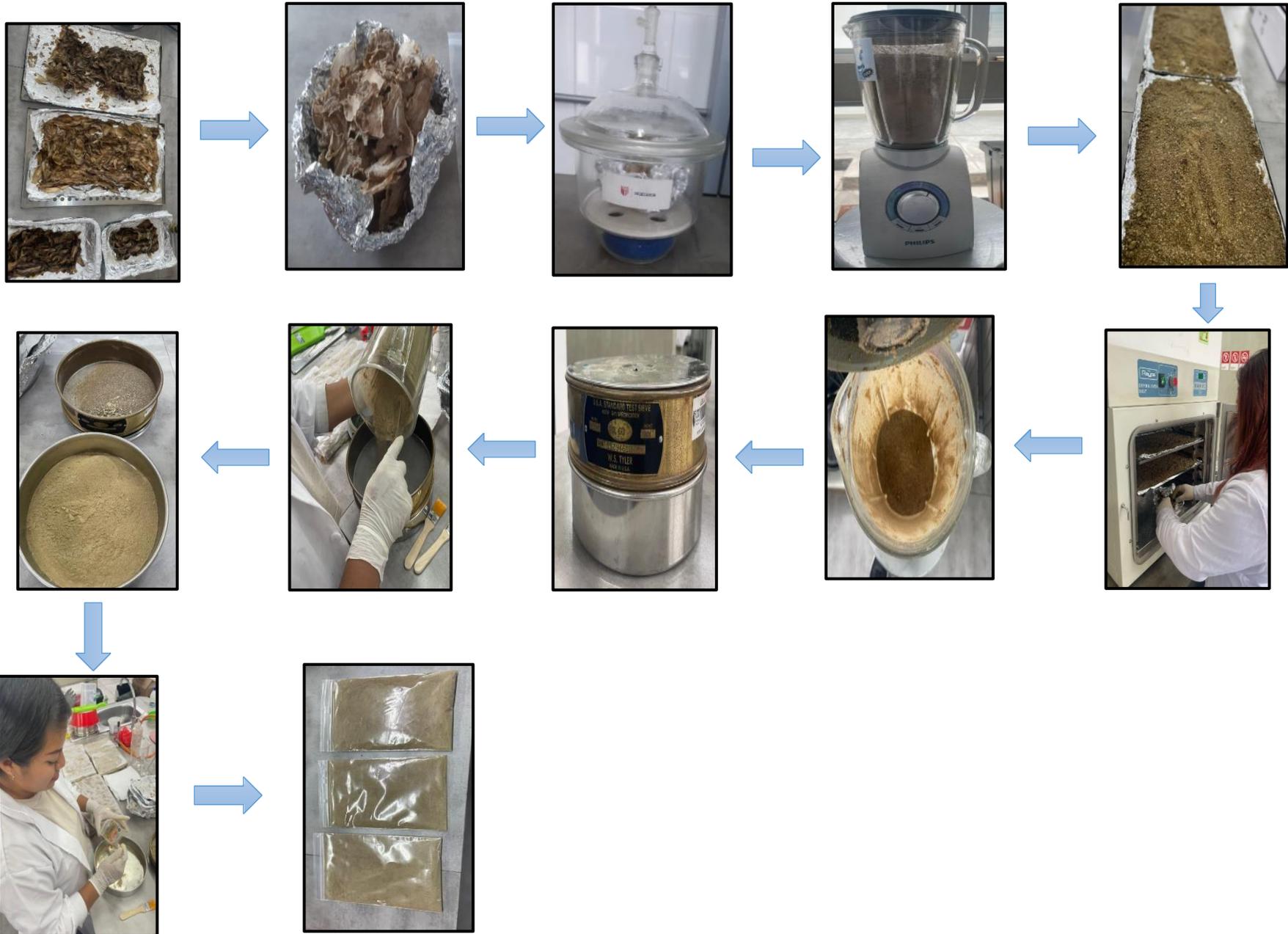
**FIGURA 10. Obtención de la harina de Yacón.**



Fuente: Elaboración Propia.

DIAGRAMA 2. Procesos de obtención de la harina del coagulante natural (imágenes)



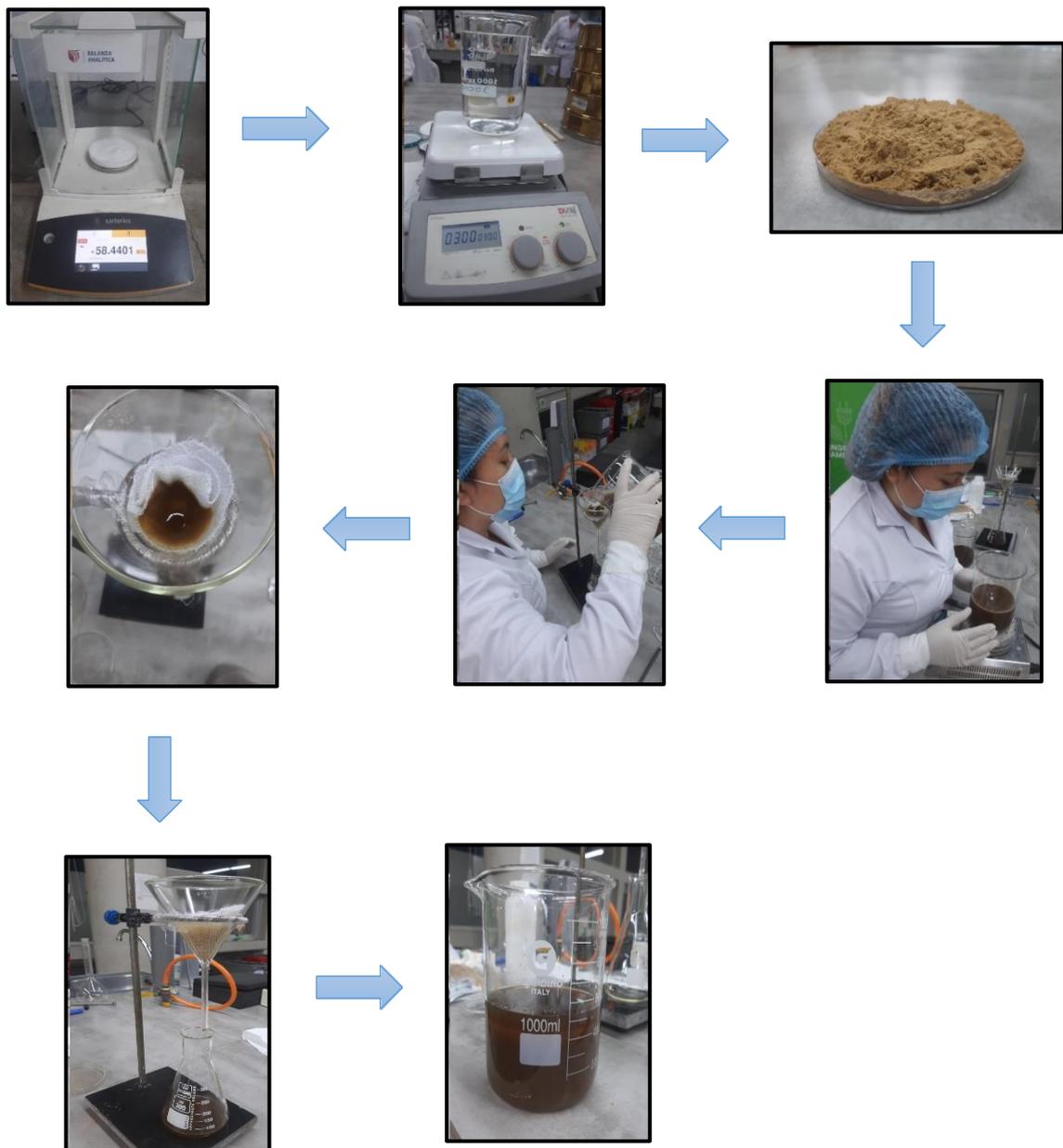


Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.2. Preparación de la solución madre de $\text{NcCl}$ Y *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón)

Se realizó la preparación de 2 Litros de la solución y se realizaron las mediciones de los parámetros fisicoquímicos haciendo uso de los métodos Estándar para el examen de la solución.

**DIAGRAMA 3. Proceso de preparación de la solución madre**



Fuente: Propia.

#### 4.3. Propiedades Fisicoquímicas

La primera caracterización del agua residual de PTAR se usaron 100 ml para realizar las mediciones de los parámetros fisicoquímicos de la temperatura, pH, color aparente, turbiedad, solidos disueltos totales (TDS), conductividad, oxígeno disuelto, solidos totales (TS), demanda de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), solidos totales en suspensión (TSS) por lo que se obtuvieron los siguientes datos mostrados en la tabla 6:

**TABLA 6. Resultados de la caracterización inicial del agua residual de PTAR.**

<b>PARAMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADO</b>
Temperatura	°C	22.9 °C
pH	Unidad del pH	7.19
Color	pt-co	243
Turbiedad	FAU	265
Solidos disueltos totales (TDS)	ppm	778
Solidos Totales (TS)	mg/L	0.0234
Solidos totales en suspensión (TSS)	mg/L	1.17
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	125.0
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.75
Conductividad	μS/cm	1559
<sup>a</sup> DE: Desviación estándar (n=3.65)		

Fuente: propia.

## **DETERMINACION DEL DBO 5**

Para realizar el análisis del agua residual y lograr determinar la demanda bioquímica de oxígeno en el agua residual de PTAR. (DBO5). Para determinar la cantidad de oxígeno usado por la población microbiana heterogénea para transformar la materia orgánica se dejó por un periodo de 5 días para la incubación a temperatura de 20° C, como se puede visualizar en el diagrama 4 sobre la preparación de las disoluciones.

Los reactivos que se usaron para realizar la disolución amortiguadora de fosfato, se pesaron 8.5 g de fosfato monobásico de potasio, 21.75 g de fosfato dibásico de potasio, 33.4 g de fosfato dibásico de sodio heptahidratado y 1.7 g de cloruro de amonio todos estos reactivos se disolvieron en 500 ml de agua destilada y se aforó a 1 L. La disolución debe de tener un pH de 7.2.

Seguidamente se preparó la disolución de magnesio, por lo que se pesó 22.5 g de sulfato de magnesio heptahidratado que se disolvió en agua destilada y se diluyó a 1 L.

Para la disolución de cloruro de calcio se pesó 27.5 g de cloruro de calcio anhidro que se disolvió con agua destilada y se diluyó a 1 L.

Para la disolución de cloruro férrico se pesó 0.25 g de cloruro férrico hexahidratado se disolvió en agua y se diluyó a 1 L.

Para la disolución de ácido sulfúrico (0.1 N), se agregó 2.8 ml de ácido sulfúrico concentrado a 500 ml de agua destilada y se diluyó a 1 L.

Para la disolución de hidróxido de sodio (0.1 N) se pesó 4.0 g de hidróxido de sodio se disolvió en agua destilada y se diluyó a 1 L.

Para la disolución de sulfito de sodio se pesó 1.575 g de sulfito de sodio se disolvió en agua destilada y se diluyó a 1 L. Este se preparó cada vez que iba ser usada por ser inestables.

Para la disolución de cloruro de amonio se pesó 1.15g de cloruro de amonio y se disolvió en 500 ml de agua destilada, por lo que se tuvo que realizar un ajuste del pH a 7.2 usando la disolución de hidróxido de sodio y se aforó a 1 L.

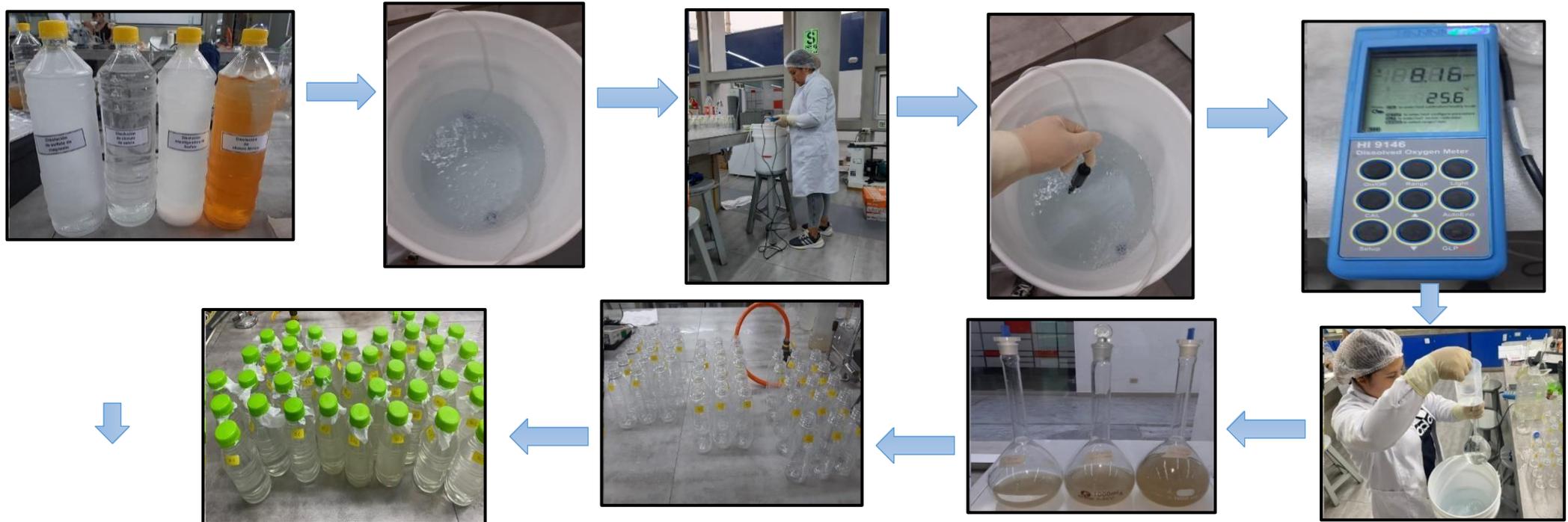
**DIAGRAMA 4. Proceso de preparación de las disoluciones del DBO5**



Fuente: Propia.

Para realizar la preparación del agua para la dilución se ha requerido 11 litros de agua destilada con las diluciones ya añadidas y de agua residual de PTAR se usó 1.260 L a condiciones de 20 °C de temperatura y se saturó con oxígeno aireando con aire filtrado libre de materia orgánica durante 1 hora llegando a tener el agua aproximadamente de oxígeno 8.16 ppm y se añadió por cada litro de agua destilada 1 ml de disolución de sulfato de magnesio, disolución de cloruro de calcio, disolución de cloruro férrico y la resolución amortiguadora de fosfatos luego por cada pomo que se ha usado para realizar la prueba su capacidad fue de 245 ml por lo que ha aforado al límite sin dejar capsulas de aire en cada botella. Como se puede apreciar en el diagrama 5 del proceso de la elaboración de la prueba del DBO<sub>5</sub>.

**DIAGRAMA 5. Proceso de preparación de la prueba de DBO<sub>5</sub>.**





Fuente: Propia.

Para realizar la prueba del DBO<sub>5</sub> se en cada botella de añadió muestras de agua residual al 5 %, 10 % y 25% por lo que por cada muestra por cada porcentaje de capacidad con muestra del agua residual se realizaron 15 corridas por cada valor para obtener datos más confiables realizando un total de 45 muestras en diferente concentración des de 5%, 10% y 25% y la diferencia se aforo con el agua destilada con diluciones mencionadas anteriormente. Por cada concentración se tomó 1 botella de cada una para tomar datos de oxígeno disuelto inicial (ODi) antes de la incubación de los 5 días y luego pasado los 4 días se medirá el oxígeno disuelto final (ODf). Como se muestra en la tabla 8 determinación de ODi y ODf.

**TABLA 7. Determinación de ODI Y ODF**

ITEM	DOI	DOF
5%	7.75 ppm	1.50 ppm
10%	7.45 ppm	1.91 ppm
25%	7.55 ppm	1.55 ppm

Fuente: Elaboración propia.

Para poder obtener los datos de la demanda de oxígeno final (DOF) se anotó los datos de los diferentes valores de las concentraciones (5%, 10% y 25% ) para poder sacar el promedio final de cada concentración, se realizó el análisis de los datos obtenidos pasado los 5 días de incubación, se procedió a realizar las lecturas de oxígeno disuelto de cada muestra obteniendo como mejores datos la concentración del 5% como se puede apreciar en la tabla 7 que describe la cantidad de muestras, datos obtenidos de la lectura del oxígeno disuelto en sus valor en PPM y finalmente el valor de oxígeno en porcentaje por cada muestra se ha obtenido. En la tabla 8 se puede ver datos del ODi y ODf para poder obtener los datos del DBO<sub>5</sub> logrando obtener datos del promedio y la desviación estándar como se muestra por medio de la aplicación de la formula:

$$DBO_5 = \frac{(OI - OF)}{DILUCION\ EN\ DECIMAL}$$

**TABLA 8. Determinación del promedio de valor de concentración al 5%**

5%		
N° muestras	PPM	%
1	1.94	20.2
2	1.45	17.4
3	1.6	21.8
4	1.64	18.6
5	1.48	20.2
6	1.71	19.3
7	1.45	19.9
8	1.41	17
9	1.38	18.8
10	1.52	16.6
11	1.17	19.2
12	1.48	16.2
13	1.34	18.3
14	1.45	17.1
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>1.501</b>	<b>18.614</b>

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 9. Datos de ODI y ODF y la determinación DBO5, promedio y desviación estándar**

5%		
ODI (mg/L)	ODF (mg/L)	DBO5 (mg/L)
7.75	1.94	116.2
7.75	1.45	126
7.75	1.6	123
7.75	1.64	122.2
7.75	1.48	125.4
7.75	1.71	120.8
7.75	1.45	126
7.75	1.41	126.8
7.75	1.38	127.4
7.75	1.52	124.6
7.75	1.17	131.6
7.75	1.48	125.4
7.75	1.34	128.2
7.75	1.45	126

PROMEDIO	125.0
DESVIACION	3.65

Fuente: Elaboración propia.

## DETERMINACION DE LOS SÓLIDOS TOTALES

Se tomó 100 ml de la muestra del agua residual de PTAR en vasos precipitados de 250 ml primero se realizó el pesado de vaso precipitado luego se introdujo los 100 ml de la muestra y se colocó en el horno convencional a secar por 2 horas a 105 °C pasado el tiempo se dejó secar la muestra en el desecador por 30 minutos y posterior a eso se volvió a realizar el pesado del vaso precipitado para obtener los datos requeridos. Como se aprecia en la figura 11.

**FIGURA 11. Preparación del agua residual 100 ml**



Fuente: propia.

### 4.4 Desarrollo de la corrida experimental

Según la metodología planteada del BOX- BEHNKEN se trabajó las corridas experimentales por lo que se trabajaron 3 pH (2,7 y 12), con tiempo de floculación de 15 min, 30 min y 45 min, con dosis de 1000 gr, 3000 gr y 5000 gr para la harina *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) y para la solución madre con dosis de 1000 ml,

3000 ml y 5000 ml en el agua residual de PTAR.

Donde se usó el equipo floculador VELP, para el proceso de coagulación se realizó por 1 min a 250 rpm, la floculación se realizó cada 15 min, 30 min y 45 min a 60 rpm y la sedimentación se dejó por 60 min según se muestra en la metodología del BOX-BEHNKEN. Según se muestra en la figura 12.

**FIGURA 12. Corrida experimental haciendo uso del floculador Velp**



Fuente: propia

Después de haber realizado las corridas según el tiempo, dosis establecida con los pH ajustados según la metodología del BOX- BEHNKEN se procedió a realizar las medidas de los parámetros establecidos triplicado para poder realizar posteriormente la caracterización de las aguas residuales para obtener los datos.

Después de haber realizado las corridas según el tiempo, dosis establecida con los pH ajustados según la metodología del BOX- BEHNKEN se procedió a realizar las medidas de los parámetros establecidos triplicado para poder realizar posteriormente la caracterización de las aguas residuales para obtener los datos.

#### 4.5 Medición de la caracterización de aguas tratadas

Al realizar la corrida experimental se dejó sedimentar los vasos precipitados de 1 L con las aguas residuales ya tratadas de cada corrida experimental por 60 min, ya pasado el tiempo se procedió a realizar la separación de las aguas tratadas de las partículas sedimentadas como se muestra en la figura 13. Las aguas claras se tomaron para realizar las mediciones para la caracterización de las aguas tratadas

y las partículas sedimentadas se filtraron y se llevaron a pasar por el proceso de secado por 1 hora a 72°C para reservar para un posterior estudio a base de los resultados obtenidos, como se ve en la figura 14.

**FIGURA 13. Aguas residuales tratadas precipitadas**



Fuente: propia

**FIGURA 14. Partículas sedimentadas secadas**



Fuente: propia.

Para realizar la caracterización de la temperatura, color, turbidez, sólidos disueltos totales (TDS), oxígeno disuelto, conductividad, se realizó las mediciones tomando 250 ml de cada muestra de agua residual triplicado de cada muestra tratada con la harina de yacón y con el cloruro de sodio y se procedió a realizar las lecturas de cada una de los parámetros para la caracterización de las aguas tratadas y se llevaron a un registro en una tabla de Excel para posteriormente ser analizado los datos.

Para la caracterización del DBO se tomó 100 ml del agua tratada y se colocó en un envase por 5 días para luego realizar la lectura de oxígeno que se consumió en los 5 días transcurridos. Para hallar los sólidos totales (TS) se tomó 20 ml de agua residual tratada y se colocó en placa petri que fueron previamente pesadas y se llevó al horno convencional a 72 °C por 1 hora y luego se procedió a llevar al desecador por 30 minutos y se procedió a pesar las placas petri y se aplicó fórmulas para poder hallar los sólidos totales (TS), como se muestra en la figura 15.

**FIGURA 15. Aguas residuales tratadas precipitadas**



Fuente: propia.

Los sólidos totales en suspensión (TSS) se tomó 100 ml de las aguas residuales ya tratadas y se pasó por el proceso de filtración por un matraz Kitasato que fue bombeada con una bomba de vacío, en el embudo buchner

se colocó el papel filtro de membrana de fibra de vidrio y se empezó a realizar el proceso de filtración pasado el proceso como se muestra en la figura 16 previo a eso se pesó el papel de filtro de fibra de vidrio y luego se volvió a pesar el papel de fibra de vidrio ya con los sólidos filtrados se secó al horno convencional y se procedió a pesar y se tomaron los datos y se aplicó las fórmulas correspondientes para hallar los datos para hallar los sólidos totales suspendidos.

**FIGURA 16. Procedimiento de Sólidos Totales Suspendidos.**



Fuente: propia.

#### 4.6 Resultados de la toma de datos de la caracterización

En este punto se podrá observar los datos obtenidos de cada parámetro para poder realizar la caracterización de las aguas residuales ya tratadas como se muestra a continuación en las siguientes tablas 9 y 10.

**TABLA 10. Datos de harina de *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón)**

ITEM	pH (X <sub>1</sub> )	Tiempo de Floculación (X <sub>2</sub> )	Dosis (X <sub>3</sub> )	DBO 5	TEMPERATURA	COLOR	TURBIDEZ	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (TDS)	SOLIDOS TOTALES (TS)	SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSION (TSS)	OXIGENO DISUELT O	CONDUCTIVIDAD
1	2	15	3000	1.38	22.9	422.33	97.00	2500.00	0.0664	3.3200	7.03	5170.00
5	2	30	1000	0.47	22.9	383.67	89.00	2269.67	0.0415	2.0733	7.3	4540.00
7	2	30	5000	3.16	22.9	407.00	96.00	2410.00	0.1015	5.0733	6.54	4889.67
3	2	45	3000	2.32	22.9	245.67	60.67	3249.67	0.0904	4.5200	5.85	6450.00
9	7	15	1000	6.15	22.9	457.33	223.00	811.67	0.0306	1.5300	8.13	1626.67
11	7	15	5000	6.13	22.9	534.67	249.67	826.67	0.0946	4.7297	7.38	1663.00
13	7	30	3000	7.04	22.9	460.33	184.00	774.67	0.0091	0.4550	6.29	1549.00
14	7	30	3000	7.04	22.9	460.33	184.00	774.67	0.0091	0.4550	6.29	1549.00
15	7	30	3000	7.04	22.9	460.33	184.00	774.67	0.0091	0.4550	6.29	1549.00
10	7	45	1000	6.07	22.9	359.00	189.33	786.67	0.0302	1.5100	6.54	1557.00
12	7	45	5000	7.30	22.9	539.33	223.00	824.67	0.0459	2.2933	7.47	1657.67
2	12	15	3000	6.36	22.9	476.00	75.33	1479.67	0.0831	4.1533	7.29	2998.00
6	12	30	1000	6.68	22.9	219.67	40.00	1580.00	0.0538	2.6900	7.14	3077.67
8	12	30	5000	6.28	22.9	473.33	142.33	1481.33	0.1203	6.0133	7.13	2930.00
4	12	45	3000	7.52	22.9	261.67	80.00	1380.00	0.0875	4.3750	7.25	2790.00

Fuente: Propia.

En esta tabla de los datos obtenido con las mediciones de cada parámetro son los promedios finales obtenidos da las corridas triplicadas que han sido analizadas obtenido como resultados finales lo que se muestra en la tabla.

**TABLA 11. Datos de harina de *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) con NaCl - Cloruro De Sodio**

En esta tabla de los datos obtenido con las mediciones de cada parámetro son los promedios finales obtenidos de las corridas triplicadas que han sido analizadas obteniendo como resultados finales lo que se muestra en la tabla.

ITEM	pH (X <sub>1</sub> )	Tiempo de Floculación (X <sub>2</sub> )	Dosis (X <sub>3</sub> )	DBO 5	TEMPERATURA	COLO R	TURBIDE Z	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (TDS)	SOLIDOS TOTALES (TS)	SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSION (TSS)	OXIGENO DISUELT O	CONDUCTIVIDAD
1	2	15	3000	0.99	22.9	391.67	105.00	648.33	0.9878	49.3883	7.68	1350.67
5	2	30	1000	0.82	22.9	330.33	92.67	3390	0.0293	1.4650	10.25	4949.67
7	2	30	5000	1.56	22.9	356.67	94.67	3981	0.0659	3.2950	7.39	8649.33
3	2	45	3000	0.92	22.9	401.33	119.67	4300.67	0.9856	49.2783	7.33	8556.33
9	7	15	1000	3.92	22.9	371.33	110.00	1060.33	0.0241	1.2050	7.38	2120.00
11	7	15	5000	6.50	22.9	469.33	223.33	2249.67	0.0581	2.9050	7.14	4500.33
13	7	30	3000	6.55	22.9	402.67	211.33	1689.67	0.0111	0.5550	7.04	3370.33
14	7	30	3000	6.55	22.9	402.67	211.33	1689.67	0.0111	0.5550	7.04	3370.33
15	7	30	3000	6.55	22.9	402.67	211.33	1689.67	0.0111	0.5550	7.04	3370.33
10	7	45	1000	2.97	22.9	615.67	97.00	1289.67	0.0283	1.4150	7.10	2609.67
12	7	45	5000	6.21	22.9	541.00	135.33	2250	0.0565	2.8250	7.54	3200.67
2	12	15	3000	1.01	22.9	209.67	41.00	2090.33	0.286	14.2983	7.00	4020.67
6	12	30	1000	4.20	22.9	118.67	25.00	1570.67	0.0403	2.0150	7.58	3190.33
8	12	30	5000	5.94	22.9	233.00	33.33	2609.67	0.0796	3.9783	7.16	3653.33
4	12	45	3000	5.40	22.9	273.33	54.67	2019.67	0.7797	38.9850	7.14	7010.00

Fuente: Propia

#### 4.7 Datos estadísticos

En este punto se visualizará los datos estadísticos realizados por el programa Anova realizados para verificar e identificar la diferencia que hay entre los dos tratamientos yacón solo y yacón con NaCl como se mostraran en las siguientes tablas.

**TABLA 12. Análisis de varianza del Yacón**

Análisis de Varianza: YACÓN					
fuelle	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
modelo	9	226.67	25.186	192.06	0
lineal	3	151.02	50.34	383.88	0
pH	1	142.643	142.643	1087.75	0
tiempo	1	3.792	3.792	28.92	0
Dosis	1	4.585	4.585	34.96	0
cuadrado	3	67.285	22.428	171.03	0
pH*pH	1	66.602	66.602	507.89	0
tiempo*tiempo	1	0.391	0.391	2.98	0.093
Dosis*Dosis	1	2.1	2.1	16.01	0
interacción bidireccional	3	8.365	2.788	21.26	0
pH*tiempo	1	0.039	0.039	0.29	0.591
pH*Dosis	1	7.161	7.161	54.61	0
tiempo*Dosis	1	1.166	1.166	8.89	0.005
Error	35	4.59	0.131		
falta de ajuste	3	1.105	0.368	3.38	0.03
puro	Error	32	3.484	0.109	
Total	44	231.259			

Fuente: Propia.

Lo visualizado en la tabla 11 ANOVA, nos expresa que los indicadores (pH, dosis y tiempo) que tienen efectos significativos en la DBO<sub>5</sub>, dando como resultado el valor 0 siendo así viable para los resultados del estudio. Las interacciones entre el pH y tiempo, no es significativa dado que nos da el valor de 0.591, por otro lado, pH y dosis si son de valor significativo, la interacción entre tiempo y dosis es significativo ya que el valor es 0.005, por último, podemos observar que se

encuentran interacciones bidireccionales significativas. Finalmente, dado esta lectura e interpretación de los datos podemos indicar que el pH, tiempo y dosis tienen un impacto significativo.

En la siguiente tabla 12 habla sobre el resumen del modelo de predicción muy fuerte donde se indica que el R-sq cuadrado de 98.02 % bien ajustado siendo un modelo significativo y donde se muestra el modelo de la ecuación donde se puede predecir cuanto de DBO5 se puede remover en la tabla 13.

**TABLA 13. Resumen del modelo R cuadrado**

Resumen del modelo			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.362126	98.02%	97.50%	96.49%

Fuente: Propia.

**TABLA 14. Ecuación de regresión en unidades no codificadas**

DBO5	=	-4.893	+	2.0698	pH	+	0.0402	tiempo	+	0.001101	Dosis	
		- 0.09808		pH*pH			- 0.000835	tiempo*tiempo			- 0.000000	Dosis*Dosis
		+ 0.00076		pH*tiempo								

Fuente: Propia.

A continuación, se explicará el análisis de las estadísticas del Yacón con NaCl según se muestra en la tabla 14.

**TABLA 15. Análisis de varianza del Yacón con NaCl**

Análisis de Varianza: YACON con NaCl					
fuentes	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
modelo	9	223.057	24.784	6.01	0
lineal	3	85.7	28.567	6.92	0
pH	1	56.365	56.365	13.66	0
tiempo	1	3.542	3.542	0.86	0
Dosis	1	25.792	25.792	6.25	0
cuadrado	3	121.41	40.47	9.81	0
pH*pH	1	107.683	107.683	26.09	0
tiempo*tiempo	1	20.175	20.175	4.89	0.082
Dosis*Dosis	1	0.994	0.994	0.24	0

interacción bidireccional	3	15.947	5.316	1.29	0
pH*tiempo	1	14.852	14.852	3.6	0.572
pH*Dosis	1	0.765	0.765	0.19	0
tiempo*Dosis	1	0.33	0.33	0.08	0.004
Error	35	144.434	4.127		
falta de ajuste	3	19.745	6.582	1.69	0.02
puro	Error	32	124.689	3.897	
Total	44	367.491			

Fuente: Propia.

Lo visualizado en la tabla 14 ANOVA, nos expresa que los indicadores (pH, dosis y tiempo) que tienen efectos significativos en la DBO<sub>5</sub>, dando como resultado el valor 0 siendo así viable para los resultados del estudio. Las interacciones entre el pH y tiempo, no es significativa dado que nos da el valor de 0.572, por otro lado, pH y dosis si son de valor significativo, la interacción entre tiempo y dosis es significativo ya que el valor es 0.004, por último, podemos observar que se encuentran interacciones bidireccionales significativas. Finalmente, dado esta lectura e interpretación de los datos podemos indicar que el pH, tiempo y dosis tienen un impacto significativo.

En la siguiente tabla 15 habla sobre el resumen del modelo de predicción muy fuerte donde se indica que el R-sq cuadrado de 98.02 % bien ajustado siendo un modelo significativo y donde se muestra el modelo de la ecuación donde se puede predecir cuanto de DBO<sub>5</sub> se puede remover en la tabla 16.

**TABLA 16. Resumen del modelo R cuadrado**

Resumen del modelo			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.362148	98.05%	97.58%	96.53%

Fuente: Propia.

**TABLA 17. Ecuación de regresión en unidades no codificadas**

$$\begin{aligned}
 \text{DBO}_5 = & -5.96 + 1.532 \text{ pH} + 0.265 \text{ tiempo} + 0.00063 \text{ Dosis} - 0.1247 \text{ pH} \cdot \text{pH} \\
 & - 0.00600 \text{ tiempo} \cdot \text{tiempo} - 0.000000 \text{ Dosis} \cdot \text{Dosis} + 0.01483 \text{ pH} \cdot \text{tiempo} \\
 & + 0.000025 \text{ pH} \cdot \text{Dosis} + 0.000006 \text{ tiempo} \cdot \text{Dosis}
 \end{aligned}$$

Fuente: Propia.

Con respecto a las estadísticas descriptivas mostradas en la tabla 17 se indica que la media del Yacón es mayor que la media de Yacón NaCl (5.39644 vs 4.00422), la diferencia media entre los dos grupos es de 1.39222, la mediana también refleja esta diferencia, siendo más alta en el Yacón (6.27 vs 4.03), la desviación estándar y el SEM indican la variabilidad y la precisión de las medias y que en total de observaciones es de 90.

**TABLA 18. Estadísticas descriptivas**

		N	Mean	SD	SEM	Median
"yacón"		45	5.39644	2.29257	0.34176	6.27
"y+NaCl"		45	4.00422	2.89	0.43082	4.03
	Difference	45	1.39222	2.08231	0.31041	0.84
	Overall	90	4.70033	2.68655	0.28319	6.1

Fuente: Propia.

Donde se puede indicar que se obtuvo mejor resultado fue el yacón más NaCl por que se ha eliminado más DBO<sub>5</sub> y es más efectivo que el yacón.

En los datos se sugieren que en promedio el grupo del yacón tiene valores más altos en comparación que el grupo del yacón con NaCl. La variabilidad y la distribución de los datos también se tienen en cuenta a través de la desviación estándar y el error estándar de la media.

Con respecto al Test de estadística mostrada en la tabla 18 la probabilidad t es de 5.17E-05, es significativo. Si existe una diferencia entre ambos tratamientos.

**TABLA 19. Test estadístico**

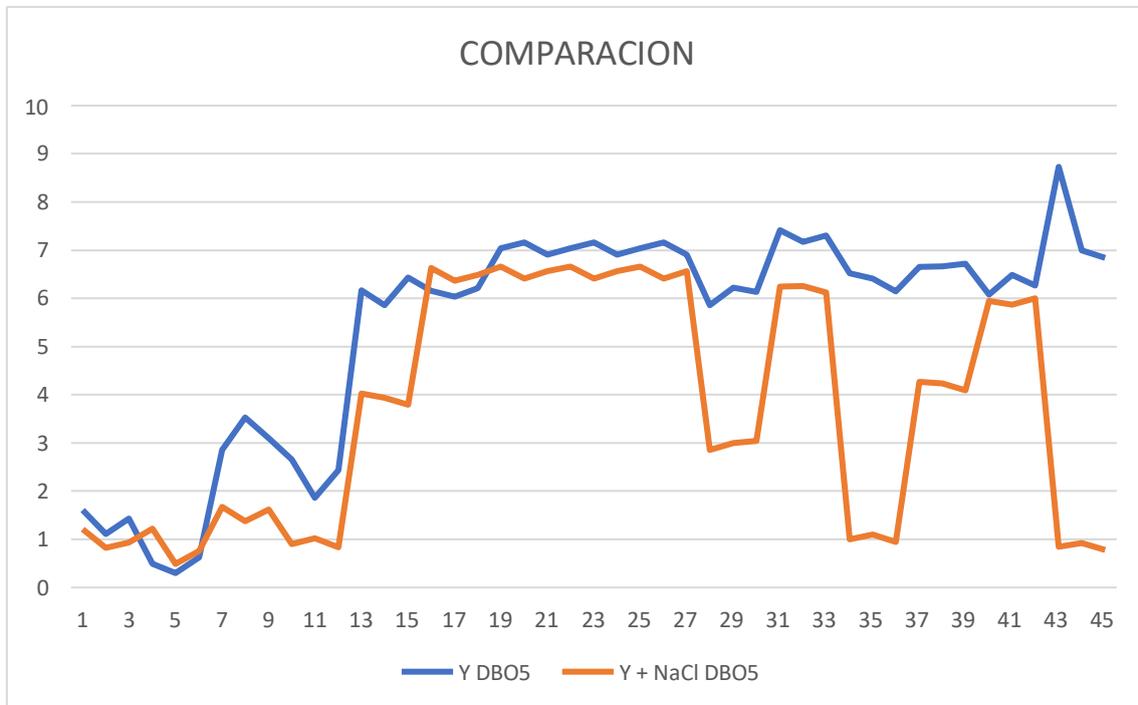
	t Statistic	DF	Prob> t
	4.48508	44	5.17E-05

Fuente: Propia.

El nivel es de 0.05 la diferencia de las medias poblacionales es significativamente diferente de la diferencia de la prueba (0).

En este punto se aprecia la comparación de los datos tomados del consumo de DBO5 del tratamiento del agua residual aplicando yacón y yacón con NaCl plasmada en la siguiente figura 17.

**FIGURA 17. Diferencia de consumo de DBO5.**



Fuente: Propia.

En la figura se puede apreciar que hay picos altos como bajo la línea azul es el consumo del DBO5 con yacón y las líneas naranjas es el consumo del DBO5 del yacón con NaCl analizadas de 90 toma de datos. Donde en el consumo de DBO5 con el yacón es mucha más baja y con respecto al consumo de DBO5 con yacón más NaCl presenta más consumo de DBO5.

## V. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación se usó un coagulante natural *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) para el tratamiento de agua residual de PTAR, que se realizó por medio de la prueba de jarras para simular el proceso de coagulación y floculación haciendo uso de la harina de *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) más NaCl (Cloruro de sodio). Todas las muestras se trabajaron bajo las mismas condiciones de trabajo: las muestras a temperatura ambiente (22 °C a 25°C), que concuerda con el autor Quispe (2020) que también trabajó su coagulante

natural a base de la papa a temperatura ambiente entre los 22°C a 25°C, al igual que el autor Saavedra & Panduro (2023) trabajo sus coagulantes naturales a diferentes temperaturas que los rangos oscilan entre los 19°C hasta los 25 °.

Se trabajó con tres tipos de pH diferente de 2, 7 y 12 lo cual de acuerdo a cómo trabajó Vega et al. (2021) para el tratamiento de aguas residuales domésticas a través del coagulante natural de moringa oleifera utilizando diversos pH modificados para su tratamiento y evaluar qué pH sería el más óptimo, siendo así efectivos. Reafirmado también por Saritha, et al. (2019) donde se utilizó 3 tipos de pH modificado que fueron 6, 7 y 8 para clarificación sostenible de agua, esto nos indica que los pH bajos intermedios y altos son fiables para trabajar con coagulantes en aguas residuales.

En el presente estudio se puso a prueba 3 dosis distintas de 1000, 3000 y 5000 mg/ml utilizando de apoyo el estudio de Jagaba et al. (2020) donde emplearon dosis similares logrando la remoción desde un 64% hasta 94% a partir de las diferentes dosis de coagulantes empleados. Como también El Bouaidi et al (2022), trabajó con 3 tipos de plantas para ver su eficiencia, utilizando 6 dosis distintas de coagulante (5, 10, 15, 20, 25 y 30 mg/l) por lo que sus resultados en la aplicación fueron exitosos removiendo hasta un 80%. Dando como resultado en esta investigación que la dosis más óptima es de 1000 mg/ml logrando coagular, flocular y dejando casi limpia el agua a un 99%.

Los RPM han tenido bastante influencia en este estudio realizado, donde se a considerado el tiempo de coagulación a 1 minuto por 250 RPM y la floculación de 15, 30 y 45 min a 60 RPM teniendo en cuenta posteriormente 60 minutos de sedimentación para poder permitir a las sólidos suspendidos precipitar, por ello que Cabello & Lazaro (2023) respaldan el tiempo ejecutado ya que ellas aplicaron en su estudio de concentración de linaza en aguas residuales del mercado Modelo de Huancayo utilizaron RPM similares dándoles así el beneficio de un trabajo muy bueno. Por otro lado, tenemos a Camarena (2022), realizó un estudio de concentración de Aloe de Vera, teniendo en cuenta el tiempo de coagulación (2 y 4 minutos) y tiempo floculación (15 y 20 min) para disminuir el DBO del agua residual doméstica, teniendo como resultado su mejor tiempo de 2 minutos para coagulación y 15 min para floculación.

Por otro lado, se trabajó la solución madre compuesta por NaCl (Cloruro de sodio) por 1 M más *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) en 5 gr disuelto en 100 ml

de agua destilada y se mezcló con agitador magnético durante 30 minutos y se filtró la solución madre. Al igual que trabajó el autor Al-Wasify (2023) que acabó utilizando una solución de NaCl a 1 M añadiendo tortas de semillas de maní por 50 gr que luego agitó por 30 minutos en el agitador magnético con el agua destilada de 1L y que finalmente filtro su solución. Realizó el mismo procedimiento el autor Shabanizadeh (2023) que prepararon su solución madre usando 5 gr del polvo de granada mezclando en 100 ml de NaCl a 1 M, realizó la mezcla haciendo uso del agitador magnético y luego procedió a filtrar haciendo uso de la tela muselina.

Por lo que nuestros resultados después de la investigación se puede indicar que el pH óptimo fue el pH2, con tiempo de uso en el test de jarras por 30 minutos con dosis de 1000 ml, obteniendo un remoción del oxígeno disuelto DBO 5 en un 99% de efectividad, por lo que la autora Shabanizadeh & Taghavijeloudar en su investigación hacienda so del polvo de las semillas de granada que trabajaron con dosis de 609 ml , 1500 ml 2392 ml y 3000 ml con pH de 4, 6, 8, 10 y 12 en tiempos establecido de 5, 10, 17, 24 y 30 minutos siendo sus resultados más óptimos el pH más bajo pH4, con dosis de 1500 ml y tiempos de floculación de 30 siendo estos los más óptimos teniendo una capacidad de remoción de la demanda de oxígeno del 87% al 98% de efectividad.

## VI. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación Uso de coagulantes naturales para la eliminación de demanda de oxígeno en aguas residuales de PTAR, 2023 se llegaron a las siguientes conclusiones dando respuesta tanto al objetivo general como los específicos.

Las pruebas realizadas sobre las muestras de agua residual haciendo uso del coagulante natural *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) en harina y en combinación con NaCl si llegan a remover la demanda de oxígeno (DBO5), pero el coagulante en combinación con NaCl tuvo más efectividad con la remoción de la demanda de oxígeno (DBO5) sobre las muestras tratadas ya que se llega reducir un 99% de reducción del DBO5 (125 antes y después 0.82).

El coagulante natural de *Smallanthus Sonchifolius* se obtuvo a través de todo un proceso de pelado, lavado y secado, posteriormente triturado como se puede

apreciar en la parte de procedimientos, se plantearon 2 coagulantes que fueron el *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) en harina y *Smallanthus Sonchifolius* con cloruro de sodio logrando obtener reducción del 99% y dando efectividad que el Yacón si ayuda a coagular y flocular.

Se logró estudiar y reconocer que el *Smallanthus Sonchifolius* proviene de la Familia Compositae y en su estudio logrado tiene una turbidez de 1036 FAU, conductividad de 1216 uS, oxígeno de 6,28 ppm, pH de 5,72 y con un color muy significativo sobrepasando el límite de 550 PI. Co.

Según los estudios realizados y analizados las condiciones de operación fue por medio de la metodología del diseño BOX-BEHNKEN haciendo uso de 3 factores de operaciones siendo estos el pH, tiempo de floculación y la dosis cada uno tuvo un código de niveles por lo que nos permitió trabajar desarrollar las corridas experimentales que eran 15 muestras y cada muestra se triplicó para poder obtener resultados más confiables por lo que se llegó a concluir haciendo uso de la estadística ANOVA que ayudó a identificar por medio del análisis de varianza que el *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) más NaCl es el más viable y que tuvo más efectividad de remoción de la demanda de oxígeno llegando a identificar que las muestras que se trabajaron y se tuvieron mejores resultados fue con pH2 , tiempo de floculación de 30 minutos y la dosis más óptima es de 1000 ml.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Poder realizar la identificación y evaluación de manera más detallada y compleja para obtener las características fisicoquímicas del coagulante natural *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) en su estado natural como fruta (antes de ser procesada), en harina ya deshidratada, el *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) en combinación con el NaCl y los floculantes que se han extraído de cada muestra tratada.

Realizar más repeticiones de corridas experimentales en la prueba de jarras para lograr determinar el pH y la dosis más óptimas.

Analizar los niveles de toxicidad y fitotoxicidad que tiene el coagulante natural y de las aguas tratadas en un antes de iniciar el tratamiento y después de realizar el tratamiento para que puedan ser comparadas.

Se debe seguir investigando la eficiencia del yacón como coagulante natural y a su vez plantear si podría integrar algún otro vegetal reforzando o repotenciando la limpieza de aguas residuales PTAR y estudiar qué tan eficiente puede ser ese nuevo coagulante natural.

Incentivar a más investigadores a realizar estudios sobre el uso del coagulante natural *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) de toda su taxonomía para el tratamiento de aguas residuales.

## REFERENCIAS

1. AL-WASIFY, Raed S.; HAMED, Shimaa R.; RAGAB, Samar. Assessing the potential of de-oiled peanut (*Arachis hypogea*) seeds for surface water treatment: A sustainable alternative to chemical coagulants. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 2023.
2. ANDRADE, Priscila Vega, et al. Use of *Moringa oleifera* seed as a natural coagulant in domestic wastewater tertiary treatment: Physicochemical, cytotoxicity and bacterial load evaluation. *Journal of Water Process Engineering*, 2021, vol. 40, p. 101859.
3. ANDREIDES, Marketa; DOLEJŠ, Petr; BARTÁČEK, Jan. The prediction of WWTP influent characteristics: Good practices and challenges. *Journal of Water Process Engineering*, 2022, vol. 49, p. 103009.
4. AZARHOMAYUN, Fazel, et al. Effect of calcium stearate and aluminum powder on free and restrained drying shrinkage, crack characteristic and mechanical properties of concrete. *Cement and Concrete Composites*, 2022, vol. 125, p. 104276.
5. AZIZ, Hamidi Abdul; RAHMAT, Nur Syahirah; ALAZAIZA, Motasem YD. The Potential Use of *Nephelium lappaceum* Seed as Coagulant–Coagulant Aid in the Treatment of Semi-Aerobic Landfill Leachate. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, vol. 19, no 1, p. 420.
6. BAHRODIN, Muhammad Burhanuddin, et al. A novel natural active coagulant agent extracted from the sugarcane bagasse for wastewater treatment. *Applied Sciences*, 2022, vol. 12, no 16, p. 7972.

7. BALASUBRAMANIAN, Sundarabalan V., et al. Robust algorithm for estimating total suspended solids (TSS) in inland and nearshore coastal waters. *Remote Sensing of Environment*, 2020, vol. 246, p. 111768.
8. BALBINOTI, Jonas Raul, et al. Plant-based coagulants for food industry wastewater treatment. *Journal of Water Process Engineering*, 2023, vol. 52, p. 103525.
9. BAÑARES, Celia, et al. Chemical characterization of pomegranate and alfalfa seed oils obtained by a two-step sequential extraction procedure of expeller and supercritical CO<sub>2</sub> technologies. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2023, vol. 115, p. 105040.
10. BENALIA, Abderrezzaq, et al. The use of as natural coagulant in algerian drinking water treatment plant. *Journal of Renewable Materials*, 2022, vol. 10, no 3, p. 625.
11. BENALIA, Abderrezzaq, et al. Use of Aloe vera as an organic coagulant for improving drinking water quality. *Water*, 2021, vol. 13, no 15, p. 2024.
12. CHOWDHARY, Pankaj, et al. Detection and identification of hazardous organic pollutants from distillery wastewater by GC-MS analysis and its phytotoxicity and genotoxicity evaluation by using *Allium cepa* and *Cicer arietinum* L. *Chemosphere*, 2022, vol. 297, p. 134123.
13. GANDIWA, Bruce I., et al. Optimisation of using a blend of plant based natural and synthetic coagulants for water treatment:(*Moringa Oleifera*-*Cactus Opuntia*-alum blend). *South African Journal of Chemical Engineering*, 2020, vol. 34, p. 158-164.
14. GANGTA, Rakhi, et al. Optimization of pre-drying treatment and drying mode for reducing browning to produce shelf stable fructooligosaccharide rich yacon (Ground Apple) powder. *South African Journal of Botany*, 2023, vol. 157, p. 96-105.
15. GONG, Yanyan, et al. Aggregation of carboxyl-modified polystyrene nanoplastics in water with aluminum chloride: Structural characterization and theoretical calculation. *Water Research*, 2022, vol. 208, p. 117884.
16. HERNÁNDEZ-CHOVER, Vicent, et al. Circular economy and efficiency to ensure the sustainability in the wastewater treatment plants. *Journal of Cleaner Production*, 2023, vol. 384, p. 135563.

17. IBER, Benedict Terkula, et al. Eco-friendly approaches to aquaculture wastewater treatment: Assessment of natural coagulants vis-a-vis chitosan. *Bioresource Technology Reports*, 2021, vol. 15, p. 100702.
18. IBRAHIM, Azreen; YASER, Abu Zahrim; LAMAMING, Junidah. Synthesising tannin-based coagulants for water and wastewater application: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2021, vol. 9, no 1, p. 105007.
19. IMRON, Muhammad Fauzul, et al. Phytotechnology for domestic wastewater treatment: Performance of Pistia stratiotes in eradicating pollutants and future prospects. *Journal of Water Process Engineering*, 2023, vol. 51, p. 103429.
20. JABIN, Shagufta, et al. Synthesis and characterization of polyamine-based polyelectrolytes for wastewater treatment in the sugar industry. *Journal of Molecular Structure*, 2023, vol. 1275, p. 134573.
21. JAGABA, A. H., et al. Sustainable use of natural and chemical coagulants for contaminants removal from palm oil mill effluent: A comparative analysis. *Ain Shams Engineering Journal*, 2020, vol. 11, no 4, p. 951-960.
22. KARNENA, Manoj Kumar; DWARAPUREDDI, Bhavya Kavitha; SARITHA, Vara. Alum, Chitin and Sago as coagulants for the optimization of process parameters focussing on coagulant dose and mixing speed. *Watershed Ecology and the Environment*, 2022, vol. 4, p. 112-124.
23. KARNENA, Manoj Kumar; SARITHA, Vara. Phytochemical and physicochemical screening of plant-based materials as coagulants for turbidity removal—An unprecedented approach. *Watershed Ecology and the Environment*, 2022, vol. 4, p. 188-201.
24. KARTHICKEYAN, V., et al. Experimental investigation of pomegranate oil methyl ester in ceramic coated engine at different operating condition in direct injection diesel engine with energy and exergy analysis. *Energy Conversion and Management*, 2020, vol. 205, p. 112334.
25. KOSEK, Klaudia, et al. Implementation of advanced micropollutants removal technologies in wastewater treatment plants (WWTPs)-Examples and challenges based on selected EU countries. *Environmental science & policy*, 2020, vol. 112, p. 213-226.

26. KOŠNÁŘ, Zdeněk, et al. Concentration of the main persistent organic pollutants in sewage sludge in relation to wastewater treatment plant parameters and sludge stabilisation. *Environmental Pollution*, 2023, p. 122060.
27. KRISTIANTO, Hans, et al. A kinetic, isotherm adsorption, and thermodynamic study of Congo red coagulation using *Leucaena* crude extract as natural coagulant. *Water Practice & Technology*, 2022, vol. 17, no 6, p. 1332-1346.
28. KURNIAWAN, Setyo Budi, et al. What compound inside biocoagulants/bioflocculants is contributing the most to the coagulation and flocculation processes?. *Science of the Total Environment*, 2022, vol. 806, p. 150902.
29. LANCETTI, R., et al. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour obtention: Effect of process conditions on quality attributes and its incorporation in gluten-free muffins. *LWT*, 2020, vol. 125, p. 109217.
30. LESTER-CARD, Edward, et al. A green approach for the treatment of oily steelworks wastewater using natural coagulant of *Moringa oleifera* seed. *Bioresource Technology Reports*, 2023, vol. 22, p. 101393.
31. MARQUES, Caroline, et al. Long-term storage of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) juice: Phytochemical profile, in vitro prebiotic potential and discriminant bioactive properties. *Food Bioscience*, 2021, vol. 41, p. 100970.
32. MARTINO, Hércia Stampini Duarte; KOLBA, Nikolai; TAKO, Elad. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour soluble extract improve intestinal bacterial populations, brush border membrane functionality and morphology in vivo (*Gallus gallus*). *Food Research International*, 2020, vol. 137, p. 109705.
33. MARTINS, Joice de Fátima Laureano, et al. Yacon-based product improves intestinal hypertrophy and modulates the production of glucagon-like peptide-1 in postmenopausal experimental model. *Life Sciences*, 2022, vol. 291, p. 120245.
34. PASALARI, Hasan, et al. Is SARS-CoV-2 a concern in the largest wastewater treatment plant in middle east?. *Heliyon*, 2023, vol. 9, no 6.
35. RAVICHANDRAN, Siranjeevi, et al. Biomimetic facile synthesis of cerium oxide nanoparticles for enhanced degradation of textile wastewater and

- phytotoxicity evaluation. *Inorganic Chemistry Communications*, 2022, vol. 146, p. 110037.
36. SARITHA, Vara; KARNENA, Manoj Kumar; DWARAPUREDDI, Bhavya Kavitha. "Exploring natural coagulants as impending alternatives towards sustainable water clarification"—a comparative studies of natural coagulants with alum. *Journal of Water Process Engineering*, 2019, vol. 32, p. 100982.
37. SAXENA, Kanika; BRIGHU, Urmila. A comprehensive methodology for analysis of coagulation performance: Dosing approach, isotherm modelling, FTIR spectroscopy and floc characterization. *Journal of Water Process Engineering*, 2023, vol. 52, p. 103509.
38. SHABANIZADEH, Hessam; TAGHAVIJELOUDAR, Mohsen. A sustainable approach for industrial wastewater treatment using pomegranate seeds in flocculation-coagulation process: Optimization of COD and turbidity removal by response surface methodology (RSM). *Journal of Water Process Engineering*, 2023, vol. 53, p. 103651.
39. SUDIRGO, Michael Mark, et al. Application of xanthan gum as coagulant-aid for decolorization of synthetic Congo red wastewater. *Heliyon*, 2023, vol. 9, no 4.
40. TSIPA, Argyro, et al. Ex-situ biological treatment of industrial saline seafood wastewater by salt-tolerant mixed cultures and phytotoxicity evaluation. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2023, vol. 11, no 1, p. 109195.
41. WANG, Shuo, et al. Full-scale membrane bioreactor process WWTPs in East Taihu basin: Wastewater characteristics, energy consumption and sustainability. *Science of The Total Environment*, 2020, vol. 723, p. 137983.
42. WANG, Zhangzheng, et al. Influence of DOM characteristics on the flocculation removal of trace pharmaceuticals in surface water by the successive dosing of alum and moderately hydrophobic chitosan. *Water Research*, 2022, vol. 213, p. 118163.
43. WIDYARANI, et al. Domestic wastewater in Indonesia: Generation, characteristics and treatment. *Environmental Science and Pollution Research*, 2022, vol. 29, no 22, p. 32397-32414.
44. ZAHMATKESH, Sasan, et al. Sustainable and optimized values for municipal wastewater: The removal of biological oxygen demand and

- chemical oxygen demand by various levels of granular activated carbon- and genetic algorithm-based simulation. *Journal of Cleaner Production*, 2023, p. 137932.
45. ZHAO, Guofu, et al. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) tuber: A novel and promising feedstock for enhanced high-value docosahexaenoic acid production by *Schizochytrium* sp. *Industrial Crops and Products*, 2022, vol. 188, p. 115597.
46. ZHOU, Chao; ZHANG, Jiang. Simultaneous measurement of chemical oxygen demand and turbidity in water based on broad optical spectra using backpropagation neural network. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 2023, vol. 237, p. 104830.
47. YANG, Shilei y col. Secado por convección de vegetales altamente contraíbles: nuevo método para obtener los parámetros del marco del enfoque de ingeniería de reacción (REA). *Revista de Ingeniería de Alimentos*, 2021, vol. 305, pág. 110613.
48. RAAF, Auliyaa, et al. Investigación de la cinética del proceso de secado del fruto de amla (*Emblica officinalis*). *Revista Sudafricana de Ingeniería Química*, 2022, vol. 41, nº 1, pág. 10-16.
49. LASTEROS PATILLA, Irving; MEJIA QUISPE, Elizabeth. Revisión sistemática de la aplicación de coagulantes naturales de origen vegetal en el tratamiento de aguas residuales industriales, 2020. 2020.
50. YU, Junjie, et al. Variaciones en NOM durante el envejecimiento de los flóculos: efecto de los coagulantes típicos a base de Al y diferentes tamaños de partículas. *Investigación del agua*, 2022, vol. 218, pág. 118486.
51. ROBLEDO ZACARÍAS, Víctor Hugo, et al. Hidroquímica y contaminantes emergentes en aguas residuales urbano industriales de Morelia, Michoacán, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 2017, vol. 33, no 2, p. 221-235.
52. MORENO, William Xavier Ibañez; LOGROÑO, Jessica Paola Arcos; BRITO, Justo Moises Narvaez. Técnicas espectroscópicas utilizadas para

determinar la calidad del agua. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 2021, vol. 6, no 9, p. 45-58.

53. MANCIPE-ARIAS, Lina Marcela; TRIVIÑO-RESTREPO, María del Pilar. Valoración de lodos de planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) como materia prima para la extracción de lípidos en la obtención de biodiésel. *Revista Ion*, 2018, vol. 31, no 1, p. 71-79.
54. VELÁZQUEZA, Andrés López, et al. Análisis del aceite lubricante y del desgaste mecánico en una bomba de recirculación de lodos.
55. CENDALES ARÉVALO, William Ricardo; CAÑÓN CELI, Oscar Alejandro. Evaluación de la eficiencia del mucílago del café como coagulante frente al cloruro férrico en los procesos de remoción de sólidos suspendidos en el agua. 2016.
56. BETANCUR, BIBIANA; JIMÉNEZ, DAVID M.; LINARES, BALMES G. Potencial Zeta (zeta) como criterio de optimización de dosificación de coagulante en planta de tratamiento de agua potable. *Dyna*, 2012, vol. 79, no 175, p. 166-172.
57. KHEDHER, Mahmoud, et al. Using the Flocculation Index to optimise coagulant dosing during drinking water treatment. *Journal of Water Process Engineering*, 2023, vol. 51, p. 103394.
58. KHADER, E. H.; MOHAMMED, T. H. J.; MIRGHAFFARI, N. Use of natural coagulants for removal of COD, oil and turbidity from produced waters in the petroleum industry. *J. Pet. Environ. Biotechnol*, 2018, vol. 9, no 3, p. 374.
59. BOTE, Million Ebba. Studies on electrode combination for COD removal from domestic wastewater using electrocoagulation. *Heliyon*, 2021, vol. 7, no 12.
60. ZAHMATKESH, Sasan, et al. Reducing chemical oxygen demand from low strength wastewater: a novel application of fuzzy logic based simulation in MATLAB. *Computers & Chemical Engineering*, 2022, vol. 166, p. 107944.
61. SELA, Salma Katun, et al. Utilization of prawn to reduce the value of BOD and COD of textile wastewater. *Cleaner Engineering and Technology*, 2020, vol. 1, p. 100021.

62. VALERO BAQUERO, Alberto Antonio. Introducción a condiciones in vitro y análisis cualitativo de componentes fitoquímicos de yacón (*smallanthus sonchifolius* poepp. Et endl). 2017.
63. QUISPE, Pablo Daniel Quino. Evaluación de aguas residuales bajo el tratamiento a diferentes temperaturas de coagulación-floculación con semillas de Durazno (*Prunus pérsica*), Tuna (*Opuntia ficus indica*) y cáscara de Papa (*Solanum tuberosum*) del río Jillusaya. *Apthapi*, 2020, vol. 6, no 1, p. 1839-1852.
64. PANDURO HURTADO, Celeste Carolina; SAAVEDRA MEZA, Christopher Louis. Almidón de *Artocarpus altilis* para tratar aguas residuales domésticas y propuesta de reúso. 2023.
65. CABELLO MENDOZA, Cynthia Lizbeth; LAZARO YAURI, Maria Stefany. Influencia de la concentración de linaza y tiempo de coagulación en la remoción de la demanda química de oxígeno de las aguas residuales del mercado Modelo de Huancayo a nivel de laboratorio. 2023.
66. CAMARENA FLORES, Judith. Influencia de la concentración de Aloe vera, tiempo de coagulación y tiempo de floculación en la disminución de la demanda bioquímica de oxígeno en el tratamiento de agua residual doméstica. 2022.

# ANEXOS

## Anexo 1. Matriz de consistencia.

Ámbito temático	Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	ESCALA DE MEDICIÓN
Uso de coagulantes naturales para eliminación de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023.	¿De qué manera se usó los coagulantes naturales para eliminación de demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023?	Evaluar el uso de coagulantes naturales para la eliminación de demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023	El uso de coagulantes naturales elimina de manera significativa la demanda de oxígeno en aguas residuales de PTAR, 2023.	VI: coagulantes naturales	Coagulantes Naturales: Son de origen natural (Plantas) Son empleadas con el fin de realizar el tratamiento de las aguas, estas son más efectivas para realizar el tratamiento de aguas residuales obteniendo un rango de turbidez bajo o mediano. (Nath. 2021). Smallanthus Sonchifolius (Yacón): Es una planta sus raíces son dulces y se puede consumir crudas por la ausencia de almidón tiene reservas de energía en forma de fructooligosacáridos e inulina. (Marques. 2023).	Para el uso del coagulante natural Smallanthus Sonchifolius (yacón) se analizó las dimensiones desde la obtención del coagulante, caracterización de las aguas tratadas y condiciones de los efectos.	Obtención del coagulante	Secado Tamaño de particulado	mg/l	Escala Ordinal
	<b>Problema Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>				Caracterización del coagulante	Parámetros FQ	g mg/L	Escala Ordinal
	P.E.1 ¿Será posible la obtención del coagulante para eliminar la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023?	O.E. 1 Investigar cómo se obtendrá el coagulante para la eliminación de la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023.	H.E. 1 La obtención del coagulante se da para la eliminación de la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023.				Condiciones de operación	Efecto de dosis Efecto de temperatura	mg/L °C	Escala Ordinal
	P.E.2 ¿Cómo se caracterizará el coagulante para eliminar la demanda de en aguas residuales PTAR, 2023?	O.E. 2 Estudiar la caracterización del coagulante para la eliminación de la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023.	H.E. 2 La caracterización del coagulante se da para la eliminación de la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023.							
	P.E.3 ¿Cuáles son las condiciones operativas que eliminan la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023?	O.E.3 Establecer las condiciones de operación para la eliminación de la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023.	H.E. 3 Las condiciones operativas se dan para la eliminación de la demanda de oxígeno en aguas residuales PTAR, 2023.	VD: Eliminación de demanda de oxígeno	Eliminación de DBO: Con respecto de la eliminación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) comprende o representa la cantidad de oxígeno disuelto que los organismos ingieren cuando la materia orgánica se desprende del agua (Zahmatkesh et al. 2023). Las aguas tratadas posteriormente son vertidas a algún medio acuático, pero antes se debe tener la seguridad de que no exista ningún tipo de bacteria dentro de ella, ya que si no estaríamos afectando a la fauna del cuerpo receptor (Ravichandran et al. 2022).	Para la demanda biológica de oxígeno se realizará la evaluación de los coagulantes como materia biodisponible.	Parámetros Físico Químicos	Demanda de bioquímica de oxígeno.	UNT Ordinal °C Pt/Co escala	Escala Ordinal

Fuente: Elaboración Propia.

## **Anexo 2.** Solicitud de validación de instrumentos de recojo de información

|

**SOLICITUD:** Validación de  
instrumento de recojo de información.

Sr.: Dr. Fernando Antonio, Sernaque Auccahuasi

Yo, Cordova Rucoba Carol Catherine y Powoalno Cerquin, Angie Julla, identificado (s) con DNI N° 46754056 y 73498649, respectivamente, alumnos(a) de la EP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto nos presentamos y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando cuyo título "Uso de coagulantes naturales para la eliminación de demanda de oxígeno en aguas residuales de PTAR, 2023, solicito a Ud. se sirva validar los instrumentos que le adjuntamos bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Matriz de operacionalización de variables
- Instrumentos
- Fichas de validación de instrumentos

A usted, rogamos acceder nuestra petición.

Lima, 18 de diciembre de 2023

**SOLICITUD:** Validación de instrumento de recojo de información.

Sr.: Dr. Espinoza Farfan, Eduardo Ronald

Yo, Cordova Rucoba Carol Catherine y Powosino Cerquin, Angie Julia, identificado (s) con DNI N° 46754056 y 73498649, respectivamente, alumnos(a) de la EP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto nos presentamos y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando cuyo título "Uso de coagulantes naturales para la eliminación de demanda de oxígeno en aguas residuales de PTAR, 2023, solicito a Ud. se sirva validar los instrumentos que le adjuntamos bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Matriz de operacionalización de variables
- Instrumentos
- Fichas de validación de instrumentos

A usted, rogamos acceder nuestra petición.

Lima, 18 de Diciembre de 2023

**SOLICITUD:** Validación de instrumento de recojo de información.

Sr.: Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales |

Yo, Cordova Rucoba Carol Catherine y Powosino Cerquin, Angie Julia, identificado (s) con DNI N° 46754056 y 73498649, respectivamente, alumnos(a) de la EP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto nos presentamos y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando cuyo título **“Uso de coagulantes naturales para la eliminación de demanda de oxígeno en aguas residuales de PTAR, 2023,** solicito a Ud. se sirva validar los instrumentos que le adjuntamos bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Matriz de operacionalización de variables
- Instrumentos
- Fichas de validación de instrumentos

A usted, rogamos acceder nuestra petición.

Lima, 18 de Diciembre de 2023

**Anexo 3.** Ficha de recolección de datos (Coagulantes Naturales) y validación de los instrumentos.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		
<b>TÍTULO:</b>	Uso de coagulantes naturales para la eliminación de demanda de oxígeno en aguas residuales de PTAR, 2023.	
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN</b>	Calidad y gestión de los recursos naturales	
<b>RESPONSABLES:</b>	Cordova Rucoba, Carol Catherine Powosino Cerquin, Angie Julia	
<b>ASESORA:</b>	Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline	
<b>FICHA 1:</b>	<b>RECOLECCIÓN DE DATOS (COAGULANTES NATURALES)</b>	
<b>LUGAR DE ADQUISICIÓN DEL COAGULANTE:</b>		
<b>TIPO DE COAGULANTE:</b>		
<b>NOMBRE DEL COAGULANTE:</b>		
<b>DESCRIPCIÓN DEL COAGULANTE:</b>		
<b>UBICACIÓN</b>		
<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>DISTRITO</b>
<b>CANTIDAD</b>	<b>FECHA</b>	<b>TIPO DE MATERIAL</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°1

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfan**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Director de la escuela de Ingeniería Ambiental/UCV Campus LIMA- ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de datos (coagulantes naturales)**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Cordova Rucoba Carol Catherine- Powosino Cerquin, Angie Julia**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>90%</b>
------------



Lima, 18 de Diciembre del 2023

DNI: 40231227

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente investigador de la escuela de Ingeniería Ambiental/UCV Campus LIMA- ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de recursos naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de datos (coagulantes naturales)**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Cordova Rucoba Carol Catherine- Powosino Cerquin, Angie Julia**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

**90%**



Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales  
DNI 40323063

Lima, 18 de Diciembre del 2023

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Fernando Antonio, Sernaque Auccahuasi**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente investigador de la escuela de Ingeniería Ambiental/UCV Campus LIMA- ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de recursos naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de datos (coagulantes naturales)**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Cordova Rucoba Carol Catherine- Powosino Cerquin, Angie Julia**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<b>SI</b>
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>90%</b>
------------



DNI: 07268863

Lima, 18 de Diciembre del 2023

**Anexo 4.** Ficha de recolección del agua residual de la PTAR (Ramiro Priale) y validación de instrumentos.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		
TÍTULO:	Uso de coagulantes naturales para la eliminación de demanda de oxígeno en aguas residuales de PTAR, 2023.	
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales	
RESPONSABLES:	Cordova Rucoba, Carol Catherine Powosino Cerquin, Angie Julia	
ASESORA:	Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline	
FICHA 2:	FICHAS DE RECOLECCIÓN DEL AGUA RESIDUAL DEL PTAR (RAMIRO PRIALE)	
ENCARGADO:		
NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA:		
TIPO DE CUERPO DE AGUA:	<input type="text"/>	
UBICACIÓN		
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
COORDENADAS		
X	Y	M. S. N. M
DATOS		
TIPO DE MUESTREO:		
FECHA:		
HORA:		
VOLUMEN RECOLECTADO:		

**Fuente:** Elaboración Propia.

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°2

### V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfan**  
 5.2. Cargo e institución donde labora: **Director de la escuela de Ingeniería Ambiental/UCV Campus LIMA- ESTE**  
 5.3. Especialidad o línea de investigación:  
 5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de agua residual del PTAR (Ramiro Priale)**  
 5.5. Autor(A) de Instrumento: **Cordova Rucoba Carol Catherine- Powosino Cerquin, Angie Julia**

### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



Lima, 18 de Diciembre del 2023

DNI: 40231227

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**  
 5.2. Cargo e institución donde labora: **Docente investigador de la escuela de Ingeniería Ambiental/UCV Campus LIMA- ESTE**  
 5.3. Especialidad o línea de investigación:  
 5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de agua residual del PTAR (Ramiro Priale)**  
 5.5. Autor(A) de Instrumento: **Cordova Rucoba Carol Catherine- Powosino Cerquin, Angie Julia**

### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<b>SI</b>
-

### VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>90%</b>
------------



Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales  
DNI 40323063

Lima, 18 de Diciembre del 2023

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°2

### V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Fernando Antonio, Sernaque Auccahuasi**  
 5.2. Cargo e institución donde labora: : **Docente investigador de la escuela de Ingeniería Ambiental/UCV Campus LIMA- ESTE**  
 5.3. Especialidad o línea de investigación:  
 5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de agua residual del PTAR (Ramiro Priale)**  
 5.5. Autor(A) de Instrumento: **Cordova Rucoba Carol Catherine- Powosino Cerquin, Angie Julia**

### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



DNI: 07268863

Lima, 18 de Diciembre del 2023

**Anexo 5.** Ficha de análisis fisicoquímicos y biológicos de las aguas residuales de PTAR y validación de instrumentos.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>			
TÍTULO:	Uso de coagulantes naturales para la eliminación de demanda de oxígeno en aguas residuales de PTAR, 2023.		
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales		
RESPONSABLES:	Córdova Rucoba, Carol Catherine Powasino Cerquin, Angie Julia		
ASESORA:	Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline		
FICHA 3:	ANÁLISIS DE LOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES		
FECHA:		HORA:	
ENCARGADO:			
VOLUMEN PARA LA CCM:			
VOLUMEN DE MUESTRA PARA EL ANÁLISIS:			

**Fuente:** Elaboración Propia.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE LA MUESTRA								
	PHmetro	Turbidez	DBO	DQO	ST	Color	Olor	Fitotoxicidad
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

**Fuente:** Elaboración Propia.

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°3

### IX. DATOS GENERALES

- 9.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfan**  
 9.2. Cargo e institución donde labora: **Director de la escuela de Ingeniería Ambiental/UCV Campus LIMA- ESTE**  
 9.3. Especialidad o línea de investigación:  
 9.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de análisis fisicoquímico y biológico de las aguas residuales de la PTAR**  
 9.5. Autor(A) de Instrumento: **Cordova Rucoba Carol Catherine- Powosino Cerquin, Angie Julia**

### X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<b>SI</b>
-

### XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>90%</b>
------------



Lima, 18 de Diciembre del 2023

DNI: 40231227

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### IX. DATOS GENERALES

- 9.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**  
 9.2. Cargo e institución donde labora: **Docente investigador de la escuela de Ingeniería Ambiental/UCV Campus LIMA- ESTE**  
 9.3. Especialidad o línea de investigación:  
 9.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de análisis fisicoquímico y biológico de las aguas residuales de la PTAR**  
 9.5. Autor(A) de Instrumento: **Cordova Rucoba Carol Catherine- Powosino Cerquin, Angie Julia**

### X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>90%</b>
------------



Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales  
DNI 40323063

Lima, 18 de Diciembre del 2023

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°3

### IX. DATOS GENERALES

- 9.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Fernando Antonio, Sernaque Auccahuasi**  
 9.2. Cargo e institución donde labora: : **Docente investigador de la escuela de Ingeniería Ambiental/UCV Campus LIMA- ESTE**  
 9.3. Especialidad o línea de investigación:  
 9.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de análisis fisicoquímico y biológico de las aguas residuales de la PTAR**  
 9.5. Autor(A) de Instrumento: **Cordova Rucoba Carol Catherine- Powosino Cerquin, Angie Julia**

### X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<b>SI</b>
-

### XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

**90%**



DNI: 07268863

Lima, 18 de Diciembre del 2023

**Anexo 6.** Carta dirigida a SEDAPAL solicitando muestra de agua residual de la PTAR de Tarjea.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

San Juan de Lurigancho, 20 de setiembre de 2023

**CARTA N° 430-2023/EP-ING.AMB.UCV-DN**

Señores  
**SEDAPAL – ATARJEA**  
Presente.-

*De mi especial consideración:*

Nos place extenderles un cordial saludo y presentarles en esta ocasión, a la estudiante Angie Powasino Cerquin, identificada con DNI N° 73498649, con código de estudiante N° 7002274832 matriculada en el ciclo X de la Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo - Campus San Juan de Lurigancho; solicitar a usted la autorización para que le brinden 100 litros de Aguas Residuales para elaboración de tesis y la estudiante realicen un trabajo de investigación, "Coagulante natural para la eliminación de demanda de oxígeno y Fitotoxicidad en aguas residuales PTAR, 2023".

Consideramos que este estudio impactará positivamente en su institución y en la sociedad; y, permitirá que las estudiantes realicen su trabajo de investigación dada la importancia del tema a tratar.

Agradeciéndoles por la atención a la presente, aprovechamos la oportunidad para reiterarles nuestra más alta consideración y estima, y vuestro apoyo al Departamento de Investigación de esta casa de estudios.

Atentamente,



**Dr. Eduardo R. Espinoza Farfán**  
**Director Nacional**  
**C.P. Ingeniería Ambiental**  
**Universidad César Vallejo Lima Este**

<b>SEDAPAL</b>	
MESA DE PARTES-COP-LA ATARJEA	
28 SET. 2023	
RECIBIDO	
Hora: 12:28	Nº Exp.: 112981
Recibido por: 4	

**Anexo 7. Certificados de los equipos utilizados en laboratorio de Biotecnología.**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
PQ-0012-2022**

Página 1 de 2

Expediente : OTF22-002  
Solicitante : UNIVERSIDAD CEBAR VALLEJO S.A.C.  
Dirección : AV. PARQUE N° 840 - SAN JUAN DE LURIGANCHO  
Instrumento : COLORIMETRO PORTATIL  
Alcance de Indicación : 610 nm  
Gama dimensión onda : 420 nm 0 620 nm  
Clase de Exactitud : No Indica  
Marca : HACH  
Modelo : DR890  
Tipo de Indicación : Digital  
Procedencia : USA  
Número de Serie : 121196C92859  
Código de Identificación : D07006154  
Ubicación : LABORATORIO BIOTECNOLOGIA  
Fecha de Calibración : 2022 - 11 - 30  
Fecha de Emisión : 2022 - 12 - 01

**Método de Calibración: Empleado**

Método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del instrumento y disoluciones patrón.

**Observaciones**

(\*) Obtenida a partir de la División Mínima de Escala (d) del equipo.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

PRESITEC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

(\*\*) Se adhirió una etiqueta "Calibrado" al equipo indicando la fecha de realizado.



HCFFQ-05-Rev 00

AV. PERU NRO. 236 URB. HUAQUILLAY LIMA - LIMA - COMAS TEL.: 983466251 / WEB: www.precitecsac.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PQ-0012-2022**

Página 2 de 2

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del National Institute of Standards and Technology (NIST) en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón de PRESITEC	
	Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo
REACTIVO		
	IK 1286-2021	INAC 4521 2021

**Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	20.5 °C	20.8 °C
Humedad Relativa	66 %	69 %

**Resultados de Calibración**

LONGITUD DE ONDA	Valor Certificado	Lectura de equipo	Error	Incertidumbre 0 (k=2)
	0	0	0	0
420 nm	420.00	0.00	0.00	0.00
500 nm	500.00	0.25	0.00	0.00
550 nm	550.00	0.10	0.00	0.00
610 nm	610.00	0.10	0.00	0.00

**Incertidumbre**

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100-2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones (GUM)", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre (expandida (U)) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre estándar combinada (u) por el Factor de Cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un Nivel de Confianza de aproximadamente 95%.

Fin del Certificado de Calibración

HCPFQ-05-Rev 00

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
PM-049-2022**

Página 1 de 3

Expediente	: OTF22-806
Solicitante	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
Dirección	: AV. PARQUE N° 648 - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Instrumento	: BALANZA ANALITICA (0.0001 g)
Funcionamiento	: NO AUTOMÁTICO
Alcance de Indicación	: 0 g a 220 g
Div. Min. de Escala (e)	: 0.0001 g
Div. de Verificación (e)	: 0.001 g (*)
Clase de Exactitud	: CLASE II (**)
Capacidad Mínima	: 10 E (***)
Marca	: SARTORIUS
Modelo	: QUINTIX224 -1S
Tipo	: ELECTRÓNICA
Procedencia	: ALEMANIA
Número de Serie	: 34650293
Código de Identificación	: D0786634
Ubicación	: BIOTECNOLOGIA
Fecha de Calibración	: 2022 - 11 - 30
Fecha de Emisión	: 2022 - 12 - 01

**Método de Calibración: Empleo**

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones utilizando el procedimiento INACAL-DM PC-011: 2019 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II".

**Observaciones**

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

PRESITEC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

Se adhirió una etiqueta "Calibrado" a la balanza indicando la fecha de realización.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

(\*) El valor de división de verificación (e) se escogió de acuerdo PC-011 Ed. 2019, ver 10.1 o manual de fabricante.

Se calibra hasta el alcance de 220 g



HCPP03-01



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PM-049-2022**

Página 2 de 3

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Instituto Nacional de Calidad INACAL-DM en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Patrón de Trabajo	Patrón de Pesación Certif./ Inf. Calibración
Pesas Acero Inoxidable (Clase de Exactitud E2)	KOISSOMET PE21-C-1136

**Resultados de Calibración**

**Inspección Visual**

Ajuste de Cero	TIENE
Oscilación Libre	TIENE
Plataforma	TIENE
Sistema de Traba	NO TIENE

Escala	NO TIENE
Cursor	NO TIENE
Nivelación	TIENE

**Ensayo de Repetibilidad**

Condiciones Ambientales	Inicio	Fin
Temperatura	25.0 °C	25.8 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

N° Evento	Carga (g)	I (g)	E (g)
1	110.0000	110.0001	0.00010
2		110.0000	0.00000
3		110.0002	0.00020
4		109.9999	-0.00010
5		109.9999	-0.00010
6		110.0000	0.00000
7		110.0001	0.00010
8		110.0000	0.00000
9		110.0000	0.00000
10		110.0002	0.00020
E. Máx. - E. Mín.		0.0003	g
e.m.p		± 0.0020	g

N° Evento	Carga (g)	I (g)	E (g)
1	220.0000	220.0001	0.00010
2		220.0001	0.00010
3		220.0000	0.00000
4		219.9999	-0.00010
5		220.0001	0.00010
6		220.0001	0.00010
7		219.9999	-0.00010
8		220.0002	0.00020
9		220.0001	0.00010
10		220.0000	0.00000
E. Máx. - E. Mín.		0.0003	g
e.m.p		± 0.0030	g

HCPP03-01

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PM-049-2022**

Página 3 de 3

**Ensayo de Pesaje**

Condiciones Ambientales	Inicio	Fin
Temperatura	25.2 °C	25.7 °C
Humedad Relativa	64 %	65 %

N° Evento	Carga (g)	Prueba de Aforo			Prueba de Descenso			e.m.p. (±g)
		I (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	E (g)	Ec (g)	
0	0.0010	0.0009	-0.0001					
1	0.1000	0.1001	0.0001	0.0002	0.1003	0.0003	0.0004	0.001
2	1.0000	1.0002	0.0002	0.0003	1.0006	0.0006	0.0007	0.001
3	5.0000	5.0003	0.0003	0.0004	5.0007	0.0007	0.0008	0.001
4	10.0000	10.0004	0.0004	0.0006	10.0008	0.0008	0.0009	0.001
5	25.0000	25.0002	0.0002	0.0003	24.9997	-0.0003	-0.0002	0.001
6	50.0000	50.0000	0.0000	0.0001	50.0000	0.0000	0.0001	0.001
7	110.0000	110.0001	0.0001	0.0000	110.0002	0.0002	0.0003	0.002
8	120.0000	120.0001	0.0001	0.0002	120.0000	0.0000	0.0001	0.002
9	150.0000	149.9999	-0.0001	0.0000	150.0000	0.0000	0.0001	0.002
10	180.0000	179.9999	-0.0001	0.0000	180.0001	0.0001	0.0002	0.002
11	200.0000	200.0000	0.0000	0.0001	199.9999	-0.0001	0.0000	0.002
12	220.0000	220.0001	0.0001	0.0002	220.0001	0.0001	0.0002	0.002

**Ensayo de Excentricidad**

Condiciones Ambientales	Inicio	Fin
Temperatura	25.4 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	65 %	64 %

Poids Charge	Determinación de Error Eo			Determinación de Error Corregido Ec			e.m.p. (±g)	
	Carga (g)	I (g)	E (g)	Carga (g)	I (g)	E (g)		Ec (g)
0		0.00101	0.0000		70.0001	0.0001	0.0001	
1	0.00101	0.00099	0.0000	70.0000	70.0000	0.0000	0.0000	0.002
2		0.00102	0.0000		70.0001	0.0001	0.0001	
3		0.00101	0.0000		70.0001	0.0001	0.0001	
4		0.00101	0.0000		69.9999	-0.0001	-0.0001	

Donde: e.m.p. Error Máximo Permitido para Balanzas de Funcionamiento No Automático

con Clase de Exactitud

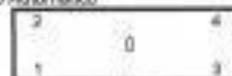
I, R: Indicación o lectura de la balanza en gramos (g)

NL: Carga agregada

E: Error encontrado

Ec: Error en cero

Ec: Error corregido



Vista frontal

Lectura Corregida

$$R_c = R - 0.017 \times 10^{-7} \times R$$

Incert. de Medición

$$U = 2 \times \sqrt{3.405 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 0.419 \times 10^{-12} \times R^2}$$

**Incertidumbre**

La Incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en-2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en-2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones (GUM)", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un Nivel de Confianza de aproximadamente 95%.

Fin del Certificado de Calibración

HCP05-01

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT-029-2022**

Página 1 de 3

Expediente : OTF22-003  
 Solicitante : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.  
 Dirección : AV. PARQUE N° 640 - SAN JUAN DE LURIGANCHO

Equipo de Medición : ESTUFA DE SECADO DIGITAL  
 Marca : BINOR  
 Modelo : ED 115 E3  
 Procedencia : UK  
 Código de Identificación : D07006642  
 Número de Serie : 15 - 10040  
 Temperatura de trabajo : 300°C  
 Ventilación : FORZADO  
 Lugar de Calibración : LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA  
 Carga : 0%

Instrumento de Medición :

Nombre	Marca/ Modelo	Código de identificación	Alcance de indicación	División mínima	Tipo de indicación
BINOR	ED 115 E3	D07006642	Amb. + 5 °C a 300 °C	1 °C	Digital

Fecha de Calibración : 2022-11-30

Fecha de Emisión : 2023-12-01

**Método de Calibración Empleado**

La calibración se realizó empleando el Método de Comparación Directa entre las indicaciones de lectura del controlador de temperatura del equipo a calibrar y un termómetro digital con un termopar Patrón, utilizando como referencia el Procedimiento de INDECOPI/SNM "PC-018/Ed. 02 - Junio 2009: Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático".

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,2	20,4
Humedad (%)	65	66

**Observaciones**

1 - Se programó el controlador del equipo en 300 °C para temperatura de trabajo.

2 - El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de aproximadamente 2 horas.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

PRESITEC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas en el presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.



HCT-02 Rev.00

AV. PERU NRO. 236 URB. HUAQUILLAY LIMA - LIMA - COMAS TEL.- 983466251 / WEB: www.precitecsac.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT-029-2022**

Página 2 de 3

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Temperatura del Instituto Nacional de Calidad INACAL-DM en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Patrón de Referencia	Certificado / Informe de Calibración	Patrón Utilizado PRESITEC	Certificado / Informe de Calibración
Termómetro de indicación Digital con incertidumbre del orden de 1,2 °C	INACAL-DM (LT-170-2021) (LT-171-2021)	Indicador Digital (PT-04) con incertidumbre del orden de 3 °C	UNIMETRO S.A.C. CT-012-2022

**Resultados de la calibración:**

**CALIBRACIÓN PARA 300 °C ± 5 °C**

TIEMPO (min.)	Temperatura Termómetro del equipo (°C)	Temperatura Patrón (°C)	Corrección (°C)
0	300	300	0.0
1	300	300	0.0
2	300	300	0.0
3	300	300	0.0
4	300	300	0.0
5	300	300	0.0
6	300	300	0.0
7	300	300	0.0
8	300	300	0.0
9	300	300	0.0
10	300	300	0.0
11	300	300	0.0
12	300	300	0.0
13	300	300	0.0
14	300	300	0.0
15	300	300	0.0
16	300	300	0.0
17	300	300	0.0
18	300	300	0.0
19	300	300	0.0
20	300	300	0.0
21	300	300	0.0
22	300	300	0.0
23	300	300	0.0
24	300	300	0.0
25	300	300	0.0
26	300	300	0.0
27	300	300	0.0
28	300	300	0.0
29	300	300	0.0
30	300	300	0.0
Y PROM	300.0	300.0	0.0
Y MAX	300.0	300	
Y MIN	300.0	300	
DTT	0.0	0	

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT-029-2022**

Página 3 de 3

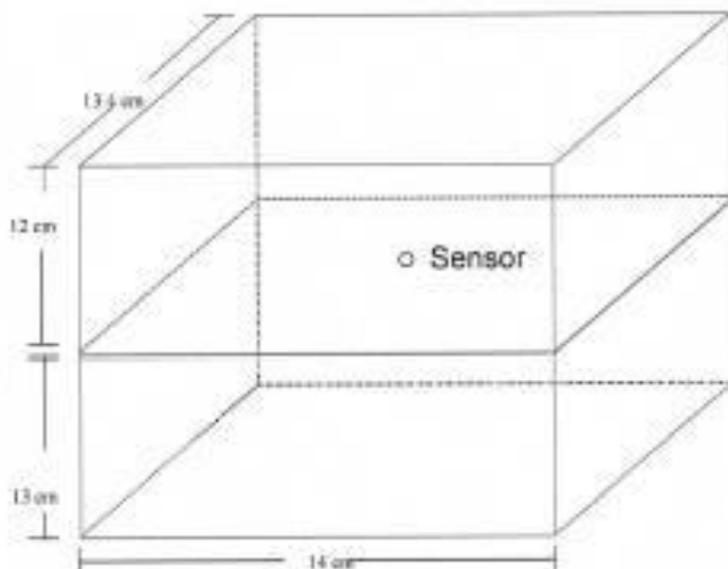
PARÁMETRO	Valor ( °C )
Máxima Temperatura Medida	300
Mínima Temperatura Medida	300.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0
Estabilidad Medida	± 0.0

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
 T.prom : Promedio de la temperatura de medición para un instante dado.  
 T.MAX : Temperatura máxima.  
 T.MIN : Temperatura mínima.  
 DTT : Desviación de Temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

**Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma: 3,8°C**

**DISTRIBUCIÓN DEL TERMOPAR**



El Termopar o sensor de esta está ubicado en el centro de la mufla.

**Incertidumbre**

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-101-en: 2008 (JCGM 100 2008) y OIML G1-101-en: 2008 (JCGM 101 2008) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones", La cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del certificado de calibración

HCT-02 Rev.00

AV. PFRU N° 23A URB. HUAQUILLAY LIMA - LIMA - COMAS TEL.: 983466251 / WEB: www.precitecsac.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PFQ-024-2022**

Página 1 de 2

Expediente	:	OTF22-003
Solicitante	:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
Dirección	:	AV. PARQUE N° 640 - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Instrumento	:	Medidor de pH de mesa
Alcance de Indicación	:	0.00 pH a 14.0 pH
Div. Min. de Escala (d) (*)	:	0.01 pH
Clase de Exactitud	:	No indica
Marca	:	CRISON
Modelo	:	BASIC 20
Tipo de Indicación	:	Digital
Procedencia	:	No indica
Número de Serie	:	234053
Código de Identificación	:	D07096138
Ubicación	:	BIOTECNOLOGIA
Fecha de Calibración	:	2022 - 11 - 30
Fecha de Emisión	:	2022 - 12 - 01

**Método de Calibración Empleado**

Método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del instrumento y disoluciones patrón. Tomando como referencia el procedimiento INDECOPI/SNM PC-020: 2010 "Procedimiento de calibración de medidores de pH"

**Observaciones**

(\*) Obtenida a partir de la División Mínima de Escala (d) del equipo.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

PRESITEC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

(\*\*) Se adhirió una etiqueta "Calibrado" al equipo indicando la fecha de realizado.



Ed. Guido Cristóbal  
de Metrología

HCPFG-05-Rev 00



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PFQ-024-2022

Página 2 de 2

### Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del National Institute of Standards and Technology (NIST) en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón de PRESITEC	
Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certif / Inf. Calibración
Disolución Tampón 4.00 PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LI.190265(A) U(k=2) ±0.14	SI Analytics GmbH DIN 55 350
Disolución Tampón 7.00 PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LI.1160115(A) U(k=2) ±0.13	SI Analytics GmbH DIN 55 350
Disolución Tampón 10.00 PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LI.170124(A) U(k=2) ±3	SI Analytics GmbH DIN 55 350
Disolución Tampón 12.83 mS PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LI.170124(A) U(k=2) ±3	SI Analytics GmbH DIN 55 350

### Condiciones Ambientales

Condiciones Ambientales	Mínima	Máxima
Temperatura	20.3 °C	20.8 °C
Humedad Relativa	88 %	89 %

### Resultados de Calibración

Temperatura de Ensayo (°C)	Valor Certificado pH	Lectura de equipo pH	Error pH	Incertidumbre pH (k=2)
25.0	4.00	5.99	-0.01	0.14
24.3	7.00	7.01	0.01	0.14
24.8	10.01	10.02	0.01	0.15

### Incertidumbre

La Incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones (GUM)", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un Nivel de Confianza de aproximadamente 95%.

Fin del Certificado de Calibración

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Y TRAZABILIDAD

N° PF-005-2022

Fecha de emisión: 2022-11-30  
Expediente: 001-2022

<b>UNIDAD BAJO PRUEBA:</b>	<b>FLOCTULADOR PROGRAMABLE</b>		
Marca:	VELP	Alcance de indicación:	0 rpm a 300 rpm
Modelo:	F105 AO 100	División de escala:	1 rpm
Serie:	221324	Procedencia:	NO INDICA
Identificación:	D07006636		
Ubicación:	BIOTECNOLOGIA		

**SOLICITANTE:** UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.  
**Dirección:** AV. PARQUE N° 640 - SAN JUAN DE LURIGANCHO

**DE LA CALIBRACIÓN:** Fecha: 2022-11-30  
Lugar: BIOTECNOLOGIA - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.  
Método: Comparación directa con tacómetro patrón.

**CONDICIONES AMBIENTALES:**

	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	69 %	61 %

**PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
NIST	Tacómetro Digital	LTF-C125-2021 INACAL DM

**RESULTADO DE LAS MEDICIONES:**

VALOR NOMINAL DEL EQUIPO (rpm)	INDICACION DEL PATRÓN	CORRECCIÓN (rpm)	INCERTIDUMBRE (rpm)
10	9,9	-0,1	1
150	150,6	0,6	1
300	301,0	1,0	1

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

**OBSERVACIONES:**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT - 019 - 2022**

Página 1 de 5

Expediente : QTF23-002  
 Solicitante : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.  
 Dirección : Av. PARQUE N° 640 - SAN JUAN DE LURIGANCHO  
 Equipo de Medición : D.B.O. Incubadora Refrig  
 Marca : VELP  
 Modelo : F10400143  
 Procedencia : No Indica  
 Código de Identificación : D07006639  
 Número de Serie : 203914  
 Temperatura de trabajo : 43°C  
 Ventilación : NATURAL  
 Lugar de Calibración : BIOTECNOLOGIA  
 Carga : 0%

Nombre	Marca/ Modelo	Código de Identificación	Alcance de Indicación	División mínima	Tipo de Indicación
D.B.O. Incubadora Refrig	VELP	D07006639	3 °C a 60 °C	0,1 °C	Digital

Fecha de Calibración : 2023-11-30  
 Fecha de Emisión : 2023-12-01

**Método de Calibración Empleado**

La calibración se realizó empleando el Método de Comparación Directa entre las indicaciones de lectura del controlador de temperatura del equipo a calibrar y un termómetro digital con 10 termopares, utilizando el Procedimiento de INDECOPISNM "PC-018.Ed. 02 - Junio 2006: Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medida Isotermos con Aire como Medio Termostático".

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20.2	20.4
Humedad (%)	66	66

**Observaciones**

- Se programó el controlador del equipo en 43.0 °C para temperatura de trabajo.
  - El tiempo de calentamiento fue de 83 minutos y estabilización del equipo fue de aproximadamente 60 minutos.
  - La tolerancia usada es de 1,0 °C según proceso indicado por el usuario.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.  
 PRESITEC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.  
 El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.  
 El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.



HCT-02 Rev.00

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT - 019 - 2022**

Página 2 de 5

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Temperatura del Instituto Nacional de Calidad INACAL-DM en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

Patrón de Referencia	Certificado / Informe de Calibración	Patrón Utilizado PRESITEC	Certificado / Informe de Calibración
Termómetro de indicación Digital con incertidumbre del orden de 0.021 °C a 0.07 °C	INACAL-DM LY-2017-2021	Indicador Digital (PT-04) digitalogger 10 sensores (K 1-10) con incertidumbre del orden de 0.3 °C	PROYECTOS PESACON PM-005-2022

**Resultados de la calibración:**

**CALIBRACIÓN PARA 43 °C**

TIEMPO (min.)	T ind. (°C) Termómetro del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	43.0	43.1	43.0	43.1	43.0	43.2	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.60
2	43.0	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.60
4	43.0	43.1	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.66
6	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.2	42.6	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.66
8	43.0	43.1	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.66
10	43.1	43.1	43.0	43.0	43.0	43.2	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.66
12	43.1	43.1	43.0	43.1	43.0	43.2	42.7	43.4	43.1	42.8	43.0	43.0	0.70
14	43.1	43.1	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.60
16	43.1	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.66
18	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.66
20	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.2	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.60
22	43.0	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	42.7	43.3	43.2	42.8	42.9	43.0	0.60
24	43.0	43.1	43.1	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.66
26	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.2	43.1	42.8	43.0	43.0	0.60
28	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.8	43.3	43.1	42.8	42.9	43.0	0.66
30	42.9	43.0	42.9	43.0	42.9	43.1	42.8	43.2	43.1	42.7	42.9	42.9	0.55
32	42.9	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	42.8	43.1	43.0	42.7	42.9	42.9	0.50
34	42.9	43.0	43.0	43.0	42.9	43.0	42.8	43.2	43.0	42.7	42.9	42.9	0.60
36	42.9	42.9	42.9	43.0	42.9	43.0	42.8	43.1	43.0	42.7	42.9	42.9	0.55
38	43.0	42.9	42.9	43.0	42.9	43.0	42.5	43.1	43.0	42.6	42.9	42.9	0.60
40	43.0	43.0	42.9	43.0	42.9	43.2	42.5	43.1	42.9	42.7	43.0	42.9	0.66
42	43.0	42.9	42.9	42.9	42.9	43.0	42.8	43.2	43.0	42.7	42.9	42.9	0.60
44	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	42.9	43.0	0.60
46	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.0	42.8	42.9	43.0	0.60
48	42.9	43.0	42.9	42.9	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	42.9	43.0	0.66
50	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.8	43.3	43.0	42.8	42.9	43.0	0.70
52	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.60
54	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.66
56	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.4	43.1	42.8	43.0	43.0	0.70
58	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.4	43.1	42.8	43.0	43.0	0.70
60	42.9	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.2	42.8	43.0	43.0	0.66
T.PROM	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.8	43.3	43.1	42.7	42.9	43.0	
T.MAX	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.2	42.7	43.4	43.2	42.8	43.0		
T.MIN	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	43.0	42.5	43.1	42.9	42.6	42.9		
DTT	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT - 019 - 2022**

Página 3 de 5

PARÁMETRO	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	43.4	0.2
Mínima Temperatura Medida	42.5	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.25	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	0.6	0.3
Estabilidad Medida	± 0.1	0.04
Uniformidad Medida	0.7	0.3

T PROM - Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T prom - Promedio de la temperatura en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T MAX - Temperatura máxima.

T MIN - Temperatura mínima.

DTT - Desviación de Temperatura en el tiempo.

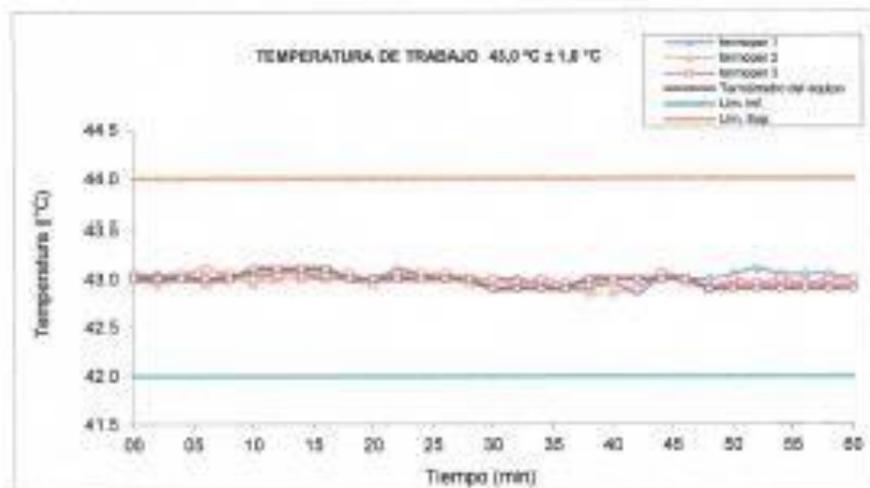
Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del medio (isotermo) **0.8 °C**

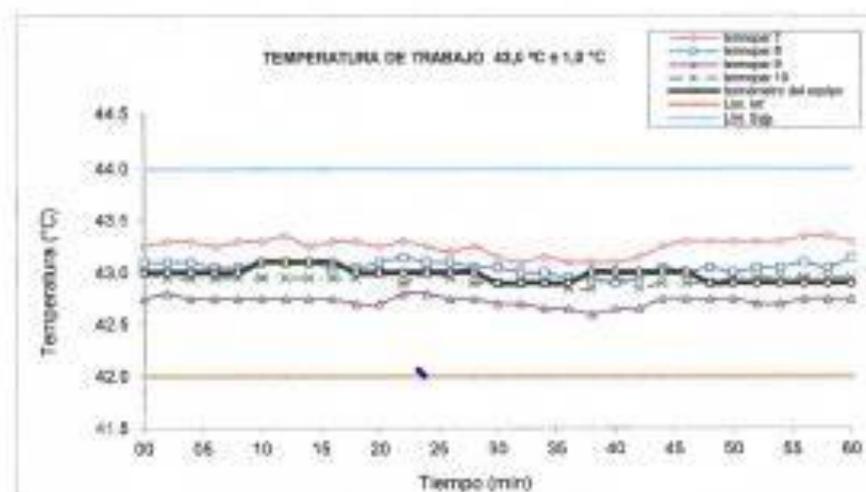
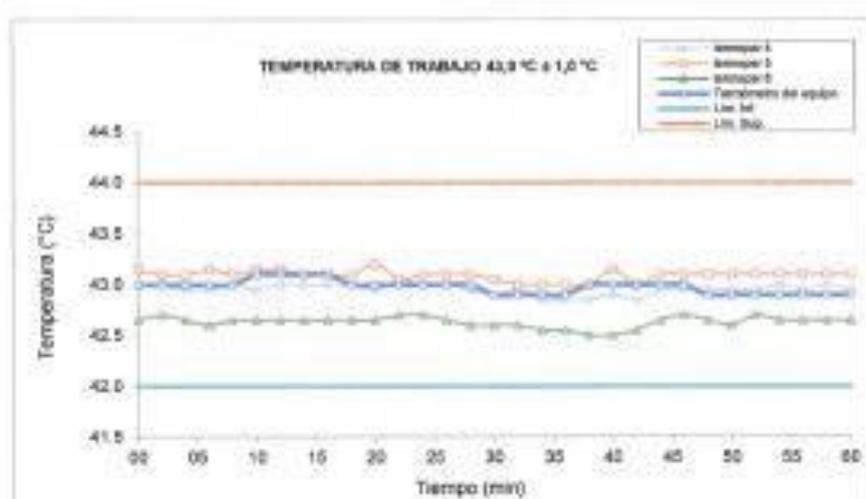
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  máx. DTT.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT - 019 - 2022**

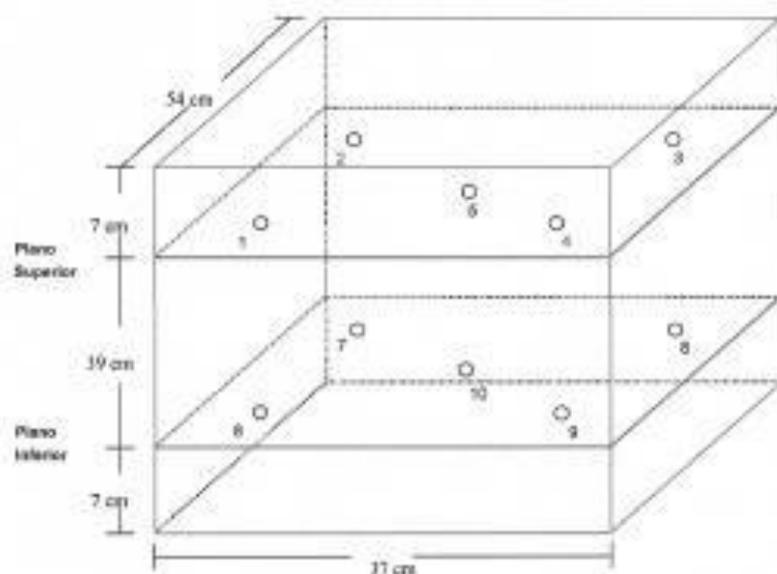
Página 4 de 5



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT - 019 - 2022**

Página 5 de 5

**DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES**



Los termopares del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la bandeja superior.  
Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la bandeja superior.  
Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro del plano superior e inferior, respectivamente.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 4 cm de las paredes laterales y a 4 cm del frente y fondo de la incubadora.

**Incertidumbre**

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100 en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-101 en: 2008 (JCGM 101:2008) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones". La cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor  $k=2$  para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

.....  
Fin del certificado de calibración

## Anexo 6. Recibo digital del informe de originalidad de Turnitin en español.

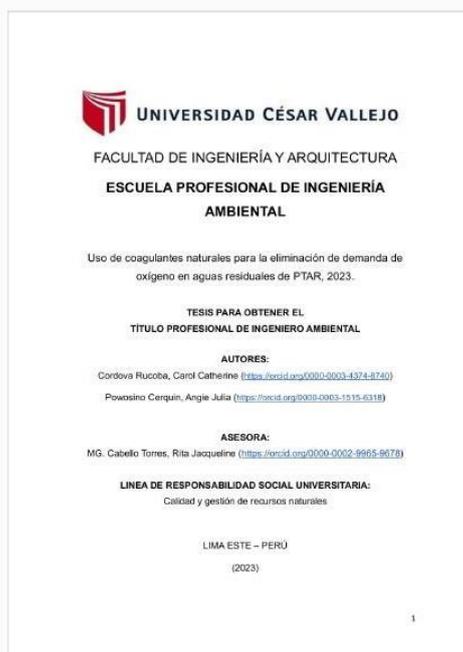


### Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

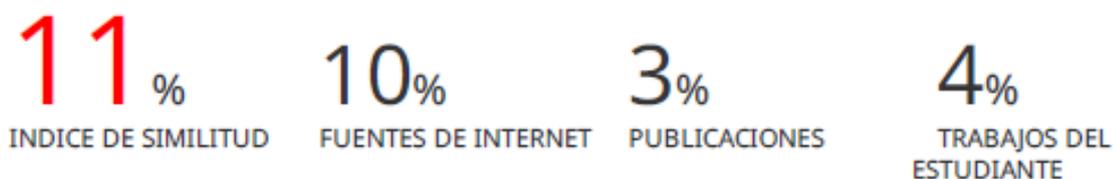
Autor de la entrega: Córdova-powosino Córdova-powosino  
Título del ejercicio: Quick Submit  
Título de la entrega: CÓRDOVA-POWOSINO  
Nombre del archivo: CO\_RDOVA\_-\_POWOSINO\_TURNITIN.docx  
Tamaño del archivo: 10.6M  
Total páginas: 59  
Total de palabras: 11,934  
Total de caracteres: 61,232  
Fecha de entrega: 26-dic.-2023 03:05p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega: 2264962515



## Anexo 7. Informe de originalidad de Turnitin en español.

### CÓRDOVA-POWOSINO

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	idoc.pub Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	1%
6	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	1%
7	www.goconqr.com Fuente de Internet	<1%
8	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
9	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1%