



# FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“REDUCCIÓN DE LA TURBIDEZ EN EL AGUA DE REGADÍO DEL DISTRITO DE CARABAYLLO MEDIANTE EL COAGULANTE NATURAL A BASE DE LA SEMILLA DE DURAZNO (*PRUNUS PERSICA*) EN EL AÑO 2021”

Tesis para optar el título profesional de:  
Ingeniero Ambiental

**Autores:**

Jhon Peter Sanchez Meza  
Grecia Pamela Valencia Rosales

**Asesor:**

Mg. Elifio Gustavo Castillo Gomero

Lima – Perú

2022

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres que, con su apoyo incondicional pudimos culminar nuestra carrera profesional pese a muchas adversidades, y así formarnos ciudadanos de bien para una mejor sociedad.

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por tener la dicha del apoyo incondicional de nuestros padres. Asimismo, agradecemos a nuestro asesor: Mg. Castillo Gomero Elifio Gustavo quien, con su experiencia y conocimiento nos orientó en nuestra investigación de tesis.

## Tabla de contenido

<b>DEDICATORIA</b> .....	2
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	3
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	5
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	6
<b>INDICE DE ECUACIONES</b> .....	7
<b>RESUMEN</b> .....	8
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	9
<b>1.1 Realidad problemática</b> .....	9
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	24
<b>1.3. Objetivos</b> .....	25
<b>1.4. Hipótesis</b> .....	25
<b>CAPÍTULO II. METODO</b> .....	27
<b>2.1. Tipo de investigación</b> .....	27
<b>2.2 Población de estudio</b> .....	27
<b>2.3. Técnicas e instrumentos y recolección de datos</b> .....	29
<b>2.4. Procedimiento</b> .....	33
<b>2.5. Aspectos Éticos</b> .....	39
<b>Capítulo III. RESULTADOS</b> .....	40
<b>3.1. Determinar los parámetros fisicoquímicos iniciales del agua de regadío</b> .....	40
<b>3.2. Identificar la granulometría y dosis adecuada del coagulante natural</b> .....	41
<b>3.3. Calcular el porcentaje de reducción de la turbidez</b> .....	42
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN</b> .....	49
<b>4.1 Discusión</b> .....	49
<b>4.2. Conclusiones</b> .....	51
<b>REFERENCIAS</b> .....	53
<b>ANEXOS</b> .....	59

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Taxonomía de Prunus pérsica .....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 2 Tamaños de malla de granulometría .....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 3 Condiciones de operación.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 4 Materiales utilizados en el laboratorio.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 5 Insumos utilizados en la investigación .....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 6 Materiales utilizados en gabinete .....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 7 Materiales utilizados en campo .....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 8 Parámetros fijos del Test de Jarras .....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 9 Resultados iniciales del agua de regadío del distrito de Carabaylo.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 10 Resultados de la aplicación del coagulante en diferente dosis y granulometrías .....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 11 Resultados de la variabilidad del pH.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 12 Análisis de varianza de 3 factores (Dosis – Granulometría &amp; Dosis * Granulometría).....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 13 Comparación de los resultados de la turbidez .....</i>	<i>47</i>

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Zona de recolección de muestras .....	34
<i>Figura 2</i> Punto de recolección de muestras .....	34
<i>Figura 3</i> Semilla luego de retirar el endocarpio .....	35
<i>Figura 4</i> Semillas de durazno sin endocarpio .....	36
<i>Figura 5</i> Coagulante natural tamizado .....	37

## INDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Numero de tratamientos .....</i>	28
<i>Ecuación 2: Numero de tratamientos totales .....</i>	29

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como principal objetivo reducir la turbidez en el agua de regadío del distrito de Carabaylo mediante el coagulante natural a base de la semilla de durazno en el año 2021, debido que en dicho distrito existen sembríos de hortalizas que son regadas y lavadas con aguas contaminadas de alta turbidez. El tipo de investigación fue aplicada, empleando un diseño experimental, con enfoque cuantitativo. Para la experimentación de la investigación se recolectaron 27 litros de agua, asimismo, in situ se tomaron las medidas iniciales de turbidez, pH, conductividad eléctrica y temperatura, el cual solo el parámetro de turbidez se analizó ya que fue variable de estudio. Luego de aplicar el test de jarras, se determinó la dosis y granulometría óptima para la reducción de turbidez en el agua del distrito de Carabaylo, siendo la dosis de 40 mg/L y granulometría de 0,25 mm (Malla 60), teniendo un 80% de reducción de turbidez, concluyendo que el coagulante natural a base de la semilla de durazno puede reducir significativamente la turbidez del agua de regadío del distrito de Carabaylo.

**Palabras Clave:** Coagulante natural, agua de regadío y turbidez.



## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática

En el ámbito internacional, el modelo actual de desarrollo de la población conlleva una cultura de consumo excesivo del recurso hídrico que no considera los riesgos ambientales asociados a la generación de aguas residuales en el proceso, manejo y transformación de los recursos en la producción de bienes y servicios (Fúneque et al., 2018), de manera la disposición de estos efluentes sin tratamiento en corrientes superficiales como lagos, ríos y océanos, causan contaminación que afecta tanto a la vegetación y la fauna, como a la salud humana, pues representan un foco de infección por contener una variedad de sustancias orgánicas e inorgánicas, sustancias biológicas, compuestos inorgánicos tóxicos y metales pesados (Kumar, et al, 2017).

Además, la contaminación de las aguas superficiales es a causa de las siguientes actividades tales como, el mal procesamiento de los abonos orgánicos, la movilización de los animales, disposición errónea de los residuos y cultivos (Ríos, et al 2017), afectando la calidad del agua en muchos países, principalmente en los países en vías de desarrollo (Li, et al., 2019), comprometiendo el derecho esencial del acceso al agua, el cual simboliza un factor importante en el desarrollo sostenible e integral de los países, el agua superficial básicamente es una fuente de suministro para diversos usos, el cual depende de las características químicas, físicas y biológicas, representando así el 98% del agua dulce no congelada (Subba, 2019).

A nivel nacional, en la mayoría de las regiones del Perú, el agua es el recurso más escaso, según estudios elaborados por el INEI en el 2018 se estimó que el 28.1% de la población de la zona rural no tiene acceso al agua y en la ciudad el 5.6% no tienen acceso a agua. Esto es

un serio problema que con el transcurrir del tiempo, este recurso hídrico empezaría a faltar en grandes cantidades (Ríos-Tobón et al., 2017), pues la localidad de Carabayllo no es ajena a este problema porque, aunque el 86.9% de los habitantes tiene ingreso al agua, se evidencia que la presencia de zonas altas condiciona la poca presión del recurso hídrico para los requerimientos en el servicio de abastecimiento, por lo que las familias recurren a comprar agua insegura (Pineda, 2020).

Asimismo, se evidencian malas prácticas en el cuidado del agua, por ejemplo, la utilización excesiva de fertilizantes en la agricultura y caños naturales que son empleados como canales de descarga de aguas de desagüe de las viviendas, aumentando la materia orgánica en el agua y turbidez ya que estas aguas se mezclan con el agua que la población consume. Para ello, el tratamiento de aguas turbias es mediante procesos de coagulación y floculación, donde se remueve coloides en suspensión inorgánicos y orgánicos, junto con algunas de las sustancias disueltas (Vigneshwaran et al., 2020).

En general, el sulfato de aluminio y sulfato férrico son los coagulantes más comunes que se utilizan en la industria de tratamientos de agua por la capacidad de desestabilizar a las partículas mediante las cargas electronegativas, así cuando este interactúa con el recurso hídrico (Ortega et al., 2020), se produce varios mecanismos de respuesta como la afinidad de las partículas, que luego se incrustan a una doble capa para finalmente ser comprimidos adicionalmente cuando las cargas negativas de coloides son neutralizadas y adsorbidas se generan interacciones electrostáticas intuitivo entre el metal coagulante y los sólidos en suspensión (Bolto et al., 2020).

Sin embargo, los coagulantes inorgánicos liberan metálicos residuales y monómeros en cuerpos de agua, produciendo no solo graves riesgos para la salud, sino también impactos tanto económicos debido a la dosis elevada que aumenta el costo de aplicación, como

ambientales por la generación de lodos residuales que son complicados de tratar, entonces claramente protegen el medio ambiente y reducen la eficiencia de la purificación del agua. Por tal razón, surge la necesidad de elaborar coagulantes de semillas de durazno (*Prunus pérsica*) con el fin de purificar estas aguas y usar coagulantes de origen orgánico y natural en las aguas de riego del distrito de Carabayllo.

La justificación de este proyecto de investigación, surge de la realidad del distrito de Carabayllo ya que en esta zona rural existe sembríos de hortalizas y de otras verduras de poca perdurabilidad. Estas verduras tienen mayor facilidad para la absorción de sustancias en el agua, ya sean nutrientes o contaminantes. Por lo cual, si no se riegan de un modo adecuado con aguas previamente tratadas no es sano para la salud. Asimismo, el actual manejo de las plantas de tratamiento de agua antepone la utilización de sulfato de aluminio como coagulante químico. Este producto se ha probado que es cancerígeno y perjudicial para el medio ambiente y la salud. (Carrasquero, et al.,2015). Por lo tanto, proponer un manejo del uso del coagulante de origen natural no solo estaría evitando el problema del riego con aguas dañinas para la salud, sino que también evitaría la generación de lodos contaminantes por el uso de coagulantes de origen metálico. Es por ello que la presente investigación busca la manera de crear nuevas e innovadoras alternativas de reducción de turbidez en las aguas de regadío, haciendo uso de insumos o recursos que no generan impactos ambientales a comparación de otras tecnologías que actualmente son aplicadas. Asimismo, incentiva a la creación de nuevas teorías para el tratamiento de las aguas y nuevas ideas de remediación; esta investigación también se justifica económicamente debido que la técnica aplicada no demanda tanto un gasto monetario alto.

Carrasquero, et al, (2015), en su investigación “Eficiencia de la semilla de durazno (*prunus pérsica*) como coagulante en la potabilización de agua. evaluó la eficiencia de las semillas de durazno como coagulante natural, utilizando semillas de durazno sin desgrasar y desgrasadas, para luego ser comparadas mediante el tradicional coagulante químico sulfato de aluminio. Además, en el estudio, se empleó agua sintética de diferentes valores 10, 15, 25, 50, 75, 10 NTU y se preparó dosis de 10,25,50,100,250,500 mg/l del coagulante de semillas de durazno desgrasadas y sin desgrasar con soluciones madres de 5000 mg/l. El proceso se efectuó en el equipo de prueba de jarras, teniendo como resultados que el coagulante de semillas de durazno desgrasadas tuvo una proporción de remoción de 80 % y 97,4 %, donde el mayor porcentaje de remoción se alcanzó cuando el nivel de turbidez inicial fue 75 NTU mientras que el menor porcentaje de remoción se logró cuando la primera turbidez fue 10 NTU. El coagulante de semillas de durazno sin desgrasadas tuvo un porcentaje de remoción de 52% y 94,5%, y para el sulfato de aluminio se logró mayor proporción de remoción, sin embargo, el pH disminuyó. En consecuencia, el autor concluye que las semillas de durazno desgrasadas pueden ser usadas con éxito para remoción de turbidez de aguas.

Quino (2020) en su investigación “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” evaluó tres coagulantes naturales hechos a base de semillas de durazno, tuna y cáscara de papa y los compara entre sí y con sulfato de aluminio. Consistió en la aplicación de la prueba de jarras, a una velocidad de 100rpm, una dosis de coagulante de 160 mg L<sup>-1</sup>, los tratamientos fueron realizados a tres temperaturas diferentes: 19°C, 22°C y 25°C. Los resultados fueron que muestras de agua utilizadas tuvieron una turbiedad inicial de 45.8

UNT y tras el tratamiento con los cuatro coagulantes se obtuvo que el sulfato de aluminio fue el más eficaz para reducir la turbidez, seguido por la cáscara de papa, la tuna y finalmente, la semilla de durazno con 4.64 UNT a 25°C fue el menos eficaz. Por lo que el autor concluye que es menos efectivo que los tres. Sin embargo, tal como se había visto en un estudio posterior, el coagulante natural a base de semilla de durazno parece ser más efectivo en aguas residuales que poseen un nivel de turbidez inicial mayor.

Dearmas et. al. (2015) En su investigación titulada “Remoción de nutrientes mediante coagulantes naturales y químicos en planta de tratamiento de aguas residuales, Valledupar Colombia”. En este estudio se analizó la eficiencia de cuatro tipos de coagulantes, dos de origen químico y dos de origen natural. Para los coagulantes de origen químico se utilizó el policloruro de aluminio y sulfato de aluminio, mientras que los coagulantes naturales utilizados provinieron de la *Moringa oleífera* y el *Lemnaireoreus griseus*. Los resultados fueron que el agua que se colectó presentó una turbidez de 25 NTU hasta 67 NTU, pero también se evaluaron parámetros fisicoquímicos como el DBO, DQO y fósforo total. El policloruro de aluminio presentó la mayor reducción de la turbidez en 92%, mientras que los coagulantes naturales tuvieron una menor proporción de reducción de la turbidez en un 73.20% (*Moringa oleífera*) y 65.36% (*Lemnaireoreus griseus*). Se llegó a concluir que el coagulante a base de *Moringa oleífera* fue el más útil para remover el fósforo en el agua.

Sierra et. al. (2019) en su artículo científico “Remoción de la turbidez del agua del río Magdalena usando médula de banano como coagulante”. Analizó la eficiencia de la médula de banano como sustancia coagulante en la clarificación de aguas naturales. Consistió en la aplicación de seis tipos de dosis diferentes de coagulante natural con base en la médula de banano y coagulante químico con base en sulfato de aluminio, se utilizó la prueba de jarras y corroboró los resultados mediante una prueba Turkey y un análisis ANOVA. Los

resultados obtenidos mostraron que el coagulante natural redujo la turbidez en 67.57%. Se llegó a concluir que el coagulante natural extraído del pseudotallo de banano presentó una eficiencia de remoción que solo con los procesos de coagulación-floculación-sedimentación, no permite lograr el nivel de turbidez exigido por la norma.

Barbarán, López, & Chico (2017). En su investigación titulada “Remoción de la turbiedad de agua con coagulantes naturales obtenidos de semillas de durazno (*Prunus persica*) y palta (*Persea americana*)”, su objetivo primordial fue remover la turbiedad del agua con coagulantes naturales obtenidos de semillas de *Prunus pérsica* y *Persea americana*. Para ello hicieron uso de la prueba de jarras y un equipo Soxhlet. Los resultados antes del tratamiento de agua presentaron una turbidez de 1302 NTU, pH 6.3 y sólidos suspendidos 5260 mg/L. Posteriormente, en la adición del coagulante obtenido con base en las semilla de durazno tiene una proporción de remoción de turbidez de 92.95% en una dosis del 15 g/L, pH 6.4 y sólidos solubles 2070 mg/L, mientras que el porcentaje de remoción de turbiedad de la semilla de palta es de 42.92% en una dosis óptima de 5g/L, pH 6.6 y sólidos solubles 4220 mg/L. Se llegó a concluir que las semillas de durazno desengrasado son más eficientes en la reducción de la contaminación del agua en comparación con las semillas de palta.

Zavaleta (2019). En su investigación titulada “Eficiencia de la semilla de *Prunus pérsica* (durazno) como coagulante natural para el tratamiento aguas residuales de una planta procesadora de lácteos, Molinopampa”, su objetivo primordial fue medir la eficiencia de esta semilla, teniendo en cuenta el grado de calidad del agua y para estos propósitos de experimentación se utilizó la prueba de jarras. Sin embargo, lo que se obtuvo del agua residual proveniente de la planta productiva de lácteos no fueron los resultados esperados, y la disminución de la turbidez fue solo del 9% al 19%. El autor afirma que la causa de estos resultados es que esta muestra de agua residual utilizada ya procedía de un anterior proceso

de coagulación, lo cual redujo la eficiencia del coagulante con base en las semillas de durazno. Esto llevó al autor a probar con agua residual proveniente de otras fuentes. Por lo cual, usó muestras provenientes de camales, textiles y tintorerías, para los cuales los resultados fueron de una remoción de la turbidez en 99.8% y 99.63% respectivamente.

Fernández (2017) en su investigación titulada “Fitorremediación mediante cotiledones de durazno (*Prunus pérsica*) para reducción de turbidez y *Escherichia coli* de aguas domésticas, Distrito de Oyón – 2017”. Este estudio extrae el coagulante natural de las semillas del durazno (*Prunus pérsica*) de una parte específica de la semilla: sus cotiledones. No obstante, es la primera investigación encontrada que extrae esta sustancia de una parte específica de la semilla. Para el objetivo de medir la eficiencia de este coagulante y su capacidad de remoción de la *Escherichia coli* se utiliza también la prueba de jarras siendo así la muestra de agua extraída de las alcantarillas del distrito de Oyón. Los resultados del estudio mostraron un mejor rendimiento del coagulante natural que el Cloruro Férrico y Sulfato de Aluminio, usados por SEDAPAL para la zona, además de tener un menor costo de producción. Asimismo, la concentración más eficiente para remover la turbidez fue 8.3 gr/L con un porcentaje de remoción de 82%.

Uriol (2018) en su investigación “Eficiencia de la mezcla de semillas de girasol y durazno para reducir plomo en agua residual del río Chillón, en laboratorio, 2018” determinó la eficiencia de la mezcla de semillas de girasol y durazno para reducir plomo en agua residual del río chillón, y parámetros como la turbidez. Consistió en un diseño experimental, se aplicó la espectrometría, se aplicaron dosis de T1 con 150 mg/L de semillas de girasol y 50 mg/L de semillas de durazno, en el T2 con 100 mg/L de semillas de girasol y 100 mg/L de semillas de durazno y el T3 con 50 mg/L de semillas de girasol y 150 mg/L de semillas de durazno. Los resultados fueron que con 150 mg de semillas de girasol y 50 mg de semilla

de durazno en un litro de solución se logró disminuir más del 50% de la concentración de plomo. Se llegó a concluir que la mezcla de semillas de girasol y durazno mejoraron notablemente los parámetros fisicoquímicos del agua residual del río Chillón, disminuyendo la turbidez hasta 3.725 UNT.

A continuación, se describen conceptos y palabras claves para mejor entendimiento del proyecto de investigación.

### **Prunus pérsica**

*Prunus pérsica* es el nombre científico del fruto durazno, el cual significa manzana algodónada, la taxonomía de la *Prunus pérsica* es de la siguiente manera:

**Tabla 1**

*Taxonomía de Prunus pérsica*

<b>Descripción</b>	<b>Tipo</b>
Reino	Plantas
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pterópsida
Clase	Angiosperma
Sub clase	Dicotiledónea
Orden	Rosales
Familia	Rosáceas
Género	Prunus
Especie	Prunus Pérsica
Nombre común	duraznero

Fuente: Bissanti (2018)



La semilla de *Prunus Persica* como coagulante está conformada por proteínas y almidones, estos son los que potencian su actividad de coagulación. Las proteínas sirven para desestabilizar a todas las partículas coloidales de carga negativa provocando una atracción entre ellas, para posteriormente formar coágulos y flóculos, estas también contribuyen con retrasar las reacciones químicas, microbiológicas, y la generación de enzimas, las cuales presentan un gran aporte en el tratamiento de aguas. Las semillas pueden remover la turbiedad del agua ya que estas proteínas se relacionan o enlazan con las bacterias suspendidas, y forman tanta aglomeración que estas son removidas en sedimentación (Moreira & Moreira, 2021)

### **Parámetros de adaptación para el cultivo de *Prunus pérsica***

Es un tipo de planta originario de China cultivado en climas templados, los límites latitudinales de producción oscilan entre los 45° LN hasta 40° LS, los factores para su éxito en cultivación son las siguientes: suelos, de buen drenaje con profundidad efectiva de 1 o 1.5 metros de texturas blandas; temperaturas, se requiere temperaturas mayores a 10°C para evitar que ingresen en el proceso de endodormancia; humedad, valores inferiores al 75%; PH, un valor medio del 6.0; climas, un clima templado facilita condiciones favorables para su cultivo; y fotoperiodo, es necesario que se considere una iluminación de 10 y 14 horas diarias (Zambrano & Perdomo, 2019).

### **Parámetros fisicoquímicos**

Los análisis fisicoquímicos han sido por mucho tiempo los más clásicos para determinar la calidad del agua (Mora et al., 2020), los parámetros para estos análisis proporcionan gran información de la naturaleza de cada especie o sustancia química del agua, así también como sus propiedades y la aplicación de sus análisis nos permite evaluar la calidad del agua, debido a que cada uno de estos parámetros están relacionados a importantes fluctuaciones

o vertimientos que en nuestras aguas superficiales (González et al., 2021). Entre estos parámetros tenemos:

### **Turbidez**

Es uno de los indicadores de calidad del agua, mide el nivel de opacidad del recurso hídrico, esta opacidad del agua es producida debido a la presencia de coloides, la cual hace referencia a la presencia de materia particulada como coloide, provocando la reducción de su transparencia, este parámetro es medible mediante un turbidímetro, y los resultados son expresados en Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT) (Ynofuente & Flores, 2020).

### **Conductividad eléctrica**

Es la capacidad que posee el agua para conducir corriente eléctrica, el dato de conductividad es aplicado para estimar la cantidad de sales, las cuales se encuentran disueltas en el agua, incluyendo a los nutrientes que son propios del agua y suelo, y otros minerales disueltos, donde en conjunto guardan relación con los TDS, es decir cantidad total de sales disueltas. Cabe resaltar, que a mayor concentración de sales disueltas, es mayor el valor de conductividad eléctrica (Sela, 2021).

### **Temperatura**

Es un parámetro de calidad del agua, este depende de la densidad, su fluctuación natural es afectada cuando se vierten efluentes de mayor temperatura a la del agua que fluye con naturalidad; frente a deforestación o degradación las aguas superficiales se exponen a una mayor radiación solar, o por transferencia de temperatura de las infraestructuras construidas.

Por ende, las aguas superficiales (ríos) o cursos de agua presentes por las zonas urbanas con las que en su mayoría presentan una mayor temperatura que en los ambientes naturales debido a intervenciones (Boyd, 2018).

### **Coagulación**

Es un proceso que permite acelerar la sedimentación de partículas mediante la adición de sustancias en una mezcla original, es un proceso fisicoquímico que posibilita la desestabilización de partículas suspendidas con el fin de agruparlas en sólidos que terminan sedimentados. (Choque et al., 2018). Asimismo, la coagulación se fundamenta bajo la acción de desestabilizar químicamente todas las partículas coloidales, llegando a neutralizar las fuerzas que conservan dichas partículas en un estado de separación por medio de la adición de reactivos o compuestos químicos; estas partículas contienen en su superficie carga negativa, al ser negativas son las que atraen los iones de carga positiva, los cuales se hallan en soluciones acuosas y forma una capa, la cual se encuentra adherida a la coloide; el potencial que se genera en la superficie del proceso de cizallamiento es el mismo potencial electrocinético que manda la interacción mutua del desplazamiento de coloides (Barbarán et al., 2017).

El proceso de coagulación es uno de los más predominantes en el sistema de tratamiento del agua, que conlleva la reducción de organismos suspendidos, por medio de la adición de coagulantes de tipo químico y natural, en el caso de los coagulantes químicos su uso trae consigo desventajas tanto por los elevados costos de adquisición, como en la generación de altos volúmenes de lodo difíciles de tratar y que llegan afectar la calidad, directamente al pH; el coagulante químico más usado hasta el día de hoy es el sulfato de aluminio, este ha resultado ser efectiva su aplicación debido a sus óptimos resultados en la reducción de contaminantes, pero no eficiente debido a que genera un gran impacto económico y medioambiental por su aplicación muy elevada. Cabe resaltar, que los altos niveles de aluminio en el recurso ya tratado pueden llegar ser causantes del síndrome de Alzheimer por el riesgo que son sometidas las personas a este tipo de aguas tratadas con este método, fundamento demostrado en investigaciones realizadas en Inglaterra (Choque et al., 2018). También es necesario conocer las variables que influyen en la coagulación como el pH,

turbiedad, agitación, temperatura y dosis, los cuales se describen a continuación: (Fúquene & Yate, 2018)

### **Coagulante natural**

Los coagulantes de origen natural son elaborados mayormente a base de residuos orgánicos ya sea de frutas o vegetales. Estos coagulantes presentan ventajas como son la biodegradabilidad, minimizando la modificación del pH. (Fúquene & Yate 2018). Por ello es una técnica utilizada usada con el fin de reducir sustancias químicas sintéticas para evitar que se produzcan lodos biodegradables (Choque et al., 2018). Asimismo, los coagulantes naturales son una fuente opción que se ha aplicado en diversos países a nivel mundial para el tratamiento del agua, consistiendo en la generación por reacciones espontáneas producidas en animales y plantas, debido a su metabolismo o a las reacciones bioquímicas que ellos generan. Una de sus características y ventajas es que presentan baja toxicidad y pueden ser aplicados como agentes coagulantes y floculantes, debido a sus propiedades que aglutinan las partículas suspendidas en el agua, ayudando a su sedimentación y posterior remoción. (Murillo, Galvis, & Pacheco, 2020)

Los tipos de coagulantes naturales son:

**De origen animal:** Esto se da debido a las características metabólicas de los animales, por ejemplo, el quitosán, es un producto a base del exoesqueleto de los cangrejos, estos se han aplicado como coagulantes naturales en aguas provenientes de la industria y para su posterior potabilización, con su uso se ha llegado a lograr un gran porcentaje de remoción de la turbidez del 98% en algunas pruebas de laboratorio y menores contenidos de turbidez.

**De origen vegetal:** Su aplicabilidad se ha realizado con extractos, se sabe que la gran cantidad de extractos vegetales aplicados como una alternativa de coagulante, estos han sido

generalmente los que provienen de las hojas, flores, semillas y raíces de las plantas, han sido empleados en diferentes partes del mundo.

### **Floculación**

Es un proceso físico de agrupación de partículas descargadas que forman un flóculo cuya densidad facilita su precipitación y ayuda a sedimentar los sólidos suspendidos. Este proceso sirve para el tratamiento de agua en la eliminación de la turbidez, usando un coagulante para la atracción de partículas suspendidas. (Rosero & Suarez, 2019)

### **Turbidez**

La turbidez es uno de los parámetros de calidad del agua, hace referencia a la presencia de materia suspendida, la cual provoca la reducción de su transparencia; este parámetro es medible mediante un equipo llamado turbidímetro, y los resultados son expresados en Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT) (Ynofuente & Flores, 2020).

### **Sedimentación**

La sedimentación consiste en la separación de la fase de fluido con la fase sólida, en donde cada partícula sólida se separa del agua con elevada densidad, y se sedimentan luego de ello por causa de la gravedad. Cuando el sólido queda suspendido debido al suceso de movimiento del agua se le denomina fenómeno de fluidización. Esto se da en la clarificación de aguas en el tratamiento de aguas, resultando un agua clarificada, sin sólidos suspendidos (Huerta, 2017).

### **Prueba de Jarras**

Es una técnica de ensayo de laboratorio muy utilizada para el proceso de coagulación – floculación, que consta de tres fases que son la mezcla rápida, mezcla lenta y la sedimentación, en donde se utilizan diferentes dosis del coagulante en cada jarra para reducción de coloides en suspensión en el tratamiento de aguas para la eliminación de

impurezas. En esta etapa se requiere un seguimiento exhaustivo debido que es una prueba de corto tiempo que identifica el comportamiento del coagulante empleado. La aplicación correcta de esta técnica permitirá identificar la dosis óptima. (Funeque & Yate, 2018).

Asimismo, este equipo de laboratorio cumple la función de hallar la dosis óptima de sustancias los cuales forman parte de la simulación del proceso de coagulación y floculación, los cuales son aplicados por lo general en plantas de tratamiento de agua. La prueba de jarras es el método con más aplicabilidad en la determinación de parámetros fisicoquímicos, debido que los métodos restantes en la mayoría de los casos han presentado relevantes problemas dentro de sus fases de pruebas. Entre los parámetros que se determinan con esta técnica están el pH, el gradiente de mezcla, el tiempo de mezcla ya sea rápida o lenta y la eficiencia de remoción. Cabe resaltar, que es un método aplicado a procesos de coagulación, en laboratorios, permitiendo obtener agua de buena calidad, determinando las características físicas y químicas de distintos procesos de coagulación como la selección del coagulante, los tiempos de mezcla, las velocidades y la eficiencia de remoción (Rubio & Saravia, 2020).

### **Granulometría**

La granulometría es una técnica de laboratorio, la cual consiste en la distribución de los tamaños de un material sólido fraccionado. El análisis granulométrico es el conjunto de diferentes procesos cuya finalidad es generar la distribución del tamaño de cada elemento que compone una muestra, es decir es la medición gradual del conjunto de partículas que componen un suelo, con el fin de conocer su origen, con sus propiedades mecánicas (Ferretis, 2021). A continuación, se muestran los diferentes tipos de malla en la granulometría, entre ellas tenemos la malla 60 de 0.25mm, malla 40 de 0.42 mm y malla 20 de 0.84 mm.

**Tabla 1**

*Tamaños de malla de granulometría*

Malla	3/4	1/2	1/4	N°4	N°10	N°20	N°30	N°40	N°60	N°100	N°200
(mm)	19.05	12.7	6.35	4.76	2	0.84	0.59	0.42	0.25	0.15	0.074

Fuente: (Chavez, 2021)

**Dosis**

La dosis es la cantidad de una sustancia, la cual representa la medida exacta, efectiva y segura para algún tratamiento, en algunos casos, la dosis hace referencia a una medida de exposición o de una sustancia que se encuentra en el ambiente; su unidad de medida es el miligramo por kilogramo. Cabe resaltar, que una dosis absorbida es la cantidad de sustancia que ha ingresado a cualquier cuerpo a través de un medio, como, por ejemplo: una dosis en el cuerpo humano a través de la piel o el estómago. En general, cuanto mayor es la dosis, alta es la probabilidad de un efecto (Carrasquero et al.,2019).

**Concentración del coagulante**

La concentración hace referencia a la cantidad de una sustancia por espacio determinado, es decir, es la cantidad de un soluto en una solución; por lo general se expresa en términos de masa por unidad de volumen, o incluso en moles y unidad de masa. Su aplicación es en sustancias químicas y esta puede calcularse en diferentes mezclas (Grelane, 2019).

**Agua de Regadío**

El agua de regadío es el recurso hídrico aplicado para el desarrollo de todos los cultivos, estas aguas parten de diferentes fuentes de origen, entre ellas están los lagos, los ríos, pozos, corrientes continuas de aguas naturales, entre otras fuentes, que durante su recorrido estas aguas son contaminadas por la actividad humana provocando turbidez. Esta agua está

caracterizada por la presencia de diferentes elementos, entre los principales están los cationes (sodio, calcio, magnesio, potasio) y los aniones (cloruros, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, nitratos, boratos), quienes demuestran la calidad del agua de riego; por ende, su presencia en el agua llega a provocar de cierta manera un incremento de la salinidad del suelo (Álvaro, 2019).

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1 Problema general

¿El coagulante natural a base de la semilla de durazno (*prunus persica*) permitirá la reducción de la turbidez en el agua de regadío del distrito de Carabayllo en el año 2021?

### 1.2.1 Problemas específicos

¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos iniciales del agua de regadío del distrito de Carabayllo en el año 2021?

¿Cuál es la granulometría adecuada del coagulante natural obtenido de la semilla del durazno que permitirá reducir la turbidez del agua de regadío en el distrito de Carabayllo en el año 2021?

¿Cuál sería la dosis óptima del coagulante natural obtenido de la semilla de durazno para reducir la turbidez en el agua de regadío en el distrito de Carabayllo en el año 2021?

¿Cuánto sería el porcentaje de reducción de la turbidez del agua de regadío en el distrito de Carabayllo en el año 2021, luego de aplicar la dosis óptima del coagulante natural obtenido de la semilla de durazno?



### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

Reducir la turbidez en el agua de regadío del distrito de Carabayllo mediante el coagulante natural a base de la semilla de durazno (*prunus persica*) en el año 2021

#### 1.3.2. Objetivos específicos

Determinar los parámetros fisicoquímicos iniciales del agua de regadío del distrito de Carabayllo en el año 2021.

Identificar la granulometría adecuada del coagulante natural obtenido de la semilla del durazno que permitirá reducir la turbidez del agua de regadío en el distrito de Carabayllo en el año 2021.

Determinar la dosis óptima del coagulante natural obtenido de la semilla de durazno para reducir la turbidez en el agua de regadío en el distrito de Carabayllo en el año 2021.

Calcular el porcentaje de reducción de la turbidez del agua de regadío en el distrito de Carabayllo en el año 2021, luego de aplicar la dosis óptima del coagulante natural obtenido de la semilla de durazno.

### 1.4. Hipótesis

#### 1.4.1. Hipótesis general

El coagulante natural a base de la semilla de durazno (*Prunus persica*) permite reducir significativamente la turbidez en el agua de regadío del distrito de Carabayllo en el año 2021.

#### 1.4.2. Hipótesis específicas

Los parámetros fisicoquímicos iniciales del agua de regadío del distrito de Carabaylo en el año 2021 presentan valores altos de turbidez de acuerdo al ECA de aguas superficiales que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

La granulometría adecuada del coagulante natural obtenido de la semilla del durazno fue de nivel bajo de 0.25 mm. lo que permitió la reducción de la turbidez del agua de regadío en el distrito de Carabaylo en el año 2021.

La dosis óptima del coagulante natural obtenido de la semilla de durazno está entre 15 mg/L y los 25 mg/L. permitiendo la reducción de turbidez en el agua superficial de regadío en el distrito de Carabaylo en el año 2021.

El porcentaje de reducción de la turbidez del agua de regadío es mayor al 80% luego de aplicar la dosis óptima del coagulante natural obtenido de la semilla de durazno.

## CAPÍTULO II. METODO

### 2.1. Tipo de investigación

De acuerdo a la finalidad del estudio, la investigación es tipo Experimental por que se manipula una o más variables independientes donde las causas para analizar son los supuestos efectos sobre la variable dependiente. (Hernández et al., 2014). Es aplicada porque busca una solución a los problemas sociales ocasionados por la excesiva turbidez de las aguas de regadío en el sector. Tiene un enfoque cuantitativo debido a que requiere de una serie de procesos, asimismo hace uso de datos numéricos para emplear pruebas estadísticas con el fin de responder los objetivos e hipótesis trazados mediante los resultados adquiridos de la variable dependiente (Turbidez). El alcance de la investigación es explicativo ya que dará a conocer la situación de la calidad de las aguas y como se llevó a cabo el tratamiento de la reducción de la turbidez del agua de regadío para determinar cuál es la dosis y granulometría óptima para el mejor tratamiento.

### 2.2 Población de estudio

#### 2.2.1. Población

La presente investigación tiene como población a las aguas de regadío del distrito de Carabayllo. Estas aguas de riego presentan una turbidez de 606 NTU.

#### 2.2.2. Muestra

La muestra recolectada fue de 1000 ml para cada tratamiento, es decir, 27 litros de agua de riego del distrito de Carabayllo.

##### 2.2.2.1. Unidad de Análisis

Hace referencia cuál es el objetivo de investigación, para el caso del presente estudio es el conjunto de agua de regadío turbias obtenido del distrito de Carabayllo en el año 2021. En

base a esta función se obtuvo información antes y después del tratamiento, en la cual se plantean las dimensiones a analizar.

### 2.2.2.2. Tipo de Muestreo

La presente investigación tuvo un tipo de muestreo no probabilístico, debido a que las muestras son seleccionadas de acuerdo al criterio y necesidad del investigador. Es así, que la muestra utilizada fue de 27 litros, cantidad que fue necesaria para la experimentación.

### 2.2.2.3. Diseño de investigación

El Diseño es experimental, para lo cual se aplicó el diseño factorial de acuerdo a la siguiente fórmula basada en (Siqueiros, 2004)

$$\text{Ecuación 1: Numero de tratamientos} = m^n$$

Donde:

m: Indica los niveles (nivel alto, nivel medio y nivel alto)

n: Indica la cantidad de variables independientes (parámetros operaciones)



X: Grupo Experimental

O1: Pre test

O2: Post Test

**Tabla 2**

*Condiciones de operación*

<b>Parámetros operacionales</b>	<b>Nivel bajo</b>	<b>Nivel medio</b>	<b>Nivel Alto</b>
<b>Dosis (X<sub>1</sub>)</b>	20 mg/l	40 mg/l	60 mg/l
<b>Granulometría (x<sub>2</sub>)</b>	Malla 60 (0.25mm)	Malla 40 (0.42mm)	Malla 20 (0.84mm)

Luego se tiene que:

$$\text{Numero de tratamientos: } 3^2=9$$

Si se van a realizar 3 repeticiones cada tratamiento, entonces se tiene:

*Ecuación 2: Numero de tratamientos totales*

$$9 \times 3 = 27$$

## 2.3. Técnicas e instrumentos y recolección de datos

### 2.3.1. Materiales

Los materiales empleados para el presente proyecto son:

**Tabla 3**

*Materiales utilizados en el laboratorio*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>
Vasos precipitados (1000ml)	4	Unidad
Varillas	2	Unidad

Pipeta (10 ml)	1	Unidad
Cucharilla	1	Unidad
Papel filtro	1	Unidad
Bolsas zimploc	4	Unidad
Sticker rotuladores	1	Docena
Plumón indeleble	1	Unidad
Táper de plástico de 500 gr	1	Unidad
Balanza	1	Unidad

**Tabla 4**

*Insumos utilizados en la investigación*

Insumos	Cantidad	Unidad
Semillas de durazno	2	Kilogramos
Éter de petróleo	500	ml
Agua destilada	15	Litros

**Tabla 5**

*Materiales utilizados en gabinete*

Materiales	Cantidad	Medida
Laptop	2	Unidad
Hojas Bond	1	Unidad
Cadena de Custodia	1	Unidad

Fichas de evaluación

1

Unidad

## Tabla 6

### *Materiales utilizados en campo*

Materiales	Cantidad	Medida
Guante de látex	1	Unidad
Guardapolvo	1	Unidad
Cámara fotográfica	1	Unidad
Cooler	1	Unidad
Mascarillas	5	Unidad
Balde	2	Unidad
Jarra	1	Unidad

### 2.3.2. Instrumentos

Entre los instrumentos aplicados se presenta lo siguiente:

- Ficha de identificación del punto de muestreo (Anexo N° 1).

Este instrumento sirvió para el levantamiento de información del punto de muestreo; de manera que, se obtuvo información sobre las coordenadas, altitud, ubicación, evidencia fotográfica del momento de la toma de muestra y una descripción breve de características relevantes del punto de muestreo.

- Informe de Ensayo y Cadena de Custodia - Pre Tratamiento (Anexo N° 2)

Caracterización: Con este instrumento se organizó la información de la caracterización inicial del agua de regadío previo tratamiento. Este instrumento permitió llevar a cabo el

control y vigilancia del muestreo, incluyendo los métodos de la toma de muestra, codificación, transporte y la definición de los parámetros a analizar

- Informe de Ensayo y Cadena de Custodia – Post tratamiento (Anexo N° 2)

La finalidad de este instrumento fue organizar la información obtenida tras el análisis parámetros fisicoquímicos evaluados en el laboratorio. Este instrumento permitió llevar a cabo el control y vigilancia del muestreo, incluyendo los métodos de la toma de muestra, codificación, transporte y la definición de los parámetros a analizar.

### **2.3.3. Métodos**

La investigación utilizó la siguiente estadística para el análisis de datos:

- Software Sps:
- Programa de Microsoft Excel: Se utilizó para realizar tablas y gráficos representativos de los resultados.

### **2.3.4. Técnicas**

Las técnicas empleadas en la investigación fueron las siguientes:

- Observación directa: Con el objetivo de investigar e indagar información sobre la realidad problemática de la investigación y determinación de las condiciones del lugar del muestreo y aplicar las medidas necesarias para llevar a cabo el tratamiento para la reducción de la turbidez.
- Revisiones Bibliográficas: Se investigó a través de fuentes verídicas la eficiencia del coagulante y otras investigaciones para la definición de las teóricas y /o características de la investigación. Esto se realizó a través de la revisión de libros, documentos, informes, artículos científicos y revistas. Así mismo también se realizó la búsqueda de trabajos de investigación relacionados al tema de estudio.



- **Análisis fisicoquímico:** Con la finalidad de determinar la reducción de los parámetros fisicoquímicos de turbidez, pH y conductividad se hace uso de instrumentos que permitan mostrar los resultados de la investigación.

**Estadística:** Se utilizó el programa Microsoft Excel y Software SPSS para la interpretación de los resultados.

## **2.4. Procedimiento**

### **Fase I. Identificación del laboratorio**

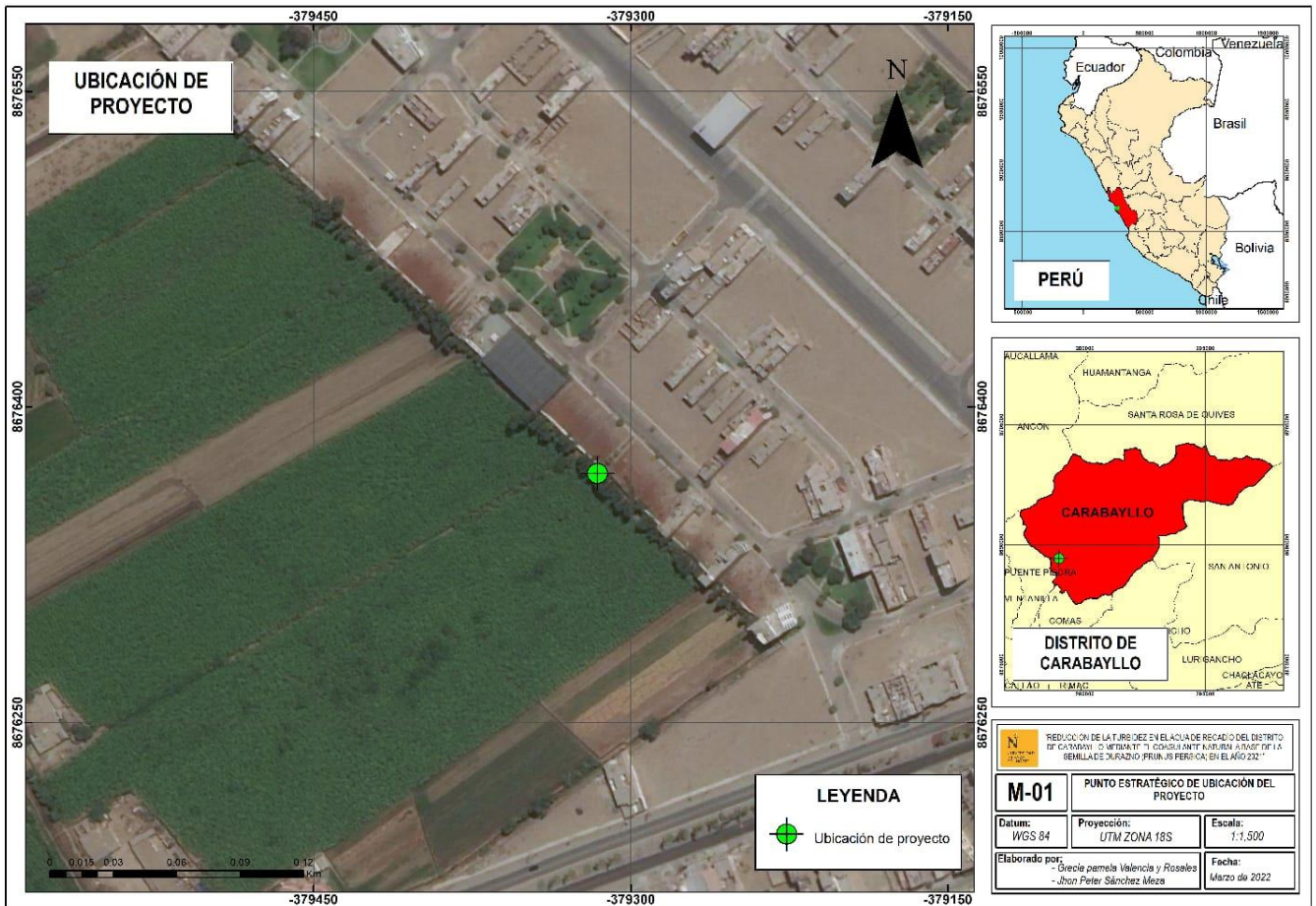
Se identificó al laboratorio ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY S.A.C. (ENVIROTEST), para el análisis físico químicos del agua de regadío antes y después de su tratamiento. Se contrató este laboratorio ya que este se encuentra acreditado por el Instituto Nacional de la Calidad (INACAL).

### **Fase II. Recolección de la muestra de agua**

Las muestras de agua se adquirieron de 2 puntos de recolección distintos (observar los gráficos N°2, N°3 y N°4) en una misma área agrícola del distrito de Carabaylo. Esta área se sitúa en las coordenadas Este:0276802 y Norte: 8688302. La zona de recolección se muestra a continuación desde la plataforma de información espacial de Google Earth.

**Figura 2**

Zona de recolección de la muestra



**Figura 1**

Punto de recolección de la muestra



### Fase III. Elaboración de los coagulantes

El primer paso para la elaboración de coagulantes fue obtener las semillas de *Prunus pérsica*. Estas fueron adquiridas de residuos de durazno consumidos en distintas viviendas. Luego de obtener estas semillas, se procedió a realizarles un proceso de limpieza, en el cual se removió el endocarpio (capa interna del fruto, pero exterior a la semilla). En la siguiente imagen se pueden observar la semilla, antes y después de remover esta capa leñosa (endocarpio).

#### Figura 3

*Semilla luego de retirar el endocarpio*



Luego de la etapa de limpieza se procedió a pesar las semillas húmedas con endocarpio (cáscara) y sin cáscara. El lote de semillas con cáscara presentó un peso de 1462.12 gr, y sin cáscara 94.24 gr.

#### Figura 4

*Semillas de durazno sin endocarpio*



Después, se ingresó los 94.24 gr a una estufa a una temperatura de 60 C° para retirar la humedad, obteniendo así un nuevo peso de 50.02 gr. Luego se realizó la molienda de las semillas para ingresarlas al sistema Soxhlet para realizar la extracción de sólidos - líquido retirando los aceites naturales de la semilla. Para este sistema se utilizó el solvente éter de petróleo. Este solvente facilitó la extracción de los aceites naturales de la semilla de *Prunus pérsica*.

Enseguida, el polvo de semillas de *Prunus pérsica* obtenido se tamizó y se separó según sus granulometrías en 0.25mm, 0.42 mm y 0.84 mm y se pesó.

Datos del coagulante elaborado:

→ **Peso total semilla húmeda con cáscara** = 1462.12 g

→ **Peso total de semilla sin cáscara** = 94.24 g

#### Proceso de Secado

Peso de semilla húmeda = 94.24 g (con aceite)

Peso de semilla seca y tamizadas = 50.02 g (con aceite)

### **Extracción del aceite**

Solvente: éter de petróleo

Semilla de durazno seco y molido

→Peso de semilla seco con aceite = 50.02 gr

→Peso de semilla desengrasado = 32,51 gr

Cada una de estas muestras se guardó para posteriormente ser aplicadas como coagulante natural en las muestras de agua de regadío del distrito Carabaylo.

### **Figura 5**

*Coagulante natural tamizado*



### **Fase IV: Colecta de las muestras de agua**



La recolección de las muestras se realizó siguiendo las instrucciones dictadas en el “Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales” (ANA, 2016). Por lo que, en primer lugar, se hizo uso de las prendas de seguridad reglamentarias: guantes de látex, mascarilla, mameluco y gafas protectoras. Posterior a la recolección, se procedió a preservar las muestras en recipientes herméticos los cuales se guardaron en un cooler especializado que permitiera la conservación de los parámetros fisicoquímicos de estas muestras hasta su traslado al laboratorio.

### **Fase V. Análisis fisicoquímicos**

Para realizar estos análisis se consideraron muestras varios puntos de recolección, en la cual se midió los parámetros físicos del punto donde mayor turbidez presentó para evaluar la eficiencia del coagulante. Se evaluó principalmente la turbidez.

### **Fase VI. Evaluación del proceso de Coagulación**

En este proceso se utilizó 4 vasos precipitados de 1000 ml de capacidad, el cual sirvió para realizar el proceso de pruebas de jarras dosificando el coagulante de la semilla de durazno. El equipo utilizado presenta velocidades el cual se le denomina revoluciones por minuto (RPM), el cual genera 2 tipos de agitación, agitación rápida llamada coagulación y una agitación lenta llamada floculación. Asimismo, el tiempo de sedimentación también es parte indispensable en este método.

### **Tabla 7**

*Parámetros fijos del Test de Jarras*

<b>Parámetros</b>	<b>Nivel</b>
Tiempo de coagulación	20 minutos

---

Velocidad de agitación	200 RPM
Tiempo de sedimentación	20 minutos

---

## 2.5. Aspectos Éticos

La presente investigación mantiene los aspectos éticos de acuerdo a las normas establecidas en el Manual de Redacción de la Universidad Privada del Norte respetando el Decreto Legislativo N° 822, Ley sobre el Derecho del Autor. Asimismo, la investigación no expone contenidos de plagio de otras investigaciones, ya que se cita al autor atribuyendo conocimientos previos y ensayos de experimentación. Además, cabe precisar que no se realizó la utilización o maltrato de seres vivos debido que la principal fuente de manipulación en esta investigación es el coagulante natural a base de la semilla del durazno, que es considerado un residuo orgánico, que será útil para un bien social y ambiental, debido que este residuo natural no afecta negativamente al ecosistema. Por ello la información empleada surgió de la revisión exhaustiva de libros, artículos científicos, tesis y revistas filtrando información verídica del ordenador de Google académico. Por otro lado, se tuvo en consideración todas las medidas preventivas para evitar el contagio del Covid-19 en el trabajo de campo y laboratorio debido a la situación actual en el país.

### Capítulo III. RESULTADOS

#### 3.1. Determinar los parámetros fisicoquímicos iniciales del agua de regadío

Para la reducción de la turbidez en el agua de regadío del distrito de Carabayllo, se evaluaron los parámetros fisicoquímicos iniciales del agua antes del tratamiento siendo estos los siguientes:

**Tabla 8**

*Resultados iniciales del agua de regadío del distrito de Carabayllo*

Parámetros	Unidad	Se interpreta
Conductividad eléctrica*	887 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Micro siemens por centímetro
pH	7.56	Es adimensional
Temperatura*	22.5 °C	Centígrados
Turbidez	606	NTU

\*Cabe precisar que la conductividad y la temperatura solo se midieron inicialmente por que no fueron variables de investigación. Sin embargo, dichos parámetros podrían considerarse como variables para próximas investigaciones.



### 3.2. Identificar la granulometría y dosis adecuada del coagulante natural

Se aplicó las diferentes dosis y granulometrías en el agua de regadío del distrito de Carabaylo, teniendo los siguientes resultados.

**Tabla 9**

*Resultados de la aplicación del coagulante en diferente dosis y granulometrías*

Tratamiento	Dosis del Cogulante	Granulometria								
		Malla N° 60 (0,25 mm)			Malla N° 40 (0,42 mm)			Malla N° 20 (0,84 mm)		
		Repeticiones			Repeticiones			Repeticiones		
		1era	2da	3era	1era	2da	3era	1era	2da	3era
		NTU	NTU	NTU	NTU	NTU	NTU	NTU	NTU	NTU
<b>1</b>	20 mg/L	150.4	150.6	150.5	280.63	280.62	290.02	180.2	180.4	180.1
<b>2</b>	40 mg/L	120.1	120.8	120.6	250.83	250.81	250.84	160.4	160.1	160.1
<b>3</b>	60 mg/L	340.6	340.5	340.7	290.53	290.6	290.95	160.9	160.3	160.6

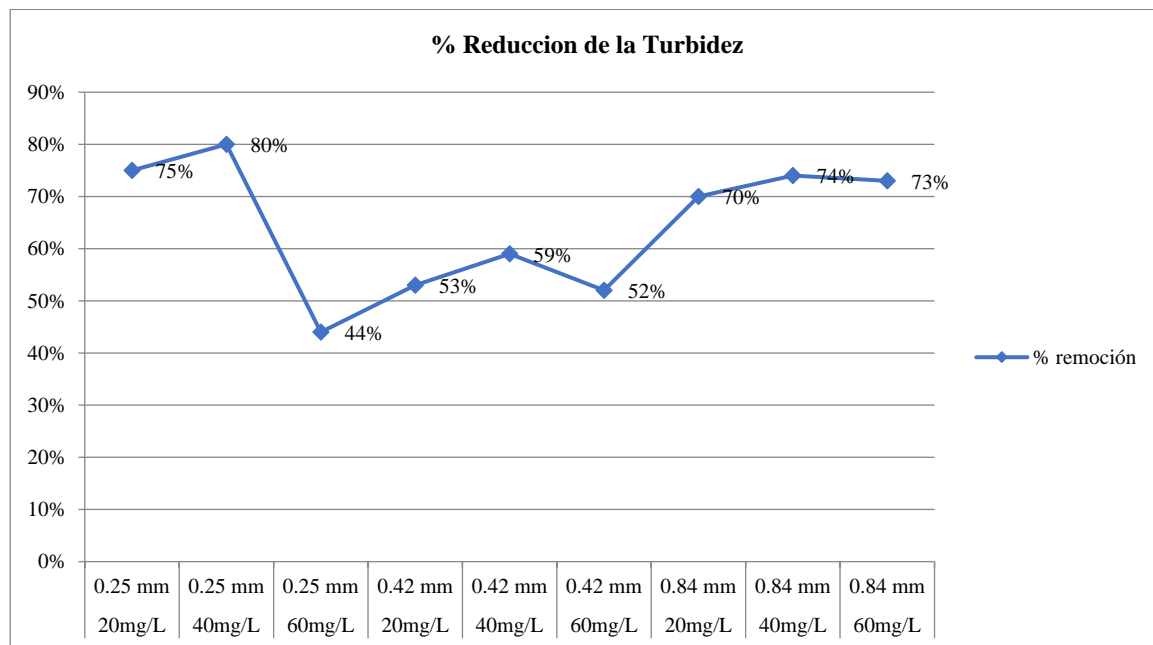
En la tabla 10, se puede observar que, a diferentes concentraciones de dosis del coagulante natural y a diferentes granulometrías, la turbidez se ha reducido considerablemente. Siendo la dosis 40 mg/L y granulometría de 0,25 mm, la que redujo con mayor eficacia la turbidez a 120.1 NTU, y la que presentó menor eficacia en la reducción de la turbidez fue la dosis 60mg/L con granulometría de 0,25 mm.

### 3.3. Calcular el porcentaje de reducción de la turbidez

Se calculo los porcentajes de turbidez teniendo los siguientes resultados:

#### Gráfico 1

*Porcentaje óptimo de reducción de la turbidez del agua de regadío en el distrito de Carabayllo en el año 2021*



En el gráfico 1, se puede observar que el porcentaje de mayor remoción de Turbidez es de la dosis 40 mg/L y granulometría 0,25 mm, llegando a obtener un 80% de remoción. Mientras que el menor porcentaje de remoción es de 44% con la dosis de 60mg/L y granulometría de 0,25 mm.

**Tabla 10**

*Resultados de la variabilidad del pH*

Tratamiento	Dosis del Coagulante	Granulometria		
		Malla N° 60 (0,25 mm)	Malla N° 40 (0,42 mm)	Malla N° 20 (0,84 mm)
		pH	pH	pH
1	20 mg/L	7.85	7.99	7.88
2	40 mg/L	7.98	7.99	7.89
3	60 mg/L	8.21	8.1	8.12

En la tabla 11, se puede observar que a mayor coagulante natural de la semilla de durazno el pH vario ligeramente, siendo la dosis de 60 mg/L y la granulometría 0.25mm quien presento mayor pH a diferencia de los demás tratamientos.

a) ANOVA para turbidez

Ho: El coagulante natural a base de la semilla de durazno (*Prunus pérsica*) no permite reducir significativamente la turbidez en el agua de regadío del distrito de Carabayllo en el año 2021.

Ha: El coagulante natural a base de la semilla de durazno (*Prunus pérsica*) permite reducir significativamente la turbidez en el agua de regadío del distrito de Carabayllo en el año 2021.

**Tabla 11**

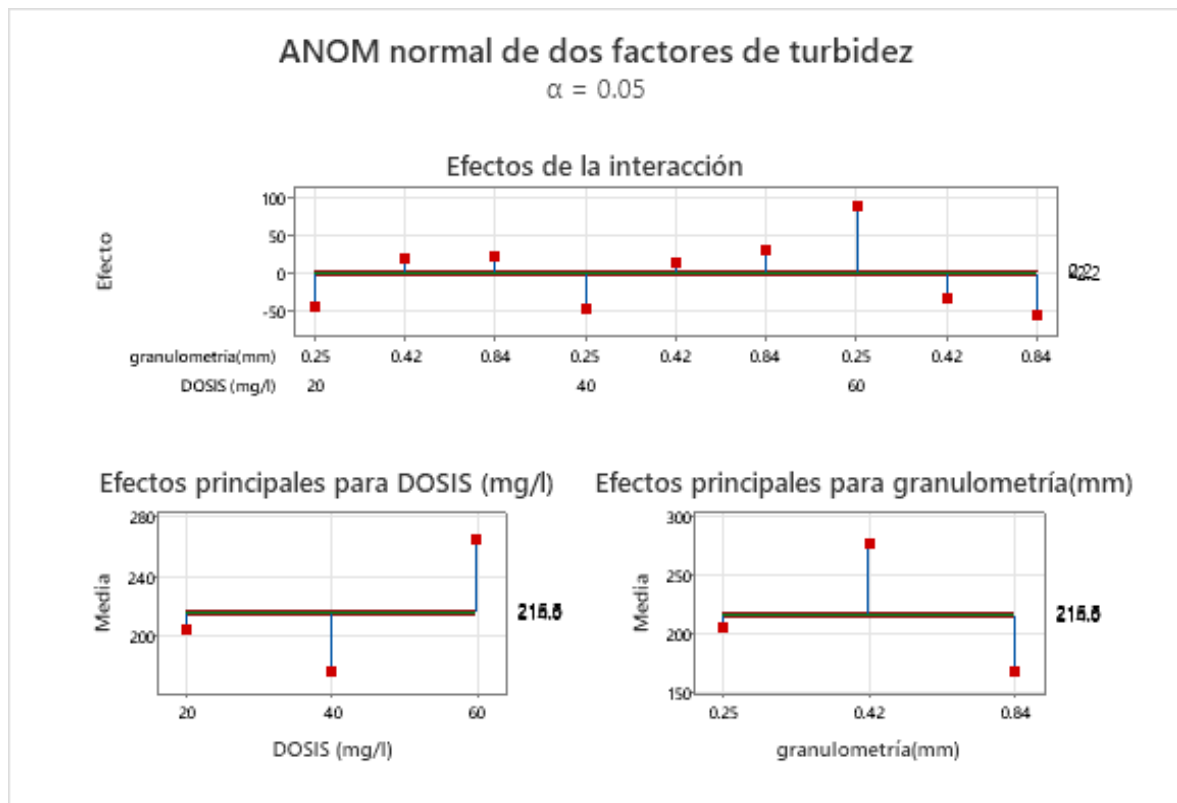
*Análisis de varianza de 3 factores (Dosis – Granulometría & Dosis \* Granulometría)*

<b>Análisis de Varianza</b>					
<b>Fuente</b>	GL	SC	MC	Valor F	Valor P
<b>Dosis (mg/l)</b>	2	35348	17673.9	5352.63	0.000
<b>Granulometría (mm)</b>	2	54297	27148.5	8222.05	0.000
<b>Dosis (mg/l) *</b> <b>Granulometría (mm)</b>	4	53632	13408.0	4060.68	0.000
<b>Error</b>	18	59	3.3		
<b>Total</b>	26	143336			

Se observa que el valor del p es menor a 0,05 es decir ( $p < 0,05$ ), por ende, se rechaza la Hipótesis nula ( $H_0$ ), lo cual indica que, si existe diferencias entre las medias de los tratamientos de la turbidez, aceptando la hipótesis alterna.

## Gráfico 2

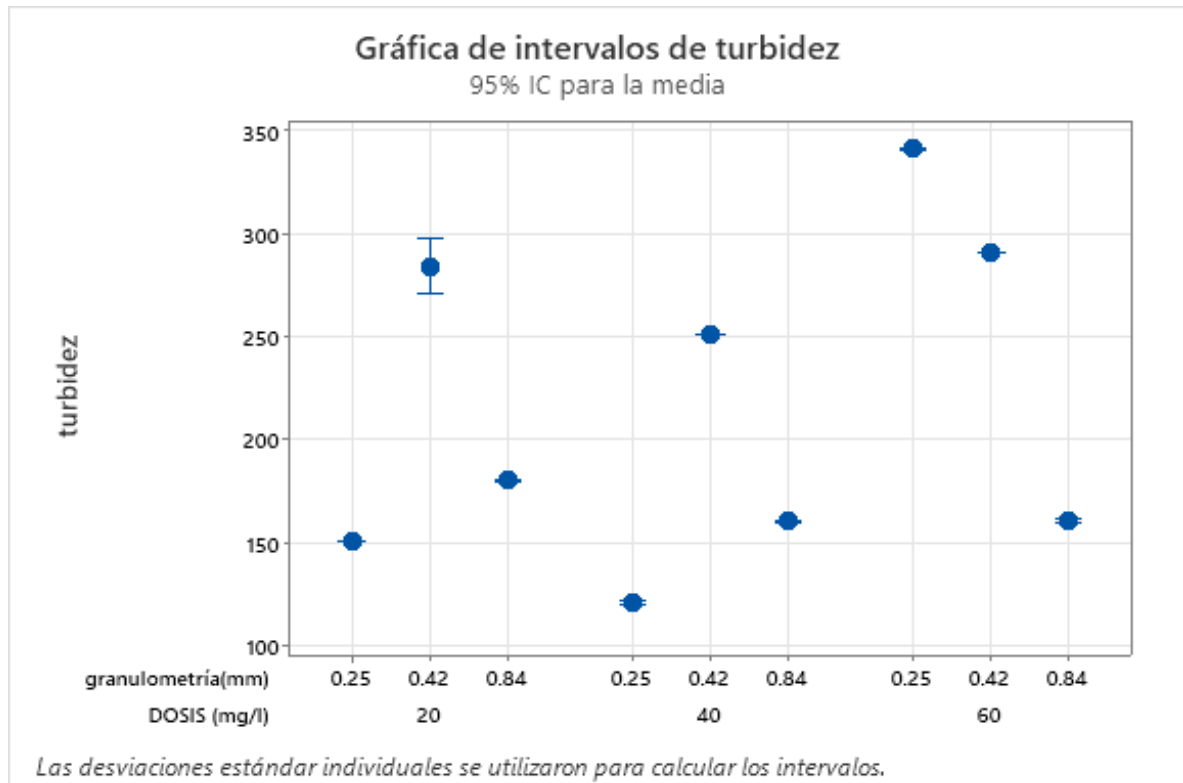
*Interacción de las medidas de las Dosis y Granulometría*



En el gráfico 2, se observa que las medias de la Turbidez son distintas, ya que estas varían de acuerdo a la dosis y granulometría.

### Gráfico 3

#### *Intervalos de la turbidez*



De acuerdo al gráfico 3 de intervalos de turbidez vs los factores de granulometría y dosis variables de estudio, se puede establecer que, para una dosis de 20 mg/l el que proporciona mayor remoción de turbidez es con una granulometría de 0,25 mm. Para una dosis de 40 mg/l el que proporciona mayor reducción de la turbidez es con una granulometría de 0,25 mm y para una dosis de 60 mg/l la granulometría de 0,84 mm proporciona mayor remoción de la turbidez y la dosis óptima será 40mg/L con una granulometría de 0,25 mm.

**Tabla 12**

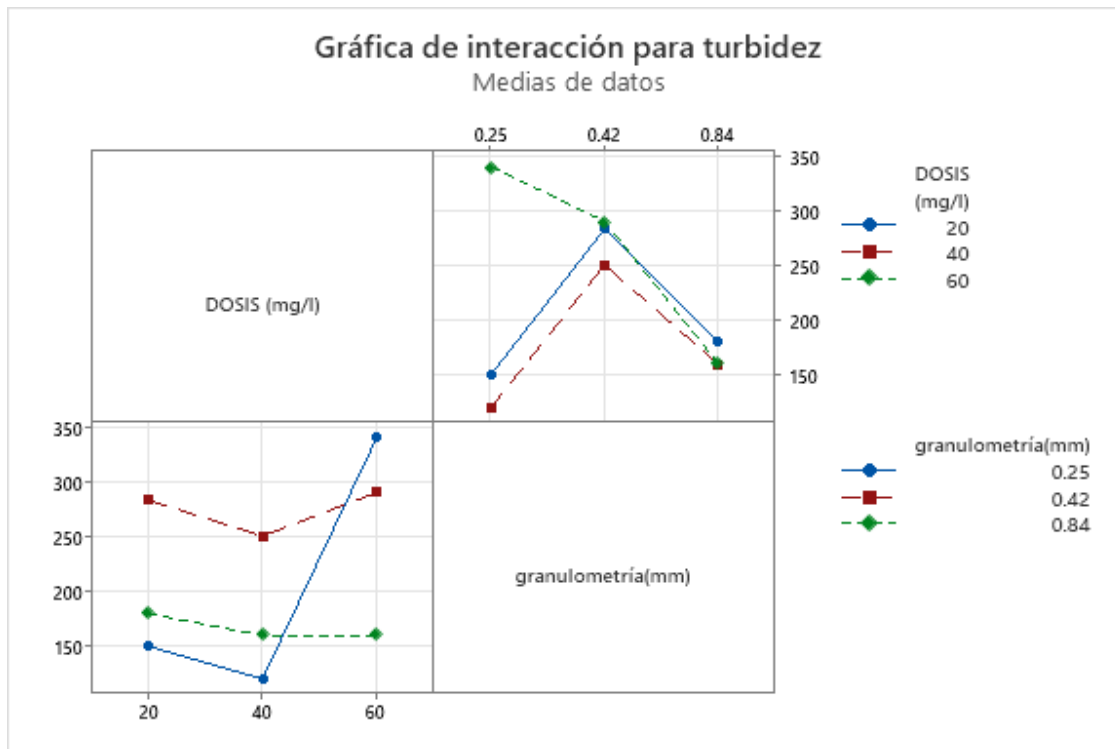
*Comparación de los resultados de la turbidez*

<b>Turbidez Inicial del agua de regadío del distrito de Carabaylo</b>	<b>Turbidez final con tratamiento Dosis: 40 mg/l Granulometría: 0.25mm</b>	<b>Porcentaje de Reducción</b>
606 NTU	120.1 NTU	80%

En la tabla 13, se concluye que el coagulante natural a base de la semilla de durazno (*Prunus pérsica*) permite reducir significativamente la turbidez en el agua de regadío del distrito de Carabaylo en el año 2021.

## Gráfico 5

*Gráfico de interacción para la turbidez*



En el gráfico 5, se observa la interacción mediante líneas interceptadas que representan la dosis y la granulometría, dichas variables si influye en la reducción de la turbidez. Las dosis de 20 mg/L y 40 mg/L muestran mayor reducción de la turbidez. Y la mejor granulometría para la reducción de la turbidez es 0,84mm y 0,25mm.



## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

### 4.1 Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se puede terminar que el uso del coagulante natural a base de la semilla del durazno logrará reducir significativamente la turbidez hasta un 80%, sin embargo, en la investigación de Carrasquero, et al, (2015) indica haber obtenido hasta un 97.4% de reducción de turbidez con las semillas de durazno desgrasadas.

Quino (2020) evaluó la semilla del durazno, la cascara de Tuna y la cáscara de papa, estos tratamientos se realizaron a diferentes temperaturas 19 °C, 22°C y 25°C, con una turbidez inicial de 45,8 NTU indicando que, de los tres coagulantes el coagulante de papa fue el más efectivo, seguido el de la tuna y finalmente la semilla del durazno, removiendo a un 4.64 NTU a 25°C, por lo que indica que la semilla del durazno parece ser más efectivo en aguas residuales que poseen un nivel de turbidez inicial más alto, este antecedente valida que el coagulante de durazno remueve significativamente la turbidez en aguas con turbidez inicial alto, tal como se aplica en esta investigación ya que el agua inicial antes del tratamiento se tuvo un 606 NTU inicial y fue removida hasta lograr 120.1 NTU.

Asimismo, en la investigación de Zavaleta (2019) su objetivo primordial fue medir la eficiencia de esta semilla de durazno, teniendo en cuenta el grado de calidad del agua y para estos propósitos de experimentación se utilizó la prueba de jarras. Sin embargo, lo que se obtuvo del agua residual proveniente de la planta productiva de lácteos no fueron los resultados esperados, y la disminución de la turbidez fue solo del 9% al 19%. El autor afirma que la causa de estos resultados es que la muestra de agua residual utilizada ya procedía de un anterior proceso de coagulación, lo cual redujo la eficiencia del coagulante con base en las semillas de durazno. Además, Zavaleta hizo otras experimentaciones con aguas

provenientes de camales, textiles y tintorerías, para los cuales los resultados fueron de una remoción de la turbidez en 99.8% y 99.63% respectivamente. Con ello se precisa que el coagulante natural a base de durazno es eficiente para aguas con alto nivel de turbidez inicial.

En la investigación de Dearmas et. al (2015) también evaluó otros coagulantes naturales provenientes de la *Moringa oleífera* y el *Lemaireoreus griseus.(tuna)*, los resultados obtenidos en esta investigación presentan similitud con la investigación de Quino (2020), ya que indica que el coagulante a base de la cascara de la tuna presentó hasta un 65,36% resultando un porcentaje considerable. Sin embargo, el coagulante a base de la *Moringa oleífera* resultó una remoción de turbidez de 73.20%, asimismo, también se evaluaron otros parámetros fisicoquímicos como el DBO, DQO y fósforo total, siendo así que la *Moringa oleífera* no solo reduce la turbidez si no también es útil para remover el fósforo en el agua.

Por otro lado, en esta investigación, de acuerdo con los antecedentes contrastados se determinó que hubo una notable reducción de la turbidez en diferentes dosis y granulometrías. De acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental 2017 de aguas superficiales que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional indica que la turbiedad deberá ser menor o igual a 100 NTU. Sin embargo, en la investigación no se logró la eficiencia de acuerdo al ECA, esto puede derivarse a diferentes factores que han influido en la investigación tales como el proceso de la elaboración del coagulante y la medición de los resultados finales según Barbaran, López & Chico (2017), la preparación del coagulante puede deferir en los resultados obtenidos.

En la Tabla 10 se puede observar que la mayor reducción de turbidez se logró con la dosis de 40 mg/L y con una granulometría de 0,25 mm (Malla N°60), este resultado muestra similitud con la investigación de Barbaran, López & Chico (2017), que utilizó la misma

granulometría de 0,25 mm (Malla N° 60), obteniendo significativos resultados. Cabe precisar que, Barbaran, López & Chico (2017), mencionan que las semillas de durazno contienen almidón y proteínas que son los principales factores de coagulación ya que al liberarse dichas proteínas enlazan con las partículas y bacterias suspendidas formando coloides que luego por gravedad sedimentan.

Por otra parte, en la investigación de Fernández (2017), investigó la efectividad del coagulante natural a base del durazno para la remoción de la turbidez en aguas de alcantarillas, mostrando una remoción del 82% de turbidez. También evaluó *Escherichia coli* indicando que el coagulante natural mostró reducción del *Escherichia coli* mejor que el coagulante Cloruro Férrico y Sulfato de Aluminio, lo cual promueve a estudios para futuras investigaciones.

#### **4.2. Conclusiones**

Se concluye que, el coagulante natural a base de la semilla del durazno remueve significativamente los niveles de turbidez, siendo el más eficaz la reducción de turbidez de 120.1 NTU cuyas condiciones del coagulante fueron 40mg/L y 0,25mm (Malla N° 60) de granulometría, otorgando un resultado eficiente en la reducción del parámetro de la turbidez, concluyendo que si se acepta la hipótesis alterna debido que estadísticamente es favorable.

Cabe precisar que hubo una ligera variación del pH de 7.56 a 7.98 cuando la dosis iba en aumento, sin embargo, se puede considerar que no afectó significativamente a las muestras de aguas.

Por otro lado, el coagulante natural sirve para la reducción de la turbidez sino también para la eliminación de *Echerichia Coli*, lo cual podrían tomarse en cuenta para posibles investigaciones. Además, la utilización de esta semilla como coagulante natural es una

alternativa sostenible ya que al ser un residuo orgánico natural no genera efectos nocivos que afecten la salud de la población.

Los beneficios que se puede obtener con el uso de este coagulante natural es la reducción del impacto medioambiental ya que este se obtiene a través de un residuo y puede contribuir como tratamiento primario en una PTAR, generando lodos biodegradables, no obstante, este proyecto puede considerarse viable económicamente ya que el monto aplicado es minoritario para elaborar este coagulante natural si se quisiera implementar en la población de manera convencional.

## REFERENCIAS

- Álvaro, G. (2019). Importancia del agua de riego en la agricultura. Fertibox. <https://www.fertibox.net/single-post/agua-riego#:~:text=de%20la%20instalaci%C3%B3n.-,El%20agua%20de%20riego,naturales%2C%20de%20pozos%2C%20etc.>
- Barbarán, h., López, J., & Chico, J. (2017). Remoción de la turbiedad de agua con coagulantes naturales obtenidos de semillas de durazno (*Prunus persica*) y palta (*Persea americana*). *SEGASTEGUIANA*, 5(0). <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/REVSAGAS/article/view/2611>
- Bissanti, G. (13 de octubre de 2018). *Prunus persica*. Obtenido de Un mundo
- Bolto, B., Zhang, J., Wu, X., Xie, Z. (2020). A Review on Current Development of Membranes for Oil Removal from Wastewaters Membranes. 10(4):65. <https://doi.org/10.3390/membranes10040065>
- Boyd, C. (2018). Una variable importante alrededor de la cual las operaciones son a menudo cronometradas. *Globalseafood*. <https://www.globalseafood.org/advocate/temperatura-del-agua-en-acuicultura/>
- Carrasquero, S. M., Castro, M., Díaz, A., & Colina, G. (2019). Remoción de turbidez usando semilla de *Tamarindus indica* como coagulante en la potabilización de aguas. *Revista Bases de la Ciencia*, 4. doi: [https://doi.org/10.33936/rev\\_bas\\_de\\_la\\_ciencia.v4i1.1424](https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v4i1.1424)
- Carrasquero, S., Lozano, Y., García, M., Camacho, M., Rincón., & Mas, M. (2015). Eficiencia de la semilla de durazno (*prunus pérsica*) como coagulante en la potabilización de agua. *Boletín del centro de investigaciones biológicas*, 2477-9458. [https://www.researchgate.net/profile/Sedolfo-Carrasquero/publication/313904550\\_Efficiency\\_of\\_the\\_peach\\_seeds\\_Prunus\\_persica\\_as\\_natural\\_coagulant\\_in\\_water\\_purification/links/58af53f6aca2](https://www.researchgate.net/profile/Sedolfo-Carrasquero/publication/313904550_Efficiency_of_the_peach_seeds_Prunus_persica_as_natural_coagulant_in_water_purification/links/58af53f6aca2)

725b54112348/Efficiency-of-the-peach-seeds-Prunus-persica-as-natural-coagulant-in-water-purification.pdf

Chavez, J. (2021). Granulometria - granulometría. Studocu. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-cajamarca/mecanica-de-suelos/granulometria-granulometria/9075313>

Choque, D., Ligarda, C. R., Choque, Y., Peralta, D., & Quispe, y. (2020). Optimización de la capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de aguas. *DYNA*, 87(212). doi:<https://doi.org/10.15446/dyna.v87n212.80467>

Choque-Quispe, D., Choque-Quispe, Y., Solano-Reynoso, A., & Ramos-Pacheo, B. (2018). Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua. *Tecnología Química*, 38(2), Cuba. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.pHp?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852018000200008](http://scielo.sld.cu/scielo.pHp?script=sci_arttext&pid=S2224-61852018000200008)

Dearmas, D. & Ramírez, L. (2015). Remoción de nutrientes mediante coagulantes naturales y químicos en planta de tratamiento de aguas residuales, Valledupar Colombia. *Revista RIAA* 6(2). ISSN-e 2145-6453

Fernández, H. (2017) Fitorremediación mediante cotiledones de durazno (*Prunus pérsica*) para reducción de turbidez y *Escherichia coli* de aguas domésticas, Distrito de Oyón – 2017 (Título profesional en Ingeniería Ambiental). <https://hdl.handle.net/20.500.12692/20201>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta edic). McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES.

Ferretis, R. (2021). ¿Qué es la granulometria y para qué sirve? Aleph. <https://aleph.org.mx/que-es-la-granulometria-y-para-que-sirve>

Fúqueme, D. M., & Yate, V. (2018). Ensayo de jarras para el control del proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales industriales. *ECAPMA*, 2(1). DOI: <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.2771>

- Grelane. (2019). Esto es lo que significa la concentración en Química. Greelane. Obtenido de <https://www.greelane.com/es/ciencia-tecnolog%C3%ADa-matem%C3%A1ticas/ciencia/definicion-of-concentration-605844/>
- González, R., Ventura, R., Garza, F., & Heyer, L. (2021). Caracterización fisicoquímica del agua de la laguna La Vega Escondida, Tampico, Tamaulipas, México. *Tecnología y ciencias del agua*, 10(1). doi: 10.24850/jtyca-2019-01-01
- Gonzales, J. (29 de agosto de 2018). *Cultivo de aguacate*. Obtenido de agroTendencia: <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-del-aguacate-o-palta/>
- Huerta, S. (2017). Planta piloto de fermentaciones departamento de biotecnología. Planta Piloto de Fermentaciones. <http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/sho/Sedimentacion-PIS.pdf>
- Kumar, v., othman, n. Y asharuddin, s., 2017. Applications of natural coagulants to treat wastewater - a review. *Matec web of conferences*. S.l.: s.n., pp. 1-9. Doi 10.1051/matecconf/201710306016.
- Murillo, S., Galvis, G., & Pacheco, S. (2020). Manual técnico para la elaboración de coagulantes/ floculantes a partir de productos naturales. Sena.
- Mora, G., Medina, C., Polo, J., & Hora, M. (2020). Calidad del agua según los macroinvertebrados benes. *Revista de Investigación Científica REBIOL*, 1(40), 85-98. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbbiol/article/view/2999/3327>
- Moreira, J., & Moreira, C. (2021). Aplicación de coagulantes naturales obtenidos de las semillas de habas (*Vicia faba*) y durazno (*Prunuspersica*) en la potabilización del agua. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 54–67. [https://revistas.up.ac.pa/index.php/revista\\_colon\\_ctn/article/view/2618/238](https://revistas.up.ac.pa/index.php/revista_colon_ctn/article/view/2618/238)

- Ortega, A., Cáceres, L. & Castiblanco, L., 2020. Introducción al uso de coagulantes naturales en los procesos de potabilización de agua. *Revista ambiental agua, aire y suelo*, vol. 2, no. 1, pp. 1-14.
- Pineda, I., 2020. La escasez del servicio de agua potable en el bienestar de las familias, distrito de carabaylo, lima-2020 [en línea]. S.l.: s.n. <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/uncp/3000/silva-acosta.pdf?sequence=1&isallowed=y%0ahttps://repositorio.comillas.edu/xmloi/handle/11531/1046>.
- Quino, P. (2020). 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. *Revista Aphapi* 6(1).
- Ríos, S., Aguedo, R., & Gutiérrez, L. (2017). Pathogens and microbiological indicators of the quality of water for human consumption. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 35(2). DOI: 10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08
- Ríos-tobón, s., ruth, ;, agudelo-cadavid, m. Y gutiérrez-builes, l.a., 2017. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano pathogens and microbiological indicators of the quality of water for human consumption patógenos e indicadores microbiológicos da qualidade da água pro consumo humano. *Rev. Fac. Nac. Salud pública*, vol. 35, no. 2, pp. 236-247. Doi 10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08.
- Rosero, J., & Suarez, M., (2019). Efecto de la concentración de Quitosano en la disminución de solidos suspendidos en el agua de ingreso a la planta de tratamiento de Bellavista. *FIGEMPA Investigación y desarrollo*. <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.1330>
- Rubio, D., & Saravia, J. (2020). Optimización en la remoción de turbidez mediante prueba de jarras empleando Quitosano a partir de las escamas del Trachurus Murphyi. Repositorio UPU. Obtenido de



[https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3191/Daniel\\_Trabajo\\_Bachiller\\_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3191/Daniel_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Sierra, A., Navarro, A., Mercado, I., Flórez, A., Jurado, M. (2019). Remoción de la turbidez del agua del río Magdalena usando médula de banano como coagulante. *Revista UIS Ingenierías* 18(4). Obtenido de: ISSN-e 2145-8456, ISSN 1657-4583.

Siquieros, A. (2014). Aplicación de la metodología de superficies de respuestas para el mejoramiento de la calidad del aceite de soya. Universidad de Sonora. Obtenido de <https://lic.mat.uson.mx/tesis/122TesisAlejandraSiq.PDF>

Sela, G. (2021). La conductividad eléctrica del agua y suelo. Cropaia. Obtenido de <https://cropaia.com/es/blog/conductividad-electrica-del-agua-y-suelo/>

Subba, N. C. (2019). Water is essential for metabolism, substrate transport across membranes, cellular homeostasis, temperature regulation, and circulatory function. Although nutritional and physiological research teams and professional organizations have described the daily. *Groundwater for Sustainable Development*, 9. <http://doi:10.1016/j.gsd.2019.100238>,

Uriol, D. (2018). Eficiencia de la mezcla de semillas de girasol y durazno para reducir plomo en agua residual del río Chillón, en laboratorio, 2018. Lima: Universidad Cesar Vallejo. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/62165/Uriol\\_CDP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/62165/Uriol_CDP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vigneshwaran, s., karthikeyan, p., sirajudheen, p. Y meenakshi, s., 2020. Optimization of sustainable chitosan/moringa. Oleifera as coagulant aid for the treatment of synthetic turbid water – a systemic study. *Environmental chemistry and ecotoxicology*, vol. 2, pp. 132-140. Issn 25901826. Doi 10.1016/j.eneco.2020.08.002.

Ynofuente, L., & Flores, M. (2020). Uso de coagulantes naturales como alternativas de reducción de la turbidez. Una revisión. Juliaca: Universidad Peruana


Unión. Obtenido de  
[https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3297/Lizbeth\\_Trabajo\\_Bachiller\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3297/Lizbeth_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Zambrano, P., & Perdomo, O. (2019). Cultivo del durazno.  
<https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-del-durazno/>

Zavaleta, w. (2019). Eficiencia de la semilla de *prunus pérsica* (durazno) como coagulante natural para el tratamiento aguas residuales de una planta procesadora de lácteos, Molinopampa.  
(<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38573>)


## ANEXOS

### Anexo 1. Ficha de identificación de muestreo

FICHA DE IDENTIFICACION DEL PUNTO DE MUESTREO		
Origen de la muestra	Agua de riego del distrito de Carabayllo	
Nombre de la muestra	Muestra de agua de riego	
<b>IDENTIFICACION DEL PUNTO</b>		
Código del punto de monitoreo	N= 6639302 E: 0276802	
Descripción	Agua de riego para el cultivo de hortalizas provenientes del río Chillón	
Accesibilidad	Av. San Juan de Dios - Carabayllo. A 30 minutos del av. de puente piedra	
Finalidad de la muestra	Investigación para la evaluación del coagulante natural a base de la semilla del durazno	
Reconocimiento del entorno	Zona Agrícola	
<b>UBICACIÓN</b>		
Distrito	Provincia	Departamento
Carabayllo	Lima	Lima
Localidad	Carabayllo	
Coordenadas (WGS84)	Sistema de coordenadas	Proyección UTM Geográficas <input checked="" type="checkbox"/>
	Norte/Latitud	6639302
	Este/Longitud	0276802
<b>Fotografía</b>		
		
Elaborado por:	Fecha:	
Grecia Valencia - Jhon Sanchez	26-05-2021	




### Anexo 3. Resultados del laboratorio acreditado



Environmental Testing Laboratory S.A.C

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



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado  
Registro N° LE-056

---

## INFORME DE ENSAYO N° 213003 CON VALOR OFICIAL

Razón Social : GRECIA VALENCIA  
 Domicilio Legal : Carabaylo  
 Solicitado Por : GRECIA VALENCIA ROSALES  
 Referencia : Cotización N° 1627-21  
 Proyecto : Rendimiento del coagulante a base de la pepa de durazno  
 Procedencia : Reservado por el cliente  
 Muestreo Realizado Por : EL CLIENTE  
 Cantidad de Muestra : 2  
 Producto : Agua natural  
 Fecha de Recepción : 27/05/2021  
 Fecha de Ensayo : 27/05/2021 al 09/06/2021  
 Fecha de Emisión : 09/06/2021

**I. Resultados**

Código de Laboratorio	213003-01	213003-02
Código de Cliente	ASC-01	ATC-02
Fecha de Muestreo	26/05/2021	26/05/2021
Hora de Muestreo (h)	14:20	21:00
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E 0276802 N 8688302	E 0276802 N 8688302
Tipo de Producto	Agua Natural	Agua Natural

Lugar de ensayo (Laboratorio Inorgánico)				
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M	Resultados	
<b>Fisicoquímicos</b>				
pH*	Und. pH	0,01 <sup>nd</sup>	7,56	7,98
Sólidos Totales Suspendidos	mg ST SL	6	1836	528,3
Turbidez	NTU	0,25	606	120

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, \*c\* = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, <sup>nd</sup> = Resolución cuantificable, <sup>nd</sup> = Límite de Detección de Método, "-" = No Analizado.

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA\*.


**II. Métodos y Referencias**

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
<b>Fisicoquímicos</b>		
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H <sub>+</sub> B, 23rd Ed. 2017	pH Value, Electrometric Method
Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017	Turbidity, Nephelometric Method

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

**III. Observaciones**

El parámetro pH se reporta como referencial, por no cumplir con el tiempo de preservabilidad establecido.  
 Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Quim. Rocío Marcela Ch.  
Supervisor de Laboratorio  
Inorgánico  
C.Q.P. 1415

Los resultados presentados corresponden a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto. El tiempo de validez de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al laboratorio. El tiempo de validez de este informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años. El tiempo de preservabilidad de la muestra está en función de lo declarado en las etiquetas normalizadas de ensayo. (Según el tiempo de muestra). En el presente se garantiza la integridad de los datos de los resultados de los ensayos. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo solicite información al correo: info@envirotest.com.pe

\*\* FIN DEL INFORME \*\*

---

Calle B Mz C lote 40 Urb. Panamericana - Lima 31 - Perú, Central Telefónica (511) 522-3758 / 523-1828, RPC: 989 114 649


info@envirotest.com.pe / www.envirotest.com.pe

Página 1 de 1

Código: F01-PO-EMI.01, Rev: 11, Fecha: 21/02/2020



Anexo 4. Informe de verificación operacional del Turbidímetro



## CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L

INFORME DE V.O - 2347-20

---

### INFORME DE VERIFICACIÓN OPERACIONAL

V.O - 2347 - 20

**1. DATOS DEL CLIENTE**

SOLICITANTE : ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY S.A.C.  
 DIRECCIÓN : Calle B Mz C Lote 40 Urb. Panamericana - SMP  
 FECHA DE CALIBRACIÓN : 16 de Noviembre de 2020

**2. DATOS DEL INSTRUMENTO**

INSTRUMENTO DE MEDICION : TURBIDIMETRO DE INDICACION DIGITAL  
 MARCA : HACH N° DE SERIE : 930700003300  
 MODELO : 2100P RANGO : 0 - 1000 NTU  
 IDENTIFICACION : LAB-43

**3. LUGAR DE CALIBRACION**  
 LABORATORIO DE LA CORPORACION METROLOGICA ORION SRL

**4. CONDICIONES AMBIENTALES**

PERIODO	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (% H.R)	PRESIÓN ATMOSFERICA (mbar)
CONTROL INICIAL	21.5	48.5	997.6
CONTROL FINAL	21.8	48.2	997.2

**5. METODO DE CALIBRACION**  
 La verificación operacional se realizó mediante el Instructivo IQ-CMO-04 "Verificación Operacional del Turbidímetro"

**6. TRAZABILIDAD DE REFERENTES**

Termohigrómetro FLUKE Modelo 971 con Certificado de Calibración INNOCAL N° TH37930416.  
 Set de estándares primarios Stabical Hach Cat. 2659405.

PATRÓN USADO	CODIGO INTERNO	N° CERTIFICADO	NRO. LOTE	F. VENCIMIENTO
TURBIDEZ GELEX SOL. ESTANDART: 20	DET-192	Cat. 2659405	A2562	12-11-2022
TURBIDEZ GELEX SOL. ESTANDART: 100	DET-193	Cat. 2659405	A2572	12-11-2022
TURBIDEZ GELEX SOL. ESTANDART: 800	DET-194	Cat. 2659405	A2582	12-12-2022

**7. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN**

TEST NÚMERO	Valor de Standard	Valor de Instrumento	Desviación	Incertidumbre	Error Máximo Permisible
1	20	20.1	-0.10	± 0.02	4 - 6 NTU
2	100	99.7	0.30	± 0.10	40 - 60 NTU
3	800	801.5	-1.50	± 2.0	400 - 600 NTU

**8. OBSERVACIONES**

- \* Los resultados numéricos emitidos sobre el turbidímetro digital, se generan en el momento de la verificación operacional, el cual es único e intransferible en otro equipo de la misma característica o condición.
- \* La incertidumbre de la medición expandida reportada es la incertidumbre de la medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad del nivel de confianza de la medición es de un 95%.
- \* El equipo presenta una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Verificado"


**INDICACIONES**

Los resultados de la verificación operacional son válidos solo para el objeto verificado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas del producto.

CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L. no se responsabiliza de los prejuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados de la verificación aquí declarados.

PE: Diciembre 2019  
PR: Ver 03

Realizado por:



MARIO YAGUI UCHIDA  
CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.  
Departamento de Metrología

FC-CAL-02

---

**CORPORACION METROLOGICA ORION SRL**

Av. Prolongación Iquitos N° 2487 Ofic. 304  
Lima 14, Perú

**Teléfonos**


976 832 268  
987 414 732

**E-mail**

info@corporacion.com.pe

Página 1 de 2

Anexo 5. Informe de verificación operacional del Multiparámetro



## CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L

CERTIFICADO N° CT-2215-21

---

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° CT - 2215 - 21

**1. DATOS DEL CLIENTE**

SOLICITANTE : ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY S.A.C.  
 DIRECCIÓN : Calle B Mz C Lote 40 Urb. Panamericana - SMP  
 FECHA DE CALIBRACIÓN : 25 de Febrero de 2021

**2. DATOS DEL INSTRUMENTO**

INSTRUMENTO DE MEDICION : MULTIPARAMETRO DE INDICACION DIGITAL  
 MARCA : YSI N° DE SERIE : 15120113  
 MODELO : YSI-4010-2 RANGO DE TRABAJO : 0 - 14 pH / 20 mg/L / 2000 mS/cm  
 IDENTIFICACION : LAB-256 MÍNIMA RESOLUCIÓN : 0.01 pH / 0.01 mg/L / 0.1 uS/cm

**3. LUGAR DE CALIBRACION**

LABORATORIO DE LA CORPORACION METROLOGICA ORION SRL

**4. CONDICIONES AMBIENTALES**

PERIODO	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (% H.R)	PRESIÓN ATMOSFERICA (mbar)
CONTROL INICIAL	23.8	48.3	997.2
CONTROL FINAL	24.4	49.2	997.9

**5. METODO DE CALIBRACION**


- El equipo ha sido calibrado según el procedimiento PC 020 Calibración de medidores de pH de INACAL 2 Ed 2017. "Método controlado de calibración en base a soluciones buffers conocidas de alta precisión y errores controlados".
- La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PC-017 Calibración de Termómetros Digitales" Edición 2° de INACAL.
- La calibración se realizó por comparación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de conductividad específica certificados, según procedimiento "PC-022 Calibración de conductímetros" de INACAL.
- La calibración se realizó por comparación de la indicación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de oxígeno, según procedimiento DT-015 Calibración de Medidores de Oxígeno Disuelto - Corp. Orion.

**6. TRAZABILIDAD DE REFERENTES**

PATRÓN USADO	CODIGO INTERNO	N° LOTE	F. VENCIMIENTO
➤ Solución Buffers pH 4, Merck KGaA: 1.09350.1000 (Ajuste)	DET-161	HC60343085	31-05-2022
➤ Solución Buffers pH 7, Merck KGaA: 1.09830.1000 (Ajuste)	DET-162	HC60699848	31-05-2022
➤ Solución Buffers pH 10, Merck KGaA: 1.09463.1000 (Ajuste)	DET-163	HC60129328	31-05-2022
➤ Solución Buffers pH 4, Merck KGaA: 1.07594.0500 (Verificación)	DET-164	HC60364759	31-05-2022
➤ Solución Buffers pH 7, Merck KGaA: 1.09475.0500 (Verificación)	DET-165	HC60959507	31-05-2022
➤ Solución Buffers pH 10, Merck KGaA: 1.03200.0500 (Verificación)	DET-166	HC60294263	31-05-2022
➤ Solución de conductividad 1413 uS/cm, Hanna Instruments (Ajuste)	DET-171	0826	23-07-2022
➤ Solución de conductividad 1413 uS/cm, Hanna Instruments (Verificación)	DET-172	0725	22-08-2022
➤ Solución estándar de oxígeno Zero	DET-174	EVT128	18-07-2022
➤ Solución de cloruro de potasio KCl 4M (Preservante de electrodo de pH)	DET-173	23554	23-05-2022

**7. OBSERVACIONES**


- Los resultados numéricos emitidos sobre el equipo multiparámetro (Para las sondas de pH, OD y Ca), se generan en el momento de la calibración, por lo tanto, están sujetas a las condiciones temporales del momento de la calibración.
- La incertidumbre de la medición expandida reportada es la incertidumbre de la medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad del nivel de confianza de la medición es de un 95%.
- El equipo presenta una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Calibrado".



FE: Diciembre 2019  
FR: Ver03

**CORPORACION METROLOGICA ORION SRL**  
 \* Av. Prolongación Iquitos N° 2487 Ofic. 304  
 Lima 14, Perú

Realizado por:



MARIO YAGUI UCHIDA  
 CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.  
 Departamento de Metrología

FC-GAL-02

**E-mail**  
 @ info@corporacion.com.pe

976 832 268  
987 414 737

Página 1 de 2

Sanchez Meza Jhon Peter  
Valencia Rosales Grecia Pamela

63



## CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L

CERTIFICADO N° CT-2215-21

### 8. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

#### a. Parámetro pH

TEST NÚMERO	(I Eq) Indicación del Equipo	(I Pa) Indicación del Patrón	(E) Error Encontrado	Incertidumbre $\pm(U)$	Desviación Porcentual
Los valores están expresados en unidades de pH					
1	4.02	4.00	0.02	0.015	0.14%
2	7.03	7.01	0.02	0.015	0.12%
3	10.04	10.01	0.03	0.015	0.20%

I Eq: Indicación de valor evaluado de equipo (Unid. pH).

I Pa: Indicación de valor de solución patrón de ajuste (Unid. pH).

E: Error encontrado o la desviación de valores pH encontrados en (Unid. pH).

U: Incertidumbre Expandida (K=2) en (Unid. pH).

#### b. Parámetro Conductividad (Ce)

TEST NÚMERO	(I Eq) Indicación del Equipo	(I Pa) Indicación del Patrón	(E) Error Encontrado	Incertidumbre $\pm(U)$	Desviación Porcentual
Los valores están expresados en unidades $\mu S/cm$					
1	1417.0	1413.0	4.00	7.000	0.28%
2	1419.0	1413.0	6.00	7.000	0.42%
3	1410.0	1413.0	-3.00	7.000	0.21%

I Eq: Indicación de valor evaluado de equipo ( $\mu S/cm$ ).

I Pa: Indicación de valor de solución patrón de ajuste ( $\mu S/cm$ ).

E: Error encontrado o la desviación de valores en conductividad encontrados ( $\mu S/cm$ ).

U: Incertidumbre Expandida (K=2) en ( $\mu S/cm$ ).

#### c. Parámetro Oxígeno Disuelto (O.D)

TEST NÚMERO	(I Eq) Indicación del Equipo	(I Pa) Indicación del Patrón	(E) Error Encontrado	Incertidumbre $\pm(U)$	Desviación Porcentual
Los valores están expresados en unidades (mg/L)					
1	0.02	0.05	-0.03	0.010	0.00%
2	7.05	7.10	-0.05	0.010	0.60%
3	8.40	8.25	0.15	0.010	1.81%

I Eq: Indicación de valor evaluado de equipo (mg/L).

I Pa: Indicación de valor de solución patrón de ajuste (mg/L).

E: Error encontrado o la desviación de valores encontrados de oxígeno disuelto (mg/L).

U: Incertidumbre Expandida (K=2) en (mg/L).

#### d. Parámetro de Temperatura

TEST NÚMERO	(I Eq) Indicación del Equipo	(I Pa) Indicación del Patrón	(E) Error Encontrado	Incertidumbre $\pm(U)$	Desviación Porcentual
Los valores están expresados en unidades grados Celsius °C					
1	4.85	5.50	-0.65	0.050	13.00%
2	15.25	15.00	0.25	0.050	1.62%
3	24.85	25.00	-0.15	0.050	0.60%

I Eq: Indicación de valor evaluado de equipo (Grado Celsius °C).

I Pa: Indicación de valor de solución patrón de ajuste (Grado Celsius °C).

E: Error encontrado o la desviación de valores encontrados de temperatura (Grado Celsius °C).

U: Incertidumbre Expandida (K=2) en (Grado Celsius °C).

#### INDICACIONES

- Los resultados de la calibración son válidos solo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas del producto.
- CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí efectuados.
- Este Certificado de Calibración es trazable a patrones nacionales e internacionales los cuales realizan las unidades de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI).
- Este certificado de calibración no podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

PE: Diciembre 2019  
PR: Ver 03

FC-CAL-02

**CORPORACION METROLOGICA ORION SRL**

Av. Prolongación Iquitos N° 2487 Ofic. 304  
Lima 14, Perú

**Teléfonos**

976 832 268  
987 414 737

**E-mail**

info@corp-orion.com.pe

Página 2 de 2



Anexo 6: Puntos de recolección de la muestra:

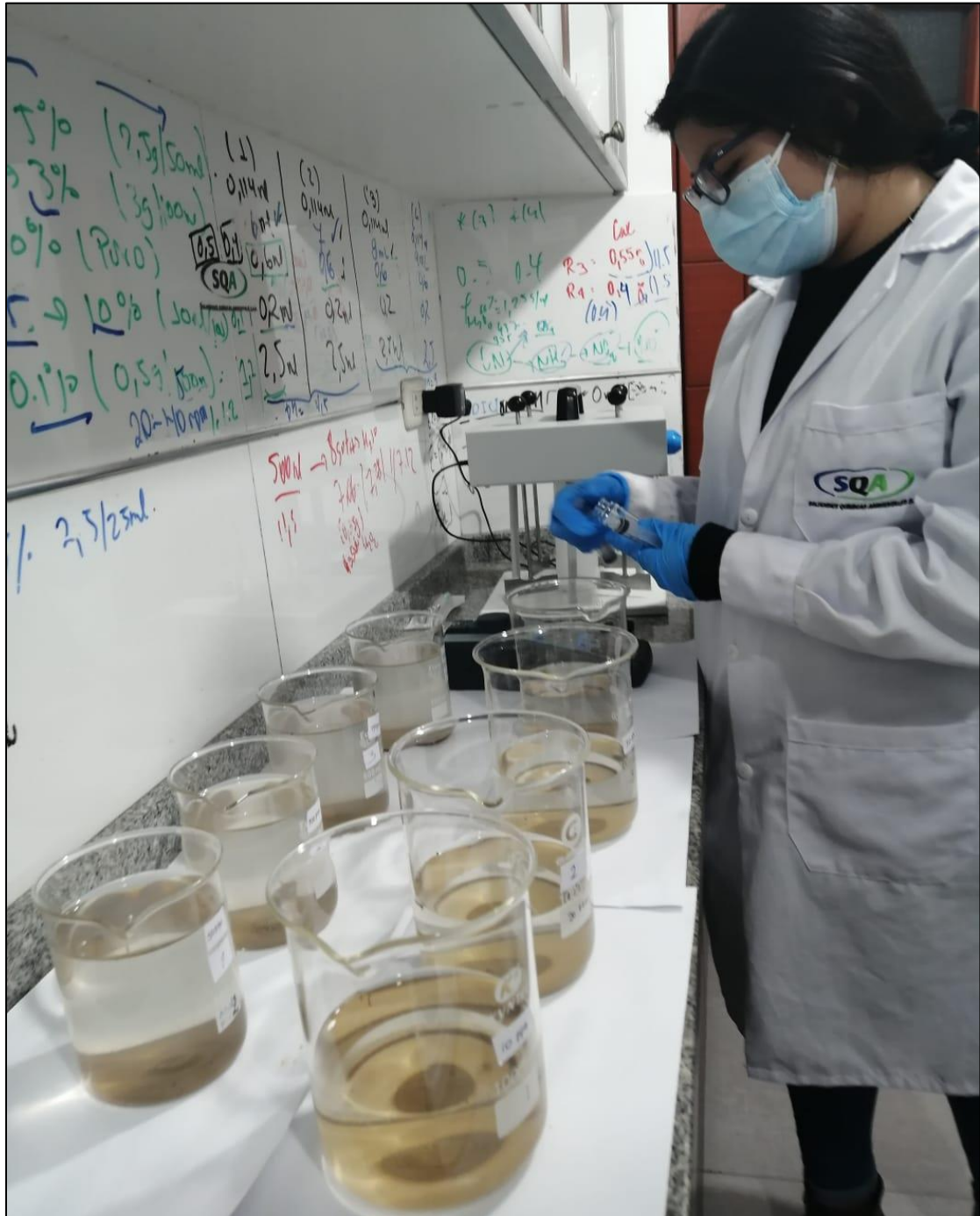


### Anexo 7. Análisis de los Parámetros evaluados en Campos





Anexo 8. Análisis de la turbidez en el laboratorio



## Anexo 8. Matriz de Consistencia

Matriz de Consistencia						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Variables e indicadores		
				Dimensiones	Indicadores	Ítems/ Niveles y rango
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Turbiedad del agua de regadío (dependiente)	Parámetros fisicoquímicos	Turbiedad	Rango de reducción de turbidez $x \geq 80\%$
¿El coagulante natural a base de la semilla de durazno ( <i>prunus persica</i> ) permitirá la reducción de la turbidez en el agua de regadío del distrito de Carabayllo en el año 2021?	Reducir la turbidez en el agua de regadío del distrito de Carabayllo mediante el coagulante natural a base de la semilla de durazno ( <i>prunus pérsica</i> ) en el año 2021	El coagulante natural a base de la semilla de durazno ( <i>prunus persica</i> ) permite reducir significativamente la turbidez en el agua de regadío del distrito de Carabayllo en el año 2021.				
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Problemas Específicos</b>				
¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos iniciales del agua de regadío del distrito de Carabayllo en el año 2021?	Determinar los parámetros fisicoquímicos iniciales del agua de regadío del distrito de Carabayllo en el año 2021.	Los parámetros fisicoquímicos iniciales del agua de regadío del distrito de Carabayllo en el año 2021 presentan significativamente valores mayores a la turbidez del agua potable	Coagulante natural de la semilla de durazno (independiente)		Granulometría	Malla N° 60 (0.25 mm)
¿Cuál es la granulometría adecuada del coagulante natural obtenido de la semilla del durazno que permitirá reducir la turbidez del agua de regadío en el distrito de Carabayllo en el año 2021?	Identificar la granulometría adecuada del coagulante natural obtenido de la semilla del durazno que permitirá reducir la turbidez del agua de regadío en el distrito de Carabayllo en el año 2021.	La granulometría adecuada del coagulante natural obtenido de la semilla del durazno fue de nivel bajo de 0.25 mm. lo que permitió la reducción de la turbidez del agua de regadío en el distrito de Carabayllo en el año 2021.		Criterios de operación		Malla N° 40 (0.42 mm)
¿Cuál sería la dosis óptima del coagulante natural obtenido de la semilla de durazno para reducir la turbidez en el agua de regadío en el distrito de Carabayllo en el año 2021?	Determinar la dosis óptima del coagulante natural obtenido de la semilla de durazno para reducir la turbidez en el agua de regadío en el distrito de Carabayllo en el año 2021.	La dosis óptima del coagulante natural obtenido de la semilla de durazno está entre 15 mg/L y los 25 mg/L. permitiendo la reducción de turbidez en el agua de regadío en el distrito de Carabayllo en el año 2021				Malla N° 20 (0.84mm)
¿Cuánto sería el porcentaje de reducción de la turbidez del agua de regadío en el distrito de Carabayllo en el año 2021, luego de aplicar la dosis óptima del coagulante natural obtenido de la semilla de durazno?	Calcular el porcentaje de reducción de la turbidez del agua de regadío en el distrito de Carabayllo en el año 2021, luego de aplicar la dosis óptima del coagulante natural obtenido de la semilla de durazno.	El porcentaje de reducción de la turbidez del agua de regadío es mayor al 80% luego de aplicar la dosis óptima del coagulante natural obtenido de la semilla de durazno.			Dosis	20 mg/L 40 mg/L 60 mg/L

Tipo y Diseño de la investigación	Población y Muestra	Técnicas e instrumentos	Estadística a utilizar
<p><b>Tipo:</b> De acuerdo a la finalidad del estudio, la investigación es tipo Experimental por que se manipula una o más variables independientes donde las causas para analizar son los supuestos efectos sobre la variable dependiente. (Hernández et al., 2014). Es aplicada porque busca una solución a los problemas sociales ocasionados por la excesiva turbidez de las aguas de regadío en el sector. Tiene un enfoque cuantitativo debido a que requiere de una serie de procesos, asimismo hace uso de datos numéricos para emplear pruebas estadísticas con el fin de responder los objetivos e hipótesis trazados mediante los resultados adquiridos de la variable dependiente (Turbidez). El alcance de la investigación es explicativo ya que dará a conocer la situación de la calidad de las aguas y como se llevó a cabo el tratamiento de la reducción de la turbidez del agua de regadío para determinar cuál es la dosis y granulometría óptima para el mejor tratamiento.</p> <p><b>Diseño:</b> El Diseño es experimental, para lo cual se aplicó el diseño factorial de acuerdo a la siguiente fórmula basada en (Siqueiros, 2004)</p> <p><math>N^{\circ}</math> de tratamientos = <math>m^n</math> Donde: m: Indica los niveles (nivel alto, nivel medio y nivel bajo) n: Indica la cantidad de variables independientes (parámetros operacionales)</p>	<p><b>Población:</b> La presente investigación tiene como población a las aguas de regadío del distrito de Carabayllo. Estas aguas de riego presentan una turbidez de 606 NTU.</p> <p><b>Muestra</b> Se colectaron muestras de 1000ml para cada tratamiento, es decir, 27 litros de agua de riego del distrito de Carabayllo.</p>	<p>Las técnicas empleadas en la investigación fueron las siguientes:</p> <p>Las técnicas empleadas en la investigación fueron las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación directa: Con el objetivo de investigar e indagar información sobre la realidad problemática de la investigación y determinación de las condiciones del lugar del muestreo y aplicar las medidas necesarias para llevar a cabo el tratamiento para la reducción de la turbidez.</li> <li>• Revisiones Bibliográficas: Se investigó a través de fuentes verídicas la eficiencia del coagulante y otras investigaciones para la definición de las teóricas y /o características de la investigación. Esto se realizó a través de la revisión de libros, documentos, informes, artículos científicos y revistas. Así mismo también se realizó la búsqueda de trabajos de investigación relacionados al tema de estudio.</li> <li>• Análisis fisicoquímico: Con la finalidad de determinar la reducción de los parámetros fisicoquímicos de turbidez, pH y conductividad se hace uso de instrumentos que permitan mostrar los resultados de la investigación.</li> </ul> <p>Estadística: Se utilizó el programa Microsoft Excel y Software SPSS para la interpretación de los resultados.</p> <p>Entre los instrumentos aplicados se presenta lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha de identificación del punto de muestreo (Anexo N° 1). Este instrumento sirvió para el levantamiento de información del punto de muestreo; de manera que, se obtuvo información sobre las coordenadas, altitud, ubicación, evidencia fotográfica del momento de la toma de muestra y una descripción breve de características relevantes del punto de muestreo.</li> <li>• Informe de Ensayo y Cadena de Custodia - Pre Tratamiento (Anexo N° 2) Caracterización: Con este instrumento se organizó la información de la caracterización inicial del agua de regadío previo tratamiento. Este instrumento permitió llevar a cabo el control y vigilancia del muestreo, incluyendo los métodos de la toma de muestra, codificación, transporte y la definición de los parámetros a analizar.</li> <li>• Informe de Ensayo y Cadena de Custodia – Post tratamiento (Anexo N° 2) La finalidad de este instrumento fue organizar la información obtenida tras el análisis parámetros fisicoquímicos evaluados en el laboratorio. Este instrumento permitió llevar a cabo el control y vigilancia del muestreo, incluyendo los métodos de la toma de muestra, codificación, transporte y la definición de los parámetros a analizar.</li> </ul>	<p>La investigación utilizo la siguiente estadística para el análisis de datos</p> <p>Se utilizó el programa Microsoft Excel y Software SPSS para la interpretación de los resultados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de normalidad de los datos.</li> <li>• Prueba de Hipótesis con ANOVA: Esta prueba se aplicó con la finalidad de aprobar o rechazar la hipótesis nula con un nivel de significancia de 0.05</li> </ul> <p>- Programa de Microsoft Excel: Se utilizó para realizar tablas y gráficos representativos de los resultados.</p>

